

# Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

## Programa Municipal de Drenagem

***Tomo I | Texto***



**BID**



JOINVILLE  
CIDADE  
SAUDÁVEL



Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P010 | REV.1



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



## 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**

**R10 - PROGRAMA MUNICIPAL DE DRENAGEM**  
**TOMO I - TEXTO**

ELABORADO:	FG / ALF / MLG / MLR	APROVADO:	Alberto Lang Filho
VERIFICADO	Alberto Lang Filho	COORDENADOR GERAL:	Danny Dalberson Oliveira
Nº PMJ:		DATA:	jan/11
Nº ENGECORPS:	951-PMJ-PDC-RT-P010	FOLHA:	0600495622
			Rev. 1

**PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE**  
**SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO**

---

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

---

***R10 – PROGRAMA MUNICIPAL DE DRENAGEM***  
***TOMO I – TEXTO***

CONSÓRCIO ENGECORPS ♦ HIDROSTUDIO ♦ BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P010

Rev. 1

Janeiro / 2011

## ÍNDICE

PÁG.

**TOMO I - TEXTO**

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>SÍNTESE DOS ESTUDOS REALIZADOS .....</b>	<b>6</b>
2.1	LEVANTAMENTOS DE CAMPO.....	6
2.2	ESTUDOS DE DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO.....	8
2.2.1	Caracterização Hidrológica da Bacia .....	8
2.2.2	Precipitação de Projeto.....	8
2.2.3	Simulação Hidrológica.....	9
2.2.4	Caracterização Hidráulica da Rede de Macrodrenagem .....	9
2.2.5	Estudos de Maré.....	9
2.2.6	Simulações Hidráulicas.....	9
2.2.7	Resultados Obtidos .....	10
2.3	CONCEPÇÃO DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS .....	10
2.4	ESTUDO DE ALTERNATIVAS E CONCEPÇÃO DE MEDIDAS ESTRUTURAIS .....	12
2.4.1	Estudos Econômicos .....	12
2.4.2	Estudos de Engenharia.....	13
2.4.3	Aspectos Sociais e Ambientais .....	13
2.5	MANUAL DE DRENAGEM .....	14
2.6	BANCO DE DADOS.....	15
2.7	SÍNTESE DAS MEDIDAS E AÇÕES PROPOSTAS.....	16
<b>3.</b>	<b>DEFINIÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DAS INTERVENÇÕES PROPOSTAS.....</b>	<b>16</b>
3.1	OBRAS INICIAIS .....	16
3.2	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO/HIERARQUIZAÇÃO DAS OBRAS .....	18
3.2.1	Critérios para Valoração dos Parâmetros .....	19
3.2.2	Aplicação dos Critérios e Resultados da Hierarquização .....	23
<b>4.</b>	<b>FONTES DE RECURSO E FINANCIAMENTO.....</b>	<b>25</b>
4.1	RECURSOS PRÓPRIOS .....	25
4.2	ORÇAMENTO GERAL DA UNIÃO (OGU) .....	26
4.3	LINHAS DE FINANCIAMENTO.....	26
4.3.1	PAC – Financiamento .....	26
4.3.2	BADESC .....	26
4.3.3	Bancos Internacionais.....	27
4.4	ANÁLISES INICIAIS PARA CAPTAÇÃO DE RECURSOS.....	27

4.5	TAXA DE DRENAGEM .....	28
<b>5.</b>	<b>CRONOGRAMA DE INTERVENÇÕES E AVALIAÇÃO DE BENEFÍCIOS.....</b>	<b>28</b>
<b>6.</b>	<b>DIRETRIZES PARA GESTÃO DO PLANO.....</b>	<b>32</b>
<b>7.</b>	<b>DIRETRIZES PARA REGULAMENTAÇÃO DO PLANO.....</b>	<b>33</b>
7.1	DIRETRIZES SÓCIO-AMBIENTAIS .....	33
7.1.1	Situação Fundiária dos Imóveis Localizados nas Margens dos Rios e Córregos .....	33
7.1.2	Criação de Área de Proteção Ambiental – APA.....	33
7.2	DIRETRIZES DE PLANEJAMENTO E DE MARCO LEGAL.....	34
7.2.1	Zoneamento e Áreas Inundáveis .....	34
7.2.2	Legislação sobre a Drenagem Urbana .....	34
7.2.3	Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável (PDDS) .....	35
<b>8.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES E PROGRAMAS COMPLEMENTARES.....</b>	<b>36</b>
8.1	OPERAÇÃO DO BANCO DE DADOS E CADASTRO DA REDE DE DRENAGEM .....	36
8.2	IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE REDE DE MONITORAMENTO.....	36
8.2.1	Sistema de Alerta.....	37
8.2.2	Planos de Ações Emergenciais.....	37
8.3	ESTABELECIMENTO DE ROTINAS DE MANUTENÇÃO .....	38
8.4	DIVULGAÇÃO E INTERAÇÃO COM A COMUNIDADE E EDUCAÇÃO .....	38
8.5	CRITÉRIOS SOCIAIS A SEREM CONSIDERADOS PARA OS CASOS DE REMOÇÃO DE FAMÍLIAS .....	39
8.6	IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS E TRABALHOS COMPLEMENTARES .....	40
8.6.1	Detalhamento de Projetos e Estudos Específicos.....	40
8.6.2	Obtenção de Licenças Ambientais .....	41
8.6.3	Licitação e Execução das Obras .....	42
8.7	ATUALIZAÇÃO DO PLANO PELA PMJ.....	42
<b>9.</b>	<b>RELAÇÃO DE PRODUTOS DO PLANO .....</b>	<b>42</b>
<b>10.</b>	<b>EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL.....</b>	<b>43</b>

## **TOMO II – INTERVENÇÕES PROPOSTAS - FICHAS TÉCNICAS**

---

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**PÁG.**

<i>Figura 5.1 – Redução da Área Inundada Quando Considerado o Cronograma Proposto.....</i>	<i>31</i>
--	-----------

## ÍNDICE DE QUADROS

**PÁG.**

Quadro 2.1 - Resumo do Levantamento de Campo – informações básicas.....	7
Quadro 2.2 - Áreas Inundadas na Bacia do Rio Cachoeira .....	10
Quadro 2.3 - Aplicabilidade de Medidas Não-Estruturais.....	11
Quadro 3.1 - Hierarquização das Obras das Sub-Bacias – Índices de Prioridade .....	24
Quadro 3.2 - Hierarquização das Intervenções nas Sub-Bacias .....	25
Quadro 5.1 - Cronograma Físico Financeiro .....	30

## **1. INTRODUÇÃO**

O Consórcio ENGECORPS/HIDROSTUDIO/BRLI foi contratado pela Prefeitura Municipal de Joinville para elaborar o PDDU – Programa de Drenagem Urbana da Bacia do rio Cachoeira. Os trabalhos iniciados em setembro de 2008 tiveram sua fase de avaliação, estudos e dimensionamento finalizada em dezembro de 2010, com a apresentação de um conjunto de relatórios contendo os resultados obtidos e a proposição das medidas e obras a serem implantadas pela PMJ.

Juntamente com a proposição de obras a serem implantadas na bacia do rio Cachoeira foi avaliada a implantação de medidas não estruturais que possibilitassem mitigar os efeitos da ocupação urbana da bacia visando não agravar a ocorrência de inundações e/ou reduzir a vulnerabilidade das regiões atingidas pelas cheias.

No presente documento, concluindo o PDDU e apresentando o Plano Municipal de Drenagem (PMD), são apresentados:

- ✓ Resumo sucinto dos estudos realizados;
- ✓ Priorização das ações estruturais previstas, desenvolvida em análise multidisciplinar, com base nos resultados obtidos nos estudos para cada sub-bacia integrante do plano;
- ✓ Avaliação das fontes de recursos e financiamento para implantação das ações estruturais;
- ✓ Cronograma de investimento estimativo, considerando a priorização de obras e a disponibilidade de recursos;
- ✓ Elenco de medidas não estruturais propostas para implementação pela PMJ que viabilizem a implementação do PDDU, enfocando aspectos legais e programas complementares.

## **2. SÍNTESE DOS ESTUDOS REALIZADOS**

### **2.1 LEVANTAMENTOS DE CAMPO**

---

O levantamento cadastral foi realizado pela empresa HF Topografia nos rios das seguintes sub-bacias: Rio Cachoeira Leito Antigo, Rio Walter Brandt, Rio Alvino Vöhl, Rio Mirandinha, Rio Mathias, Rio Bucarein, Rio Itaum-Açú e nas Vertentes do Rio Morro do Boa Vista – Canal Aracajú, Canal Salvador, Parque de France, Lagoa Saguacú, Vick, Ponta Grossa, Rua Pedro Álvares Cabral, Rua Matilde Amim e Rua Noruega.

Nas sub-bacias Nascente do Cachoeira, Rio Bom Retiro, Rio Luiz Tonnemann, Rio Morro Alto, Rio Jaguarão e Rio Bupeva, foram utilizados os levantamentos realizados pela empresa Azimute Consultoria e Projetos de Engenharia, contratada pela PMJ.

O levantamento cadastral do Rio Cachoeira foi realizado pela empresa Azimute e complementado pela empresa HF Topografia.



Em diversos trechos das sub-bacias levantadas e na totalidade das sub-bacias das vertentes do Morro do Boa Vista correspondentes à Rua Água Marinha, Buschle & Lepper e Unidade de Obras, não foi possível realizar o cadastramento da rede de macrodrenagem pela inexistência de acesso, enterrada sob o pavimento ou edificações existentes.

Foram utilizados 15 marcos geodésicos georreferenciados, implantados pela PMJ (SIRGAS 2000, na zona 22 com o meridiano central 51°), a partir dos quais foi realizado o levantamento cadastral das sub-bacias do rio Cachoeira.

O Quadro 2.1 apresenta o resumo das informações básicas obtidas no levantamento de campo.

**QUADRO 2.1**  
**RESUMO DO LEVANTAMENTO DE CAMPO – INFORMAÇÕES BÁSICAS**

<i>Sub-Bacia</i>	<i>Sigla</i>	<i>Extensão Canal Aberto (m)</i>	<i>Extensão Canal Fechado (Galerias) (m)</i>	<i>Extensão Total (m)</i>	<i>Seções Transversais de Campo</i>
Nascente do Cachoeira <sup>1</sup>	NC	-	-	3.015.05	-
Leito Antigo do Rio Cachoeira	LA	1.795,59	219.62	2.015,21	79
Rio Bom Retiro <sup>1</sup>	BR	-	-	1.374.29	-
Rio Luiz Tonnemann <sup>1</sup>	LT	-	-	1.773.46	-
Rio Walter Brandt	WB	1.689.14	831.5	2.520.64	73
Rio Alvino Vöhl	AV	1.111.95	324.29	1.436.24	46
Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú	AR	407.48	749.11	1.156.59	24
Vertente da Rua Salvador - Rua Salvador	CS	228.96	1.219.11	1.448.07	14
Rio Mirandinha	MI	1.200.18	1.170.97	2.371.15	115
Rio Morro Alto <sup>2</sup>	MA	-	-	-	-
Vertente do Morro do Boa Vista - Água Marinha <sup>3</sup>	AM	-	-	-	-
Vertente do Morro do Boa Vista - Parque de France	PF	135.57	413.33	548.9	14
Vertente do Morro do Boa Vista - Lagoa Saguacú <sup>4</sup>	LS	-	-	182.58	0
Rio Mathias	MT	229.88	2.116.93	2.346.81	21
Vertente do Morro do Boa Vista - Buschle & Lepper <sup>3</sup>	BL	-	-	-	-
Vertente do Morro do Boa Vista - Unidade de Obras <sup>3</sup>	UO	-	-	-	-
Vertente do Morro do Boa Vista - Vick	VI	285.46	-	285.46	17
Vertente do Morro do Boa Vista - Ponta Grossa	PG	149.25	-	149.25	8
Vertente do Morro do Boa Vista - Pedro Álvares Cabral	PE	-	467.81	467.81	8
Vertente do Morro do Boa Vista - Rua Matilde Amim	MD	73.81	448.83	522.64	14
Vertente do Morro do Boa Vista - Rua Noruega	NO	808.53	18.15	826.68	21
Rio Jaguarão <sup>1</sup>	JA	1.074.38	970.4	2.044.78	51
Rio Bupeva <sup>1</sup>	BU	-	-	1.051.43	-
Rio Bucarein	BC	7.545.93	3.812.14	11.358.07	292
Rio Itaum-Açú (Rio Itaum Mirim)	IA	6.516.14	344.25	6.860.39	191
Rio Itaum-Açú (Rio Itaum-Açú)	IA	14.621.02	3.875.61	18.496.63	435
Rio Cachoeira <sup>1</sup>	CA	-	-	7.278.95	-
<b>Total</b>		<b>37.873,27</b>	<b>16.982,05</b>	<b>69.531,08</b>	<b>1.423</b>

<sup>1</sup> Levantamento realizado pela Azimute/PMJ – Realização da Caracterização Margens e Fundo com Registro Fotográfico.

<sup>2</sup> Rio Morro Alto – Bacia já estudada pela PMJ.

<sup>3</sup> Bacias sem a possibilidade de cadastro da rede.

<sup>4</sup> Lagoa Saguacú – Extensão total estimada no trecho do Lago.

---

## 2.2 ESTUDOS DE DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO

---

O diagnóstico apresenta o comportamento e resposta da bacia hidrográfica do rio Cachoeira e suas sub-bacias perante a ocorrência de precipitações significativas para a condição atual, enquanto que o prognóstico apresenta o comportamento para uma situação futura de ocupação da bacia hidrográfica.

Os estudos de diagnóstico e prognóstico seguiram como metodologia:

- ✓ Caracterização Hidrológica da Bacia;
- ✓ Definição da Precipitação de Projeto;
- ✓ Elaboração de Simulações Hidrológicas;
- ✓ Caracterização Hidráulica da Rede de Macrodrenagem;
- ✓ Avaliação e Estudo de Maré;
- ✓ Elaboração de Simulações Hidráulicas.

### 2.2.1 Caracterização Hidrológica da Bacia

A caracterização hidrológica da bacia consistiu de:

- ✓ **Delimitação da Bacia e Sub-Bacias**, utilizando a restituição aerofotogramétrica de 2007, com curvas equidistantes de 1,00m.
- ✓ **Classificação Hidrológica dos Solos**, utilizando a classificação proposta pelo método SCS (Soil Conservation Service). A bacia do rio Cachoeira apresenta solos mais impermeáveis, que geram escoamento acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, composta por solos tipo C (73%) e D (3%) e solos mais permeáveis que podem ser classificados como tipo B (24%).
- ✓ **Determinação das Áreas Impermeáveis e Permeáveis**, mensuradas diretamente na base cartográfica com auxílio de ortofotos, tendo sido identificadas as áreas de solos expostos, vegetação densa, gramíneas e áreas urbanizadas.
- ✓ **Tempo de Concentração**, utilizando os estudos desenvolvidos por SILVEIRA (2005)<sup>1</sup>, foram e as fórmulas de Schaake, Desbordes e Kirpich.
- ✓ **Propagação da Onda de Cheia** utilizando a formulação de Muskingum-Cunge.

### 2.2.2 Precipitação de Projeto

A precipitação de projeto foi definida através de um estudo de precipitações máximas diárias para o posto Pluviométrico Joinville RVPSC (2648014). As intensidades para curta duração foram obtidas por semelhança com as curvas de intensidade-duração determinadas por

---

<sup>1</sup> 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.

Pfaffstetter para São Francisco do Sul. Foram considerados o coeficiente de redução por área e a distribuição temporal da precipitação de Huff 1º quartil.

### **2.2.3 Simulação Hidrológica**

Para a simulação hidrológica foram selecionados os seguintes modelos para retratar os fenômenos e transformações hidrológicas na bacia do rio Cachoeira:

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

Esses modelos foram aplicados com a utilização do software HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System).

### **2.2.4 Caracterização Hidráulica da Rede de Macrodrenagem**

A caracterização hidráulica da rede de macrodrenagem da bacia do rio Cachoeira e suas sub-bacias foi realizada com base no cadastro da rede de drenagem, incluindo todos os canais e obras cadastradas.

### **2.2.5 Estudos de Maré**

A bacia hidrográfica do rio Cachoeira sofre grande influência do efeito das marés na baía de Babitonga. Foram desenvolvidos estudos para determinação dos níveis de maré na foz do rio Cachoeira, a partir dos quais foram obtidas curvas de permanência de níveis e probabilidade de níveis extremos. Foi também avaliada a ocorrência de marés meteorológicas.

Os estudos realizados mostraram que a ocupação urbana de Joinville inicia-se acima da cota 1,60 m, a qual corresponde aproximadamente a uma maré máxima que ocorre a cada 2 anos. O nível correspondente a um período de retorno de 10 anos (maré astronômica), associada a eventos meteorológicos de maré é de 2,53 m, resultando em inundação de 4,66 km<sup>2</sup> da área urbanizada, conforme mostrado no desenho 951-PMJ-PDC-A0-P895, apresentado no Tomo II deste relatório.

### **2.2.6 Simulações Hidráulicas**

As simulações hidráulicas foram realizadas em regime permanente para a vazão de pico dos hidrogramas de cada trecho dos canais de macrodrenagem. Para a modelagem do escoamento foi 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 de escoamento em diversas obras inseridas na rede de drenagem.

### 2.2.7 Resultados Obtidos

Conforme já mencionado, o prognóstico foi realizado utilizando os mesmos dados e metodologia do diagnóstico, alterando as características de impermeabilização das bacias para as condições esperadas no futuro. Foi utilizada, para o cenário de prognóstico, uma avaliação de impermeabilização com ocupação total da área das bacias (saturação).

Os estudos realizados permitiram identificar a capacidade hidráulica de cada obra, em função do período de retorno, e as manchas de inundação para cada período de retorno das precipitações.

O Quadro 2.2 apresenta o total de áreas inundadas devidas a precipitações intensas na bacia do rio Cachoeira. No desenho 951-PMJ-PDC-A1-P761 (vide Tomo II) é apresentada a mancha de inundação obtida no prognóstico para a bacia do Cachoeira para um TR de 25 anos. A avaliação da capacidade de escoamento de cada obra de drenagem na bacia pode ser visualizada no desenho 951-PMJ-PDC-A0-P711 (vide Tomo II).

**QUADRO 2.2**  
**ÁREAS INUNDADAS NA BACIA DO RIO CACHOEIRA**

<i>Cenário Avaliado</i>	<i>TR=05 anos</i>	<i>TR=10 anos</i>	<i>TR=25 anos</i>	<i>TR=50 anos</i>
Diagnóstico	7,16 Km <sup>2</sup>	10,73 Km <sup>2</sup>	14,06 Km <sup>2</sup>	16,17 Km <sup>2</sup>
Prognóstico	13,15 Km <sup>2</sup>	15,59 Km <sup>2</sup>	18,30 Km <sup>2</sup>	20,19 Km <sup>2</sup>

## 2.3 CONCEPÇÃO DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

---

A gestão de ações de combate aos fenômenos de inundação é obtida pela aplicação de uma combinação de medidas estruturais e não estruturais que permita eliminar ou minimizar as perdas e impactos às populações ribeirinhas, buscando garantir uma convivência harmônica com os regimes hidráulicos dos rios e córregos envolvidos.

As medidas não estruturais são aquelas que visam reduzir as cheias ou mesmo os prejuízos delas decorrentes através da aplicação de medidas preventivas, sem necessariamente envolver a realização de obras, proporcionando uma melhor convivência da população com as inundações. Neste sentido, as medidas não estruturais têm o objetivo implícito de mitigar o efeito da ação do homem na ocupação das bacias e áreas de drenagem.

Os estudos de concepção de medidas não estruturais da Bacia do rio Cachoeira e suas sub-bacias foram elaborados a partir da elaboração do diagnóstico e prognóstico da bacia.

Foram levantados os instrumentos legais concernentes ao PDDU, considerando a competência das três esferas federativas na edição de normas, focando, portanto, a legislação federal, estadual e municipal, uma vez que a matéria concernente relaciona-se ao disposto na Agenda 21 nacional, a ser desenvolvida pelos municípios.

Foi apresentado e avaliado um conjunto de medidas não estruturais de âmbito geral que tem o objetivo de não agravar a ocorrência de inundações e/ou reduzir a vulnerabilidade das regiões atingidas por inundações. Com base no panorama geral das medidas não estruturais apresentado, foi realizada a seleção das medidas mais adequadas ao município de Joinville e às sub-bacias do rio Cachoeira.

Dentre as medidas gerais cabe destacar:

- ✓ taxa de drenagem;
- ✓ incentivos financeiros para aplicação de técnicas compensatórias e de minimização da impermeabilização;
- ✓ medidas técnicas para redução da vulnerabilidade em zonas inundáveis;
- ✓ proposta de legislação e regulamentação em zonas inundáveis;
- ✓ medidas que envolvem técnicas para conviver com o risco de inundação.

O Quadro 2.3 apresenta um resumo das medidas não estruturais consideradas para a bacia do rio Cachoeira, assim como a avaliação de aplicabilidade das mesmas em cada sub bacia estudada.

**QUADRO 2.3**  
**APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS**

Sub-Bacias		A	B	C	D	E	F	G						
								G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
SB-01	Nascente Principal do rio Cachoeira	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-02	Leito Antigo do Rio Cachoeira	+++	+++	+++	+++	+	++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-03	Rio Bom Retiro	++	++	+++	++	+	++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-04	Rio Luiz Tonnemann	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-05	Rio Walter Bandt	++	++	+++	++	+	++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-06	Rio Alvino Vöhl	++	++	+++	++	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-07	Canal da Rua Aracaju	++	++	+++	++	+	+	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-08	Canal da Rua Salvador	++	++	+++	++	+	++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-09	Rio Mirandinha	+++	+++	+++	+++	+	++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-10	Rio Morro Alto	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-11	Vertente Rua Água Marinha	+	+	+++	+	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-12	Vertente Parque de France	+	+	+++	+	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-13	Vertente Lagoa Saguacú	+	+	+++	+	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-14	Rio Mathias	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-15	Vertente Buschile & Lepper	+	+	+++	+	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-16	Vertente Unidade de Obras	+	+	+++	+	+	++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-17	Vertente Ponta Grossa	+++	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-18	Vertente Vick	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-19	Vertente Rua Pedro Álvares Cabral	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+

continua...



**QUADRO 2.3**  
**APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS**

		A	B	C	D	E	F	G						
								G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
SB-20	Vertente Rua Matilde Amim	+++	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-21	Vertente Rua Noruega	+++	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-22	Rio Jaguarão	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-23	Rio Bupeva	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-24	Rio Bucarein	+++	+++	+++	+++	+	++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
SB-25	Rio Itaum-Açú	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
BA-CA	Rio Cachoeira	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+

**LEGENDA**

	+ baixa aplicabilidade ++ média aplicabilidade +++ alta aplicabilidade
A	Zoneamento das Áreas Inundadas
B	Sistema de Precisão e Alerta / Plano de Ação Emergencial
C	Programa de Educação Ambiental
D	Construção a Prova de Enchente
E	Seguros Contra Inundações
F	Controle de Erosão do Solo/Assoreamentos dos Rios
G	Regulamentação Para Controle do Aumento de Vazão devido a Impermeabilização
G1	Bacia de Detenção/Infiltração
G2	Valas e Valetas de Detenção
G3	Trincheiras de Detenção/Infiltração
G4	Poço de Infiltração
G5	Pavimentos Porosos
G6	Revestimentos Permeáveis
G7	Coberturas Armazenadoras

## 2.4 ESTUDO DE ALTERNATIVAS E CONCEPÇÃO DE MEDIDAS ESTRUTURAIS

O estudo de alternativas e de concepção das medidas estruturais envolveu a identificação e dimensionamento de soluções de engenharia para a minimização dos impactos ocasionados por cheias na bacia do rio Cachoeira. Esta etapa contemplou os estudos de engenharia e estudos econômicos com o intuito de minimizar os investimentos financeiros em uma solução de obra.

### 2.4.1 Estudos Econômicos

O estudo econômico foi realizado empregando a metodologia do “Dano Evitado” que parte da premissa que todo o prejuízo causado por uma cheia se transforma em benefício com a implantação de uma solução.

A análise foi realizada em duas etapas, sendo a primeira para a seleção da alternativa e a segunda para definição do período de retorno a ser adotado. O estudo e seleção das alternativas e períodos de retorno foram realizados utilizando a Taxa Interna de Retorno (T.I.R.) e o Valor Presente Líquido (VPL).

Na etapa de seleção de alternativas foram analisados pelos menos três arranjos de solução de obras para um período de recorrência de 25 anos, as quais foram pré-dimensionadas, determinando seus custos de implantação e avaliados seus benefícios

Para a alternativa selecionada foi realizada uma análise benefício/custo para os períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos buscando maximizar esta relação, obtendo o máximo VPL. A análise crítica dos resultados obtidos permitiu estabelecer o período de retorno a ser adotado em cada sub-bacia. Nas sub-bacias em que os estudos econômicos indicaram como melhor solução econômica o período de retorno de 5 anos, foi adotado o período de retorno com máximo VPL para o projeto das obras, excetuado o de 5 anos.

## **2.4.2 Estudos de Engenharia**

Os estudos de engenharia contemplaram as fases de concepção das alternativas, dimensionamento, avaliação de custos e elaboração dos desenhos técnicos.

A fase de concepção de alternativas foi iniciada por análise crítica de cada sub-bacia, buscando formular as soluções mais adequadas a cada local. Através de reunião com técnicos experientes da Unidade de Drenagem da PMJ buscou-se incorporar o seu conhecimento para aprimorar as alternativas em estudo.

Na elaboração de alternativas foram consideradas as soluções baseadas em (i) ampliação do canal e dos dispositivos existentes, implicando em maior impacto à população ribeirinha; (ii) ampliação da capacidade do sistema com utilização de galerias de “by-pass”, obras mais custosas, porém com redução acentuada na desapropriação e no impacto à população ribeirinha; e por fim (iii) na utilização de reservatórios de detenção ou retenção para diminuir e disciplinar as vazões escoadas. Foram também consideradas alternativas com a utilização conjugada destas soluções.

O dimensionamento hidráulico foi realizado utilizando como ferramenta de apoio o software HEC-RAS. Os desenhos técnicos foram elaborados para uma melhor visualização das alternativas e com projetos com um nível de detalhamento compatível com o planejamento das obras.

Os orçamentos das alternativas estudadas, assim como os realizados para seleção do período de retorno, foram desenvolvidos utilizando curvas paramétricas. Para o arranjo selecionado, foi realizado o detalhamento do projeto de engenharia, sendo seu orçamento obtido através da quantificação das obras e serviços envolvidos (volumes de escavação, concreto, etc.) e da aplicação dos custos unitários da PMJ.

## **2.4.3 Aspectos Sociais e Ambientais**

### **2.4.3.1 Atividades Referentes à Consulta Pública e Participação Comunitária**

As ações de participação tiveram como elemento central a democratização de projetos estruturantes, ensejando pressupostos de que todo e qualquer posicionamento da sociedade

civil organizada firma-se no bom nível de conhecimento sobre o tema a ser deliberado, daí a preocupação em oferecer informações com os esclarecimentos necessários para instruir as deliberações. Além disso, a condução do trabalho comunitário objetivou garantir eficiência e sustentabilidade nos projetos de desenvolvimento que sejam ambientalmente, economicamente e socialmente adequados, bem como aprimorar a vitalidade da vida pública da comunidade na experiência de relação transparente e participativa.

As ações realizadas na perspectiva de garantir a participação comunitária foram divididas por diferentes grupos. Um primeiro grupo foi concebido com atores políticos relevantes como os conselhos e autoridades locais. Nesse contexto foram realizadas oito diferentes reuniões. Outro grupo consultado foi constituído por lideranças comunitárias das regiões envolvidas pelas sub-bacias da área de estudo. A consulta teve duas etapas diferentes. Num primeiro momento as lideranças foram chamadas a opinar sobre as manchas de inundação resultantes do estudo, com o objetivo de validação da consistência das mesmas. Num segundo momento, já com as alternativas pré-concebidas, as comunidades foram convocadas por região para opinarem sobre as alternativas previstas. Estas duas etapas, realizadas exclusivamente com a comunidade, envolveram um total de quatorze (14) reuniões.

#### *2.4.3.2 Alternativa Preferencial Indicada pela Comunidade*

Conforme procedimentos definidos em reunião entre o Consórcio, a PMJ e representantes do BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento), as alternativas preferenciais indicadas nas reuniões com as comunidades foram consideradas na seleção da alternativa para cada sub-bacia. Nos casos em que a solução apontada pela sociedade resultou em TIR superior a 12% e custo de implantação não excedente em 50% ao da alternativa de menor custo, a mesma foi adotada. Nos demais casos, foi selecionada a alternativa que resultasse em menor VPL.

#### *2.4.3.3 Aspectos Ambientais*

A bacia do rio Cachoeira está localizada inteiramente na malha urbana do município de Joinville. Desta forma, as principais questões ambientais estão ligadas aos aspectos sociais. Uma característica marcante na bacia do rio Cachoeira é a ocupação de todas as várzeas até a margem do rio, observando muitas vezes a presença de construções sobre o próprio leito dos rios.

Na área urbana observa-se a preservação de áreas de mangue e das partes altas dos morros (acima da cota 40 m), as quais foram incluídas como Áreas de Proteção Ambiental no PDDS (Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável) da cidade.

## **2.5      *MANUAL DE DRENAGEM***

---

O projeto de obras de drenagem urbana requer a participação de profissionais de engenharia capacitados e experientes. Adicionalmente, existem publicados diversos livros de hidrologia e hidráulica, bem como manuais de dimensionamento específicos para obras de drenagem urbana. Assim, a simples compilação de textos contendo métodos, processos de cálculo, etc.

em nada acrescenta ao conhecimento desses profissionais ou melhora a qualidade das obras projetadas.

Para a elaboração do Manual de Drenagem optou-se por uma apresentação mais geral das metodologias de cálculo, as quais estão melhor detalhadas na literatura de referência que sempre poderão e deverão ser consultadas, de maneira a complementar e aprofundar os estudos requeridos.

Na elaboração do Manual de Drenagem procurou-se apresentar critérios e dados específicos para o município de Joinville, avaliando com mais detalhe alguns aspectos muitas vezes negligenciados, como por exemplo, os critérios e conceitos para dimensionar o escoamento em ruas e sarjetas e as captações de águas superficiais para a rede de drenagem.

O Manual de Drenagem foi elaborado em capítulos independentes, a saber:

- ✓ ID-01 - Projeto de Obras de Microdrenagem;
- ✓ ID-02 - Projeto de Obras de Macrodrenagem;
- ✓ ID-03 - Projeto de Obras de Detenção;
- ✓ ID-04 - Precipitação de Projeto;
- ✓ ID-05 - Escoamento Superficial;
- ✓ ID-06 - Método Racional;
- ✓ ID-07 - Método do SCS;
- ✓ ID-08 - Escoamento em Ruas;
- ✓ ID-09 - Rede de Galerias Circulares – Dimensionamento Hidráulico;
- ✓ ID-10 - Rede de Galerias Celulares – Dimensionamento Hidráulico;
- ✓ ID-11 - Bueiros Circulares e Celulares – Dimensionamento Hidráulico;
- ✓ ID-12 - Canais de Macrodrenagem – Dimensionamento Hidráulico;
- ✓ ID-13 - Referências Bibliográficas;
- ✓ ID-14 - Obras Típicas – Desenhos;
- ✓ ID-15 - Especificações de Desenho.

---

## **2.6      *BANCO DE DADOS***

---

No âmbito do PDDU foi desenvolvido e implantado o Sistema de Gerenciamento da Rede de Drenagem (SGRD). O objetivo do sistema é a organização, manutenção e disponibilização das informações obtidas no cadastro da rede de drenagem, incluindo obras de drenagem, rios, valas, canais e projetos existentes na bacia do Rio Cachoeira no município de Joinville.

O SGRD foi desenvolvido em ambiente web, tendo como base o banco de dados geográfico da Prefeitura do Município de Joinville (PMJ) armazenado em PostgreSQL com suporte gráfico através do Postgis.

O SGRD está instalado num servidor na PMJ. O sistema operacional instalado no servidor é o Microsoft Windows 2008 Server com IIS e suporte a linguagem ASP.NET, sendo as páginas desenvolvidas em Visual Basic e Javascript. No sistema os usuários podem realizar consultas aos dados e de acordo com o nível de acesso fazer alterações nas informações alfanuméricas existentes. O acesso as informações gráficas são gerenciadas pelo PostgreSQL.

Para o acesso aos dados geográficos foi utilizado o Mapserver com interface de navegação Openlayers. Através desta interface os mapas são gerados automaticamente de acordo com as consultas do usuário.

A segurança do SGRD é definida por grupos de usuários. Os grupos apresentam funcionalidades diferentes e o acesso ao SGRD é garantido através da utilização do par usuário/senha.

Todas as informações de acesso ao SGRD, consultas ou alterações nos dados são armazenadas no banco de dados. O administrador do SGRD é capaz de visualizar os logs dos eventos no site.

---

## **2.7 SÍNTESE DAS MEDIDAS E AÇÕES PROPOSTAS**

---

No Tomo II deste relatório são apresentadas as fichas técnicas das medidas estruturais e não estruturais para as sub-bacias estudadas no PDDU.

## **3. DEFINIÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DAS INTERVENÇÕES PROPOSTAS**

A definição e hierarquização das intervenções propostas nas sub-bacias estudadas envolvem múltiplos aspectos, quase sempre de difícil comparação direta. Assim, foi proposta pelo Consórcio ENGECORPS/HIDROSTUDIO/BRLI a elaboração de uma matriz de decisão que possibilitasse considerar de forma adequada esses múltiplos fatores.

Considerando o aspecto multidisciplinar da avaliação, a matriz de decisão utilizada, incluindo a definição dos parâmetros, pesos e critérios de valoração, foi elaborada com base em deliberações de uma equipe composta por técnicos do Consórcio e da PMJ das áreas de engenharia, economia e sócio-ambiental, seguida por discussão e validação com as secretarias de Infraestrutura, Planejamento e Serviço Social da PMJ.

---

### **3.1 OBRAS INICIAIS**

---

Inicialmente, com base em recomendação do Consórcio, foi estabelecida prioridade de implantação das obras na calha principal do rio Cachoeira, em decorrência de dois fatores:



- ✓ a realização de obras nos afluentes provoca incremento da cheia a jusante, na calha do rio Cachoeira, aumentando as condições de inundação no seu entorno. A realização de obras em alguns afluentes de pequeno porte, no entanto, não resulta em efeitos significativos no rio Cachoeira.
- ✓ sem que sejam resolvidos os problemas de cheia no rio principal, as obras realizadas nos afluentes não são efetivas para a porção jusante do afluente, em decorrência do remanso provocado pelo rio principal.

Considerando o porte das intervenções e os recursos envolvidos para a realização dessas obras, o Consórcio propõe que as obras do rio Cachoeira sejam subdivididas em blocos de obras, considerando as características hidráulicas e das soluções a serem implantadas:

- ✓ Bloco 1 – Desde a foz na Lagoa do Saguau até a foz da Vertente do Morro Boa Vista - Unidade de Obras. Devido à existência de extensa faixa de mangues lateralmente ao rio Cachoeira, as perdas no trecho são baixas, possibilitando que a dragagem do canal, neste trecho e caso necessária, seja realizada após a implantação das demais obras na bacia do rio Cachoeira.
- ✓ Bloco 2 – Entre a foz da Vertente do Morro Boa Vista - Unidade de Obras e a foz do rio Busch & Lepper, onde está prevista a realização de obras de dragagem e de contenção com gabiões. A implantação deste trecho libera a realização de obras nos rios Bucarein e Jaguarão.
- ✓ Bloco 3 – A montante da foz da Vertente do Morro Boa Vista - Busch & Lepper está prevista a realização de obras de dragagem e de contenção com paredes diafragma, implicando na contratação de empreiteiros com capacidade e experiência na execução destas obras. Considerando o custo total das obras recomenda-se a divisão deste tramo em três sub-trechos. O Bloco 3 deve se estender até a foz do rio Morro Alto, possibilitando aumentar a eficiência das obras nos rios Morro Alto e Mathias.
- ✓ Bloco 4 – Com as mesmas características de obras do Bloco 3, este segmento se estende até a foz do rio Bom Retiro.
- ✓ Bloco 5 – A montante da foz do rio Bom Retiro, podendo as contenções laterais do rio ser executadas com soluções e métodos construtivos de menor complexidade, a serem confirmados quando de maior conhecimento dos materiais de fundação nas fases de detalhamento e aprofundamento dos projetos.

Além do rio Cachoeira, dois rios deverão ter suas obras implantadas prioritariamente:

- ✓ Rio Morro Alto, objeto de estudo anterior pela PMJ e cujas obras já estão em andamento com financiamento do BID;

- ✓ Rio Mathias, integrante do estudo atual e incluído no PAC-2 (Programa de Aceleração do Crescimento – 2) do Governo Federal em tratativas iniciadas antes da conclusão deste plano.

### **3.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO/HIERARQUIZAÇÃO DAS OBRAS**

---

Para a seleção e hierarquização das obras na bacia do rio Cachoeira foi utilizada uma matriz que considerou 16 (dezesseis) parâmetros de avaliação reunidos em 4 (quatro) componentes-síntese, objetivando definir um índice de prioridade. Para cada parâmetro foi definida uma variável para cálculo de um índice de prioridade, variando entre 1 e 5. Utilizando pesos relativos para ponderação dos parâmetros de cada componente-síntese foi calculado o índice de prioridade para cada sub-bacia e componente síntese.

O índice de prioridade final para cada sub-bacia foi obtido, por sua vez, utilizando pesos relativos para ponderação entre as componentes-síntese. A seguir é apresentada listagem dos parâmetros de avaliação utilizados, agrupados por componente síntese. O detalhamento dos critérios utilizados para valoração de cada parâmetro está apresentado na sequência.

- ✓ Componente-Síntese: **Custo das Obras** (Peso de Ponderação = 6)
  - ✧ Custo Total das Obras (Peso = 5)
  - ✧ Custo Unitário das Obras (Peso = 6)
  - ✧ Custo de Obra por Área Inundada (Peso = 6)
  - ✧ Custo de Obras per Cápita (Peso = 7)
  - ✧ Relação Custo de Desapropriação/Custo de Obras (Peso = 7)
- ✓ Componente-Síntese – **Índices Econômicos** (Peso = 4)
  - ✧ Relação VPL/Custo Total das Obras (Peso = 3)
  - ✧ Relação Benefício/Custo (Peso = 4)
- ✓ Componente-Síntese – **Meio Ambiente** (Peso = 6)
  - ✧ Viabilização de Parques Lineares 1 (Peso = 6)
  - ✧ Viabilização de Parques Lineares 2 (Peso = 6)
- ✓ Componente-Síntese – **Social** (Peso = 9)
  - ✧ População Afetada pela Inundação (Peso = 9)
  - ✧ Interrupção de Tráfego (Peso = 8)
  - ✧ Frequência de Alagamentos (Peso = 9)
  - ✧ Equipamentos Urbanos (Peso = 9)
  - ✧ Pólos de Movimentação (Peso = 7)

- ✧ Risco de Vida/Acidentes (Peso = 10)
- ✧ Aderência da Solução (Peso = 2)

### **3.2.1 Critérios para Valoração dos Parâmetros**

#### **3.2.1.1 Componente-Síntese – Custo das Obras - Peso de Ponderação - 6**

##### **a) Custo Total das Obras - Peso de Ponderação – 5**

Este parâmetro procurou avaliar a dificuldade da PMJ em obter recursos e viabilizar linhas de financiamento para realização das obras, priorizando aquelas que fossem menos dispendiosas no orçamento total.

Critério adotado - Orçamento das Obras

Menor orçamento – Nota 5

Maior orçamento – Nota 1

Proporcionalidade direta para estabelecimento de notas para as demais sub-bacias.

##### **b) Custo Unitário das Obras - Peso de Ponderação – 6**

Este parâmetro buscou priorizar a implantação de obras em redes de macrodrenagem com menor custo por extensão total da rede.

Critério Adotado - Orçamento das Obras / Extensão da Macrodrenagem

Menor custo unitário – Nota 5

Maior custo unitário – Nota 1

Proporcionalidade direta para estabelecimento de notas para as demais sub-bacias.

##### **c) Custo de Obra por Área Inundada - Peso de Ponderação – 6**

Este parâmetro procurou priorizar obras que maximizassem a redução do total de áreas alagadas por valor investido.

Critério Adotado - Orçamento das Obras / Área Inundada (Cenário do Prognóstico para TR = 25 anos)

Menor custo unitário – Nota 5

Maior custo unitário – Nota 1

Proporcionalidade direta para estabelecimento de notas para as demais sub-bacias.

**d) Custo de Obras per Cápite - Peso de Ponderação – 7**

Este parâmetro procurou priorizar obras que maximizassem o atendimento da população da sub-bacia por valor investido

Critério Adotado - Orçamento das Obras / População Residente na sub-Bacia (Horizonte de Projeto)

Menor custo unitário – Nota 5

Maior custo unitário – Nota 1

Proporcionalidade direta para estabelecimento de notas para as demais sub-bacias.

**e) Relação Custo de Desapropriação/Custo de Obras - Peso de Ponderação – 7**

Este parâmetro procurou priorizar intervenções com menor valor de desapropriação em relação ao custo das obras, avaliando também a dificuldade da PMJ em atender a contrapartida do custo de desapropriação nos casos de financiamento.

Critério Adotado – Relação entre o custo de desapropriação e o custo total para implantação das obras

Menor custo relativo – Nota 5

Maior custo relativo – Nota 1

Proporcionalidade direta para estabelecimento de notas para as demais sub-bacias.

**3.2.1.2 Componente-Síntese – Índices Econômicos - Peso de Ponderação – 4**

**a) Relação VPL/Custo Total das Obras - Peso de Ponderação – 3**

Este parâmetro procurou priorizar obras que maximizassem o retorno do investimento feito pela PMJ.

Critério Adotado – Relação entre o VPL obtido nos estudos econômicos e o custo total das obras.

Valor Máximo – Nota 5

Valor Mínimo – Nota 1

Proporcionalidade direta para estabelecimento de notas para as demais sub-bacias.

**b) Relação Benefício/Custo - Peso de Ponderação – 4**

Este parâmetro buscou priorizar obras que maximizassem o benefício auferido pelo investimento feito pela PMJ.

Critério Adotado – Comparação dos Índices Benefício/Custo.

Valor Máximo – Nota 5

Valor Mínimo – Nota 1

Proporcionalidade direta para estabelecimento de notas para as demais sub-bacias.

### *3.2.1.3 Componente-Síntese – Meio Ambiente - Peso de Ponderação - 6*

#### **a) Viabilização de Parques Lineares 1 - Peso de Ponderação – 6**

Este parâmetro buscou priorizar obras que maximizassem a possibilidade de criação de parques lineares utilizando os terrenos remanescentes da desapropriação na bacia do rio Cachoeira.

Critério Adotado – Área desapropriada remanescente após a implantação das obras.

Valor Máximo – Nota 5

Ausência de Áreas – Nota 1

Proporcionalidade direta para estabelecimento de notas para as demais sub-bacias.

#### **b) Viabilização de Parques Lineares 2 - Peso de Ponderação – 6**

Este parâmetro buscou priorizar obras que maximizassem a possibilidade de criação de parques lineares nos terrenos remanescentes da desapropriação na própria sub-bacia.

Critério Adotado - relação entre comprimento de canais abertos de drenagem/extensão da rede de macrodrenagem

Solução integral em canal aberto – Nota 5

Ausência de Canal – Nota 1

Proporcionalidade direta para estabelecimento de notas para as demais sub-bacias.

### *3.2.1.4 Componente-Síntese – Social - Peso de Ponderação - 9*

#### **a) População Afetada pela Inundação - Peso de Ponderação – 9**

Este critério buscou priorizar obras que maximizassem o atendimento da população residente nas áreas inundadas.

Critério Adotado - Número de imóveis residenciais cadastrados na Área Inundada.

Valor Máximo – Nota 5

Valor Mínimo – Nota 1

Proporcionalidade direta para estabelecimento de notas para as demais sub-bacias.



**b) Interrupção de Tráfego - Peso de Ponderação – 8**

Este parâmetro buscou priorizar obras em locais onde fossem observados maiores problemas de interrupção de tráfego decorrentes da inundação das vias de circulação.

Critério Adotado – Ocorrência de alagamento de vias estruturais, principais e secundárias.

Inundação de via estrutural – Nota 5 (Estradas Intermunicipais, Rodovias Estaduais, Rodovias Federais e Eixos Principais)

Inundação de via principal – Nota 3 (Eixos Secundários)

Inundação de via secundária – Nota 1 (demais vias).

**c) Frequência de Alagamentos - Peso de Ponderação – 9**

Este parâmetro buscou priorizar obras em locais onde os problemas de cheias apresentassem maior frequência.

Critério Adotado - Período de Retorno mínimo atendido pelas obras existentes no cenário do Prognóstico.

Tr < 5 anos – Nota 5

Tr = 5 anos – Nota 3

Tr = 10 anos – Nota 1

Obs. Quando Tr >= 25 anos não há previsão de obras.

**d) Equipamentos Urbanos - Peso de Ponderação – 9**

Este parâmetro buscou priorizar obras em locais onde há maiores dificuldades de acesso da população a serviços urbanos.

Critério Adotado – Número total de escolas, hospitais, postos de saúde, terminais de ônibus, etc. na zona de inundação (Cenário do Prognóstico para TR = 25 anos).

Valor Máximo – Nota 5

Ausência de equipamentos – Nota 1

Proporcionalidade direta para estabelecimento de notas para as demais sub-bacias.

**e) Pólos de Movimentação - Peso de Ponderação – 7**

Este parâmetro buscou priorizar obras em locais onde fosse observada maior dificuldade de acesso da população ao comércio.

Critério Adotado - Número de Imóveis não residenciais na área de inundação.

Número máximo – Nota 5

Ausência de imóveis – Nota 1

Proporcionalidade direta para estabelecimento de notas para as demais sub-bacias.

**f) Risco de Vida/Acidentes - Peso de Ponderação – 10**

Este parâmetro buscou priorizar obras onde existisse o risco de ocorrência de acidentes humanos e risco de vida devido à altura da lâmina de inundação.

Critério Adotado - altura máxima da lâmina d'água fora da calha do rio – (Cenário do Prognóstico para TR = 25 anos)

$h \leq 1,0 \text{ m}$  – Nota 1

$1,0 < h \leq 2,0 \text{ m}$  – Nota 3

$2,0 \text{ m} < h$  – Nota 5

**g) Aderência da Solução - Peso de Ponderação – 2**

Este parâmetro buscou priorizar obras que estivesse em consonância com a percepção expressada pela sociedade nas audiências públicas.

Critério Adotado - Compatibilidade entre a solução final e a vislumbrada pela população como mais apropriada.

Atendimento pleno – Nota 5

Atendimento parcial – Nota 3

Não atendimento – Nota 1

Sem consulta popular – Nota 1

**3.2.2 Aplicação dos Critérios e Resultados da Hierarquização**

Aplicando-se os critérios definidos na matriz foram estabelecidos os índices de prioridade apresentados no Quadro 3.1. A pontuação final para cada componente síntese e sub-bacia foi obtida com a ponderação e aplicação dos pesos e notas estabelecidas.

O Quadro 3.2 apresenta o resumo final dos resultados com o ordenamento e hierarquização obtida para as sub-bacias envolvidas com os respectivos índices de prioridade.

**QUADRO 3.1**  
**HIERARQUIZAÇÃO DAS OBRAS DAS SUB-BACIAS – ÍNDICES DE PRIORIDADE**

Componente Síntese	i	Parâmetro de Avaliação	PESO	SB-01	SB-02	SB-03	SB-04	SB-05	SB-06	SB-07	SB-08	SB-09	SB-11	SB-14	SB-15	SB-16	SB-17	SB-20	SB-22	SB-23	SB-24	SB-25	CA
<b>CUSTOS DAS OBRAS</b>	1	Custo de Obras	5	4,7	4,9	4,8	4,7	4,7	4,7	4,9	4,9	4,7	5,0	4,4	5,0	5,0	5,0	5,0	4,1	4,9	3,9	3,5	1,0
	2	Custo Unitário de Obras	6	3,3	4,8	2,7	3,6	3,5	3,3	4,4	4,5	4,2	4,9	2,8	5,0	4,9	4,6	4,9	1,0	4,8	2,8	3,3	1,2
	3	Custo de Obras por área inundada	6	4,0	4,9	4,2	3,8	3,7	3,4	3,2	3,7	3,5	1,0	3,8	2,9	1,7	1,2	3,6	4,1	5,0	4,3	4,8	4,4
	4	Custo de Obras per cápita	7	4,6	4,9	4,7	4,8	4,8	4,7	4,7	4,8	4,9	4,8	4,4	5,0	1,0	4,4	4,9	4,5	5,0	4,9	4,9	5,0
	5	Desapropriação/Custo Obras	7	3,0	5,0	1,2	4,4	4,3	5,0	5,0	4,7	4,9	5,0	4,4	4,9	4,4	5,0	4,9	1,0	3,7	4,4	4,3	4,4
<b>ÍNDICES ECONÔMICOS</b>	8	VPL/Custo Total	3	3,9	4,9	4,4	4,1	4,1	4,8	4,5	4,6	4,4	4,5	5,0	4,5	4,5	4,5	4,5	2,3	4,8	3,3	3,6	1,0
	9	Benefício/Custo	4	1,3	5,0	2,0	1,2	1,1	2,9	1,7	2,3	1,7	1,8	2,7	1,0	1,3	1,2	1,5	1,5	3,8	1,4	1,8	1,5
<b>MEIO AMBIENTE</b>	10	Viab, Parques Lineares - 1	6	3,3	1,0	1,4	2,5	1,9	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,7	1,3	2,2	5,0	4,2
	11	Viab, Parques Lineares - 2	6	4,8	1,0	4,5	4,7	2,8	3,3	2,2	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	4,1	4,9	3,1	4,9	5,0
<b>SOCIAL</b>	6	População Afetada Inundação	9	1,3	1,2	1,4	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	2,4	1,4	2,8	5,0	2,4
	7	Interrupção de Tráfego	8	5	5	5	1	1	3	5	3	5	5	5	3	1	3	1	5	1	5	5	5
	12	Frequência de Alagamentos	9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	13	Equipamentos Urbanos	9	1,4	1,4	2,2	1,0	1,8	1,0	1,0	1,4	1,4	1,0	2,2	1,0	1,0	1,0	1,0	2,2	3,0	3,4	5,0	2,2
	14	Pólos Movimentação	7	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,0	1,1	1,4	1,3	1,1	1,9	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	1,1	2,6	2,5	5,0
	15	Risco de Vida / Acidentes	10	5	5	5	5	5	5	3	3	5	1	5	1	1	1	5	5	5	5	5	5
	16	Aderência da Solução	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	5	1	1	1
		<b>Componente-Síntese</b>	<b>PESO</b>	<b>SB-01</b>	<b>SB-02</b>	<b>SB-03</b>	<b>SB-04</b>	<b>SB-05</b>	<b>SB-06</b>	<b>SB-07</b>	<b>SB-08</b>	<b>SB-09</b>	<b>SB-11</b>	<b>SB-14</b>	<b>SB-15</b>	<b>SB-16</b>	<b>SB-17</b>	<b>SB-20</b>	<b>SB-22</b>	<b>SB-23</b>	<b>SB-24</b>	<b>SB-25</b>	<b>CA</b>
		CUSTO DAS OBRAS	6	3,89	4,93	3,46	4,27	4,20	4,25	4,45	4,52	4,49	4,15	3,95	4,55	3,31	4,05	4,67	2,88	4,66	4,10	4,21	3,37
		ÍNDICES ECONÔMICOS	4	2,43	4,94	3,07	2,41	2,40	3,71	2,90	3,30	2,88	2,95	3,66	2,48	2,67	2,61	2,79	1,84	4,24	2,21	2,52	1,30
		MEIO AMBIENTE	6	4,06	1,00	2,99	3,61	2,36	2,19	1,58	1,00	1,02	1,00	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	3,38	3,13	2,67	4,97	4,60
		SOCIAL	9	3,13	3,13	3,27	2,49	2,62	2,73	2,65	2,47	3,14	2,28	3,41	1,96	1,67	1,97	2,41	3,82	2,97	3,91	4,53	3,95
		RESULTADO FINAL		3,43	3,34	3,22	3,17	2,90	3,12	2,87	2,74	2,91	2,53	3,03	2,44	2,06	2,34	2,68	3,17	3,62	3,38	4,24	3,54

**QUADRO 3.2**  
**HIERARQUIZAÇÃO DAS INTERVENÇÕES NAS SUB-BACIAS**

<i>Ranking</i>	<i>Nº</i>	<i>Sigla PMJ</i>	<i>Bacia/Sub-Bacia</i>	<i>Índice de Prioridade</i>
1º	SB-25	CA-IA	Rio Itaum-Açú	4,236
2º	SB-23	CA-BU	Rio Bupeva	3,619
3º	SB-26	CA	Rio Cachoeira	3,542
4º	SB-01	CA-NC	Nascente do rio Cachoeira	3,426
5º	SB-24	CA-BC	Rio Bucarein	3,384
6º	SB-02	CA-LA	Leito Antigo do rio Cachoeira	3,340
7º	SB-03	CA-BR	Rio Bom Retiro	3,219
8º	SB-22	CA-JÁ	Rio Jaguarão	3,175
9º	SB-04	CA-LT	Rio Luiz Tonnemann	3,172
10º	SB-06	CA-AV	Rio Alvino Vöhl	3,121
11º	SB-14	CA-MT	Rio Mathias	3,026
12º	SB-09	CA-MI	Rio Mirandinha	2,913
13º	SB-05	CA-WB	Rio Walter Brandt	2,901
14º	SB-07	CA-AR	Vertente do Morro do Boa Vista - Cana Aracajú	2,865
15º	SB-08	CA-SA	Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador	2,744
16º	SB-20	CA-MD	Vertente do Morro do Boa Vista - Matilde Amim	2,675
17º	SB-11	CA-AM	Vertente do Morro do Boa Vista - Água Marinha	2,528
18º	SB-15	CA-BL	Vertente do Morro do Boa Vista - Buschle & Lepper	2,436
19º	SB-17	CA-VI	Vertente do Morro do Boa Vista - Vick	2,339
20º	SB-16	CA-UO	Vertente do Morro do Boa Vista - Unidade de Obras	2,062

## **4. FONTES DE RECURSO E FINANCIAMENTO**

### **4.1 RECURSOS PRÓPRIOS**

A viabilidade de implantar as obras do PDDU com a utilização de recursos próprios é função direta da capacidade de investimento da Prefeitura Municipal. Visando uma primeira avaliação desta capacidade foi consultado o LOA (Lei Orçamentária Anual) de Joinville para o ano de 2011, destacando-se os seguintes valores:

- ✓ Total da Receita/Despesa previstos para o ano de 2011 ..... R\$ 1.594.000.000,00
- ✓ Despesa total prevista para a Secretaria de Infraestrutura Urbana (SEINFRA) ..... R\$ 244.375.920,00
- ✓ Valor total de despesas correntes ..... R\$ 1.051.295.387,00
- ✓ Valor total de Investimentos ..... R\$ 311.926.925,00
- ✓ Valor total de despesas com Infraestrutura Urbana ..... R\$ 164.738.920,00
- ✓ Despesas com obras de arte, drenagens e dragagens – SEINFRA ..... R\$ 26.137.000,00

Estes valores registram baixa capacidade de investimento da PMJ para as obras de drenagem, na situação atual.

---

## **4.2 ORÇAMENTO GERAL DA UNIÃO (OGU)**

---

A implantação de obras de melhoria da infra-estrutura urbana é um dos objetivos do Ministério das Cidades. Atualmente, as verbas destinadas a este tipo de obras integram o PAC – Programa de Aceleração do Crescimento.

Quando constantes do OGU – Orçamento Geral da União são verbas aplicadas a fundo perdido, exigindo um contrapartida por parte do poder municipal. Para o caso de Joinville a contrapartida municipal é de 20%, considerando o IDH do município.

Foi solicitada pela PMJ a inclusão das obras de drenagem do rio Mathias no PAC, estando em curso as tratativas para celebração do convênio correspondente.

---

## **4.3 LINHAS DE FINANCIAMENTO**

---

Os governos federal e estadual de Santa Catarina contam com programas de financiamento para obras de infra-estrutura, entre os quais podem ser citados:

### **4.3.1 PAC – Financiamento**

Dentro dos programas do PAC o Governo Federal possibilita o acesso a créditos especiais para implantação de infra-estrutura urbana, com financiamento pela Caixa Econômica Federal ou pelo BNDES. Estes financiamentos são obtidos com as seguintes regras:

- ✓ Contrapartida municipal de 20%;
- ✓ Prazo de carência de 48 meses;
- ✓ Prazo de amortização de 20 anos;
- ✓ Taxa de juros de 8% a 9% ao ano.

### **4.3.2 BADESC**

Na esfera estadual o BADESC oferece financiamento para implantação de obras de infra-estrutura e melhoria de serviços nos municípios do Estado de Santa Catarina. O programa, denominado Cidades, apresenta as seguintes condições:

- ✓ Financiamento de 100% do investimento, sem contrapartida;
- ✓ Carência máxima de 12 meses;
- ✓ Pagamento em prestações mensais em no máximo 12 meses;
- ✓ Taxa de juros de 15% a.a.



### **4.3.3 Bancos Internacionais**

Diversos bancos internacionais de desenvolvimento possuem linhas de crédito para projeto e implantação de obras de infra-estrutura. Dentre estes se destaca o BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento, como qual a PMJ mantém programa de financiamento para implantação do Projeto Viva Cidade - Projeto de Revitalização Ambiental e Qualificação Urbana em Áreas das Bacias Elementares dos Rios Cachoeira, Cubatão e Piraí, no âmbito do qual foi contratada a elaboração do presente PDDU.

As condições de financiamento estabelecidas pelo BID são:

- ✓ Prazo de Carência -5 anos;
- ✓ Prazo para pagamento – 20 anos;
- ✓ Taxa de Consignação de Crédito – 0,25% a.a.;
- ✓ Taxa de Juros – Libor (atualmente em cerca de 1,4% a.a.);
- ✓ Contrapartida – 30%.

### **4.4 ANÁLISES INICIAIS PARA CAPTAÇÃO DE RECURSOS**

---

O custo total para implantação do PDDU do rio Cachoeira, conforme orçado nos estudos realizados, é de R\$ 1.289.801.267,19. Para uma primeira avaliação das parcelas de desembolso envolvidas foi considerada a realização das obras num período de dez anos. Adotando prazo de carência de 3 anos, prazo de 25 anos para pagamento e taxa de juros de 10% a.a. resultam prestações anuais crescentes até valores da ordem de R\$ 226.000.000,00 no décimo terceiro ano, mantendo este valor por mais de 20 anos.

Estes valores são inviáveis, à luz do orçamento de 2011, pois durante este período de mais de 20 anos praticamente todo o orçamento da SEINFRA seria consumido com as obrigações decorrentes da implantação das obras de drenagem preconizadas para a bacia do rio Cachoeira.

Uma segunda avaliação de implantação das obras considerou a realização das mesmas num período de 20 anos, com aplicação de recursos próprios da PMJ. Nesta situação deve ser feita uma inversão de cerca de R\$ 64.500.000,00 por ano, durante este período. Apesar de representar pouco mais de 1/3 do dispêndio da primeira avaliação, este valor é também inviável quando considerado o orçamento de 2011, pois representa cerca de metade de todo o investimento municipal em infraestrutura urbana e pouco mais de três vezes o valor previsto em 2011 para Despesas com Obras de Arte, Drenagens e Dragagens – SEINFRA em todo o município.

Portanto, para implantação das obras do PDDU do rio Cachoeira será necessário realizar as seguintes ações, isoladamente ou de preferência conjuntamente:

- ✓ inclusão das obras em investimentos a fundo perdido (como é o caso das obras do rio Mathias, atualmente em negociação para inclusão no PAC-2, com verbas do OGU)
- ✓ incrementar a arrecadação municipal, destinando mais verbas para drenagem;
- ✓ criação de taxa específica para drenagem.

#### **4.5      TAXA DE DRENAGEM**

---

A Lei Federal 11.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, incluindo neste item a drenagem urbana, ou seja, o conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

De acordo com esta lei os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços. No caso de manejo de águas pluviais urbanas será na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades.

A cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas deve levar em conta, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água de chuva.

A Lei Federal 11.445/2007 é uma resposta aos municípios que não tem capacidade financeira para naturalmente resolver seus problemas de drenagem pluvial. Com a criação de um serviço de águas pluviais (no âmbito da PMJ ou através de concessão) passa a ser viável a realização desses serviços, os quais seriam pagos através da cobrança de taxas específicas.

### **5.      CRONOGRAMA DE INTERVENÇÕES E AVALIAÇÃO DE BENEFÍCIOS**

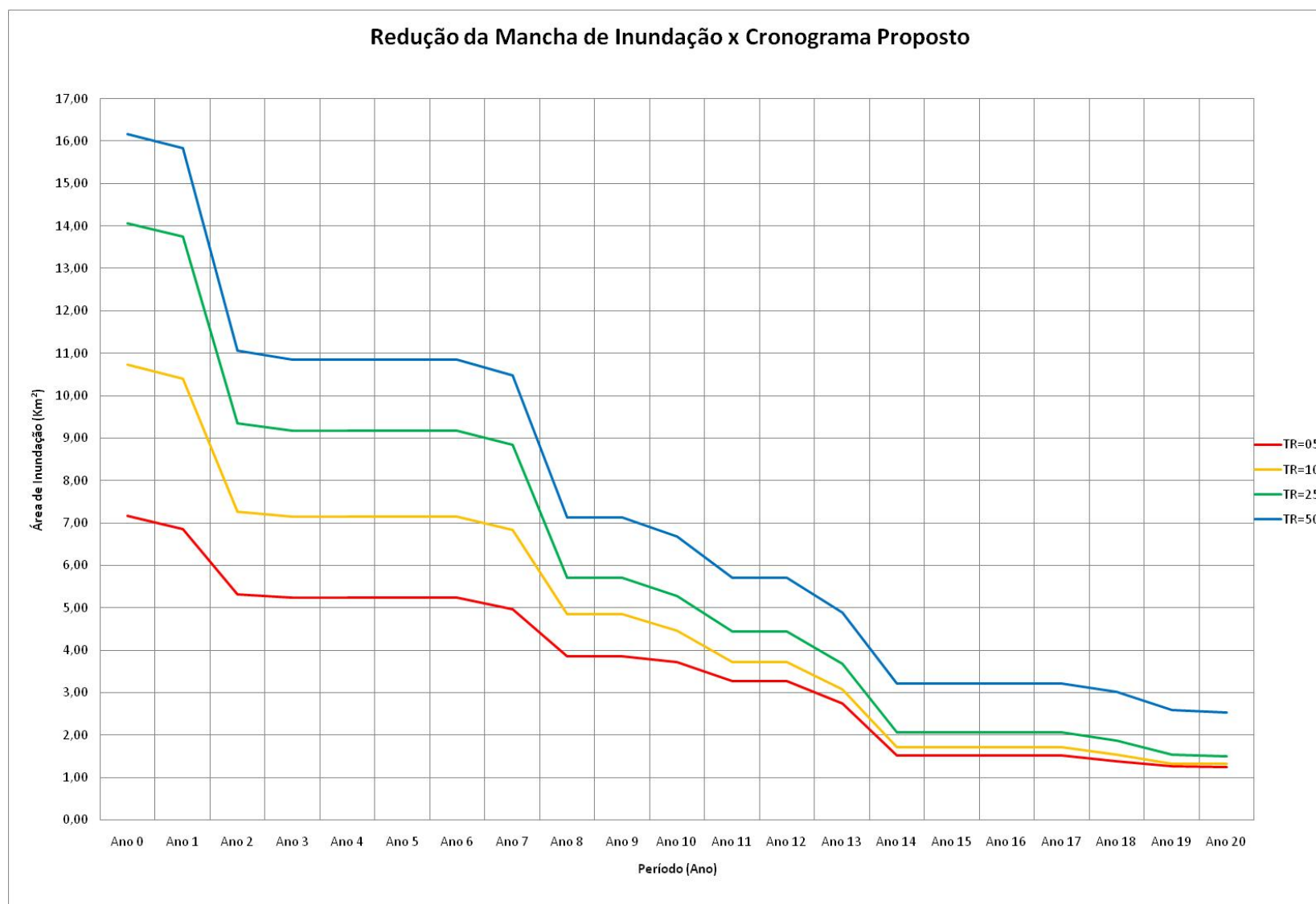
Considerando o exposto quanto às dificuldades de obtenção de recursos financeiros propõe-se a implantação das obras em período de 20 anos, com a viabilização de recursos através de linhas de financiamento e/ou da criação da taxa de drenagem. É importante ressaltar que devem ser envidados esforços para acelerar a implantação das obras, seja através de outras verbas orçamentárias da própria PMJ, seja através de utilização de verbas federais ou estaduais, como por exemplo o programa PAC-2, no qual se inserem as obras do rio Mathias.

O Quadro 5.1 apresenta um cronograma físico financeiro vislumbrando como referência inicial para implantação das obras de drenagem na Bacia do rio Cachoeira.

Com a implantação das obras ocorrerá uma redução gradativa das áreas inundadas decorrentes de precipitações intensas na bacia do rio Cachoeira. A Figura 5.1 apresenta a redução esperada, quando considerado o cronograma de obras proposto.

**QUADRO 5.1**  
**CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO**

Bacia	Custo Total (R\$)	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Sub-Bacia Rio Itaum-Açú	R\$ 170.140.840,82							R\$ 17.014.084,08	R\$ 56.146.477,47	R\$ 62.952.111,10	R\$ 34.028.168,16
Sub-Bacia Rio Bupeva	R\$ 12.750.584,81							R\$ 3.825.175,44	R\$ 8.925.409,37		
Bacia Rio Cachoeira	R\$ 421.569.908,66	R\$ 63.235.486,30	R\$ 63.235.486,30	R\$ 63.235.486,30	R\$ 63.235.486,30	R\$ 63.235.486,30	R\$ 63.235.486,30	R\$ 42.156.990,87			
Sub-Bacia Nascente do Cachoeira	R\$ 51.600.753,48										R\$ 20.640.301,39
Sub-Bacia Rio Bucarein	R\$ 121.465.666,58										R\$ 8.502.596,66
Sub-Bacia Leito Antigo do Cachoeira	R\$ 7.650.747,30										
Sub-Bacia Rio Bom Retiro	R\$ 47.718.175,03										
Sub-Bacia Rio Jaguarão	R\$ 226.732.030,68										
Sub-Bacia Rio Luiz Tonnemann	R\$ 34.878.134,81										
Sub-Bacia Rio Alvino Vöhl	R\$ 23.555.187,54										
Sub-Bacia Rio Mathias	R\$ 70.274.436,16	R\$ 52.705.827,12	R\$ 17.568.609,04								
Sub-Bacia Rio Mirandinha	R\$ 25.122.504,47										
Sub-Bacia Rio Walter Brandt	R\$ 33.924.864,21										
Sub-Bacia Canal Aracajú	R\$ 13.124.467,24										
Sub-Bacia Canal Salvador	R\$ 11.365.783,38										
Sub-Bacia Vertente Matilde Amim	R\$ 3.754.293,83										
Sub-Bacia Vertente Água Marinha	R\$ 3.993.063,25										
Sub-Bacia Vertente Buschle e Lepper	R\$ 4.951.024,64										
Sub-Bacia Vertente Vick	R\$ 3.243.151,45										
Sub-Bacia Unidade de Obras	R\$ 1.985.648,85										
Manutenção	R\$ 16.703.861,34	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13
		R\$ 117.611.699,55	R\$ 82.474.481,47	R\$ 64.905.872,43	R\$ 64.905.872,43	R\$ 64.905.872,43	R\$ 64.905.872,43	R\$ 64.666.636,52	R\$ 66.742.272,97	R\$ 64.622.497,24	R\$ 64.841.452,35
											continua...
											continuação...
Bacia	Custo Total (R\$)	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
Sub-Bacia Rio Itaum-Açú	R\$ 170.140.840,82										
Sub-Bacia Rio Bupeva	R\$ 12.750.584,81										
Bacia Rio Cachoeira	R\$ 421.569.908,66										
Sub-Bacia Nascente do Cachoeira	R\$ 51.600.753,48	R\$ 30.960.452,09									
Sub-Bacia Rio Bucarein	R\$ 121.465.666,58	R\$ 31.581.073,31	R\$ 60.732.833,29	R\$ 20.649.163,32							
Sub-Bacia Leito Antigo do Cachoeira	R\$ 7.650.747,30			R\$ 3.825.373,65	R\$ 3.825.373,65						
Sub-Bacia Rio Bom Retiro	R\$ 47.718.175,03		R\$ 2.385.908,75	R\$ 31.016.813,77	R\$ 14.315.452,51						
Sub-Bacia Rio Jaguarão	R\$ 226.732.030,68			R\$ 6.801.960,92	R\$ 43.079.085,83	R\$ 61.217.648,28	R\$ 61.217.648,28	R\$ 54.415.687,36			
Sub-Bacia Rio Luiz Tonnemann	R\$ 34.878.134,81							R\$ 6.975.626,96	R\$ 27.902.507,85		
Sub-Bacia Rio Alvino Vöhl	R\$ 23.555.187,54								R\$ 11.777.593,77	R\$ 11.777.593,77	
Sub-Bacia Rio Mathias	R\$ 70.274.436,16										
Sub-Bacia Rio Mirandinha	R\$ 25.122.504,47								R\$ 12.561.252,24	R\$ 12.561.252,24	
Sub-Bacia Rio Walter Brandt	R\$ 33.924.864,21									R\$ 16.962.432,11	R\$ 16.962.432,11
Sub-Bacia Canal Aracajú	R\$ 13.124.467,24									R\$ 656.223,36	R\$ 12.468.243,88
Sub-Bacia Canal Salvador	R\$ 11.365.783,38									R\$ 504.255,70	R\$ 10.861.527,68
Sub-Bacia Vertente Matilde Amim	R\$ 3.754.293,83										R\$ 3.754.293,83
Sub-Bacia Vertente Água Marinha	R\$ 3.993.063,25										R\$ 3.993.063,25
Sub-Bacia Vertente Buschle e Lepper	R\$ 4.951.024,64										R\$ 4.951.024,64
Sub-Bacia Vertente Vick	R\$ 3.243.151,45										R\$ 3.243.151,45
Sub-Bacia Unidade de Obras	R\$ 1.985.648,85										R\$ 1.985.648,85
Manutenção	R\$ 16.703.861,34	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13	R\$ 1.670.386,13
		R\$ 64.211.911,53	R\$ 64.789.128,18	R\$ 63.963.697,79	R\$ 62.890.298,12	R\$ 62.888.034,42	R\$ 62.888.034,42	R\$ 63.061.700,46	R\$ 53.911.739,99	R\$ 44.132.143,31	R\$ 59.889.771,81



**Figura 5.1 – Redução da Área Inundada Quando Considerado o Cronograma Proposto.**

## **6. DIRETRIZES PARA GESTÃO DO PLANO**

A Prefeitura do Município de Joinville tem atualmente uma estrutura para atuação no município nas áreas de planejamento, gestão e drenagem na qual se destacam as seguintes entidades:

- ✓ SEINFRA – Secretaria de Infraestrutura Urbana;
- ✓ SEPLAN – Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão;
- ✓ IPPUJ - Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville.

Tradicionalmente as obras de infraestrutura urbana tem sido responsabilidade da SEINFRA, as quais têm sido implantadas de forma isolada. Esta secretaria é também a responsável pela construção de obras públicas em geral de propriedade do município, aprovação de construções particulares e alvarás para localização de empresas.

O IPPUJ, responsável pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Joinville (PDDS), através da unidade de planejamento, desenvolve estudos e projetos de leis referentes à Estruturação e Ordenamento Territorial do município e de diversas leis que complementam o PDDS, além de analisar diferentes projetos de novos empreendimentos que se instalam no município de Joinville. A Unidade de Projetos do IPPUJ é responsável pela elaboração de projetos de arquitetura e de engenharia, especificações e orçamentos para a construção ou reforma de edificações, equipamentos e espaços públicos no âmbito da Administração Municipal.

A SEPLAN é responsável direta pela elaboração dos estudos e ações de planejamento de médio e longo prazo do município. O Projeto de Revitalização Ambiental e Qualificação Urbana em Áreas das Bacias Elementares dos Rios Cachoeira, Cubatão e Piraí – Viva Cidade, decorrente de empréstimo assinado entre a PMJ através da SEPLAN e o BID, é destinado à implementação de ações para o Controle de Inundações, Melhoria Ambiental e Melhoria da Capacidade de Gestão Municipal, que resultarão em uma significativa melhoria da qualidade ambiental e de vida para a população do Município de Joinville. O PDDU da bacia do rio Cachoeira foi contratado e elaborado no âmbito do Projeto Viva Cidade.

O gerenciamento do Projeto Viva Cidade, por sua vez, é realizado pela UCP – Unidade de Coordenação do Projeto.

Na implantação do PMD - Programa Municipal de Drenagem é recomendado que a gestão do plano deva permanecer com a SEPLAN, preferivelmente através da UCP ou de outra unidade específica criada para este fim. Assim, todas as atividades de gestão, incluindo o acompanhamento da implantação do plano, realização de revisões periódicas, integração do PDDU com o PDDS, estudo e proposição de legislação municipal correlata, em especial relativas às medidas não estruturais, elaboração de projetos, obtenção de recursos, etc.

Considerando as dificuldades orçamentárias apontadas e a potencial necessidade de criação de taxas para garantir a sustentabilidade do sistema de drenagem, é recomendado que para a implantação das obras propriamente ditas seja criada uma companhia/agência municipal encarregada da implantação, monitoramento e manutenção da rede de drenagem urbana.

## **7. DIRETRIZES PARA REGULAMENTAÇÃO DO PLANO**

### **7.1 DIRETRIZES SÓCIO-AMBIENTAIS**

---

#### **7.1.1 Situação Fundiária dos Imóveis Localizados nas Margens dos Rios e Córregos**

À semelhança de outras cidades do Brasil, Joinville apresenta imóveis urbanos ocupando terras até as margens dos seus rios e córregos. A situação fundiária dos imóveis que se localizam a menos de trinta metros dos corpos hídricos (APP) deve ser analisada sob dois prismas: (i) época da implantação do imóvel, tendo em vista a norma vigente naquele momento no que diz respeito às Áreas de Preservação Permanente – APP urbanas; e (ii) situação de regularidade do imóvel junto à Prefeitura.

Se o imóvel foi construído de acordo com a norma vigente na época da construção, caberá a desapropriação do imóvel. Se ao contrário, o imóvel foi construído irregularmente, poderá, em princípio, ser demolido, sem a desapropriação. Releva notar que tal medida, embora seja legal, possui impactos sociais e políticos a serem analisados e contornados da melhor forma.

Inicialmente, cabe ponderar que se a irregularidade do imóvel não foi apontada pelo Poder Público, nem houve fiscalização desde a sua implantação, tal fato não deixa de colocar a Prefeitura como conivente com a situação. Dessa maneira, a medida administrativa da demolição pode vir a ser contestada judicialmente.

Uma forma de conciliar essa questão consiste nas compensações ambientais, a serem cumpridas pela Prefeitura de Joinville, no âmbito do licenciamento do plano de drenagem, e que podem incorporar as APAs, conforme indicado no item a seguir.

#### **7.1.2 Criação de Área de Proteção Ambiental – APA**

A criação de uma Unidade de Conservação Linear, como Área de Proteção Ambiental – APA, é uma forma de preservar as margens, sem necessidade de desapropriação, deixando os imóveis existentes, mas coibindo novas construções.

Na APA, é possível a permanência da propriedade privada, já que se trata de uma Unidade de Uso Sustentável, em que as atividades humanas podem ser desenvolvidas. O que define a proteção de cada área de uma APA será o seu zoneamento.

Por ser dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, a APA tem por finalidade



proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.<sup>2</sup>

A criação da APA linear pode ser efetuada por lei ou decreto municipal, mas a sua supressão somente pode ocorrer por meio de lei. O ato de criação deve definir o perímetro da APA, e o Zoneamento estabelecerá as diversas Zonas, de acordo com a proteção e os usos a serem definidos.

Recomenda-se a criação de APA's lineares ao longo dos trechos de canal aberto da rede de macrodrenagem do Rio Cachoeira.

A criação da APA possibilitará criar um mecanismo para disciplinar o uso das áreas ribeirinhas no âmbito do PDDs, orientando o seu uso. Ao mesmo tempo que possibilita a permanência das construções regularizadas no seu interior a APA inibirá a implantação de novas construções e definirá os usos permissíveis nos terrenos ribeirinhos remanescentes.

Quando da implantação das obras de drenagem, todos os terrenos remanescentes da desapropriação para possibilitar implantar o canal deverão ser incorporados à APA.

---

## **7.2 DIRETRIZES DE PLANEJAMENTO E DE MARCO LEGAL**

---

### **7.2.1 Zoneamento e Áreas Inundáveis**

O trabalho preventivo de efetuar o zoneamento das áreas passíveis de inundação pode minimizar os impactos das chuvas e enchentes. A partir dos desastres verificados nos país, nos anos de 2008, 2009 e 2010, a retirada da população das áreas de risco tende a se tornar uma providência mais usual. Evidentemente, o processo de relocação da população afetada, sobretudo aquela de baixa renda, deve ser precedida de informações e prestação de assistência social, cabendo em certos casos a construção de moradias em áreas seguras.

Recomenda-se a implantação do Zoneamento de Áreas inundáveis ao longo das drenagens do rio Cachoeira e, em especial, as inundações decorrentes de marés excepcionais, conforme definido no Diagnóstico do presente estudo.

### **7.2.2 Legislação sobre a Drenagem Urbana**

Existem exemplos no país de municípios que implantaram legislação específica sobre drenagem urbana. Alguns optaram pela implantação de taxas para pagamento dos serviços de drenagem urbana. Outros pela adoção de dispositivos que minimizem o incremento do efluente pluvial.

No segundo caso foram implantadas leis estabelecendo regras para as construções urbanas, exigindo que o volume de água lançado pelo imóvel, em caso de chuvas, não fosse superior ao volume lançado pelo terreno, antes da construção.

---

<sup>2</sup> Lei nº 9.985/2000, art. 15.

Dessa forma, o projeto do imóvel já contemplaria a solução a ser adotada em cada caso concreto, considerando o relevo, a situação geográfica do imóvel na bacia hidrográfica, entre outros fatores.

No município de Santo André – SP, por exemplo, foi instituída taxa de drenagem pela Lei nº 7.606 de 23-12-1997, devida “em razão da utilização efetiva ou da possibilidade de utilização, pelo usuário, dos serviços públicos de drenagem de águas pluviais, decorrentes da operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem existentes no Município”

O custo decorrente da prestação dos serviços de operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem é dividido proporcionalmente entre cada usuário, segundo a contribuição volumétrica das águas advindas de seu respectivo imóvel, lançadas ao sistema de drenagem urbana.

A aplicação deste princípio resulta, por um lado, na geração de recursos para implantação e manutenção do sistema de drenagem, enquanto por outro lado incentiva a implantação de dispositivos para redução do incremento de vazão no efluente pluvial do lote.

Recomenda-se a implantação de legislação específica criando a taxa de drenagem, ao mesmo tempo que, explicitamente incentive a implantação de dispositivos de controle do efluente pluvial.

### **7.2.3 Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável (PDDS)**

De acordo com o estabelecido na Lei Complementar Nº 261, de 28 de fevereiro de 2008, o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município de Joinville, na condição de elemento básico do processo de implantação da política urbana e rural, cumprindo a premissa constitucional da garantia das funções sociais da propriedade e da cidade, prevê:

- I - diretrizes e orientações para a reformulação das leis urbanísticas em vigor;
- II - diretrizes e orientações para a elaboração de planos, programas e projetos setoriais;
- III - a instituição dos instrumentos de política urbana e rural indicados pelo Estatuto da Cidade; e
- IV - o sistema de acompanhamento e controle, aqui denominado Sistema de Informações Municipais.

O Plano Diretor de Drenagem Urbana da bacia do rio Cachoeira, elaborado de acordo com o estabelecido no PDDS, deve integrar este último e ter suas diretrizes incluídas no mesmo.

Desta forma, a regulamentação do PDDU deve ser executada através da integração das diretrizes aqui apontadas com o PDDS, em especial quanto a criação de APA e o zoneamento de zonas inundáveis por maré.

## **8. RECOMENDAÇÕES E PROGRAMAS COMPLEMENTARES**

Com a implantação do Programa Municipal de Drenagem - PMD é recomendado que seja adotado um conjunto de medidas complementares que garantam a efetividade do PDDU, entre as quais:

### **8.1 OPERAÇÃO DO BANCO DE DADOS E CADASTRO DA REDE DE DRENAGEM**

---

No âmbito dos trabalhos do PDDU foi estruturado e implantado o Banco de Dados de Drenagem, contendo os dados cadastrais da rede de macrodrenagem obtidos por cadastro físico, bem como, os dados de projeto existentes da rede de microdrenagem.

É necessário que o banco de dados de drenagem seja mantido atualizado, introduzindo no mesmo todas as informações que vierem a ser obtidas no futuro. Neste sentido, recomenda-se que a PMJ:

- ✓ Inclua no banco de dados futuros projetos que venham a ser elaborados para intervenções em redes de drenagem novas e/ou existentes;
- ✓ Ao concluir qualquer obra de drenagem efetue o cadastramento das mesmas, incluindo as informações obtidas no referido Banco de Dados;
- ✓ Nos casos de inspeções e outros acessos a redes de drenagem existentes e não cadastradas, efetue o cadastro das mesmas, dentro dos padrões estabelecidos no PDDU e inclua os referidos cadastros no banco de dados.

### **8.2 IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE REDE DE MONITORAMENTO**

---

Recomenda-se a criação de um programa de monitoramento de precipitações, níveis d'água e vazões na bacia do rio Cachoeira. O programa deverá ser iniciado pela análise do comportamento da bacia e seleção dos locais para instalação dos postos de medição. Os dados coletados deverão ser consistidos e avaliados e armazenados para utilização posterior.

Periodicamente deverá ser feita a análise dos resultados obtidos. O programa de monitoramento deverá considerar no mínimo a instalação dos seguintes postos:

- ✓ Três (3) postos para registro automático de marés (São Francisco do Sul, Baía de Babitonga e rio Cachoeira a jusante da Ponte dos Trabalhadores);
- ✓ Dois (2) postos de registro de nível d'água no rio Cachoeira, por exemplo, nas proximidades da sede da PMJ e da foz do rio Mirandinha;
- ✓ Postos de registro de nível d'água nos principais afluentes: Itaum Açu, Itaum Mirim, Jaguarão, Bucarein e Morro Alto;
- ✓ Seis (6) postos de registro de precipitação distribuídos pela bacia do rio Cachoeira.

O programa de monitoramento deverá ser elaborado de modo a no futuro possibilitar o aprimoramento de um sistema de alerta de acidentes e eventos críticos ocasionados por precipitações intensas, assim como auxiliar os mecanismos contidos no Plano de Ações Emergenciais.

### **8.2.1 Sistema de Alerta**

Para possibilitar a previsão de ocorrência de acidentes e eventos decorrentes de precipitações intensas deve ser considerada a criação de um grupo de trabalho e/ou a contratação de consultoria específica, visando a criação de modelos hidrológicos e hidráulicos, ajustados e calibrados a partir de dados coletados pelo monitoramento.

Considerando as pequenas dimensões da bacia e os pequenos tempos de concentração envolvidos, a agregação de observações realizadas por radar meteorológico poderá possibilitar a antecipação das previsões. Para tanto é recomendado que a PMJ celebre convênio com entidades que operem radar meteorológico abrangendo a região ou participe de um consórcio de municípios/estados que venha a se formar com o objetivo de instalar e operar este equipamento.

Vale lembrar que, resultados possam ser obtidos com razoável precisão é necessário preexistir um período razoavelmente longo de monitoramento das variáveis envolvidas.

### **8.2.2 Planos de Ações Emergenciais**

Os planos de ação da Defesa Civil atualmente existentes devem ser reavaliados à luz dos resultados apresentados no PDDU (Diagnóstico e Prognóstico) de cheias na bacia do rio Cachoeira, considerando tanto a ocorrência de cheias fluviais como as decorrentes de fenômenos marés.

Quando da implantação de sistema de alerta de precipitações intensas com a possibilidade de previsão das inundações associados, os Planos de Ações Emergenciais deverão ser reformulados com o intuito de adotar medidas que minimizem os prejuízos causados nas diferentes zonas de risco.

Cabe lembrar que a efetividade de aplicação desses planos é diretamente dependente da resposta dada pela população aos alertas. Portanto, as recomendações apresentadas no PDDU quanto à informação e sensibilização da comunidade devem preceder a execução desses planos.

Na implantação dos Planos de Ações Emergenciais devem ser considerados:

- ✓ Pré-seleção de abrigos (escolas, igrejas, centro esportivos, etc.);
- ✓ Rotas de fuga entre abrigos (vias não inundadas);
- ✓ Centros de apoio e logística (supermercados, padarias, atacados, etc.);

- ✓ Grupos de apoio – relação de pessoas (clube de radio amadores, clube de jipeiros, Rotary clube, etc.);
- ✓ Hierarquização de comando (prefeito, chefe da defesa civil, comando militar, comando bombeiros voluntários, etc.).

---

### **8.3      ESTABELECIMENTO DE ROTINAS DE MANUTENÇÃO**

---

Quando da realização dos trabalhos de campo foram observados diversos problemas de manutenção nos dispositivos de drenagem, resultando em assoreamento, obstrução por vegetação, obras realizadas inadequadamente no interior da seção de escoamento, etc. Estes problemas foram apresentados nos relatórios e em correspondência específica para registro junto à PMJ.

Recomenda-se que anualmente seja realizada uma inspeção visual da rede de drenagem objetivando a identificação de pontos que necessitem de atenção. A cada cinco (5) anos deve ser realizada inspeção mais criteriosa, avaliando inclusive as questões estruturais.

O registro da manutenção deverá ser realizado de forma contínua, com o arquivamento das informações obtidas para a formação de uma série de dados para verificação e calibração no programa de manutenção e em estudos futuros. Informações como frequência da manutenção, tipo, volume, extensão da manutenção e todas as outras informações possíveis e necessárias para o aperfeiçoamento e otimização da manutenção da rede de drenagem deverão ser sistematizados. A análise dos registros dos problemas encontrados e das soluções aplicadas possibilitará a criação de rotinas de inspeção adequadas às características de cada local, possibilitando aumentar ou diminuir a frequência de inspeção.

Outro aspecto a ser considerado na manutenção é a dificuldade de acesso às galerias. Recomenda-se que quando da realização de obras de manutenção/recuperação das galerias existentes seja considerada a construção de acessos para visita/inspeção e acesso para manutenção em distâncias adequadas.

Ainda no aspecto manutenção devem ser considerados os itens referentes à Fiscalização. Por um lado é importante que quando da realização/implantação de obras os produtos estejam refletindo diretamente o que foi projetado e encomendado pela PMJ. Outro aspecto importante de Fiscalização é o de coibir que concessionários de outros serviços públicos na cidade invadam a rede de drenagem pluvial, criando obstáculos ao escoamento. Os obstáculos hoje existentes, em especial os detectados pelos serviços de campo, devem ser adequados/removidos da seção hidráulica, melhorando a capacidade de resposta dos dispositivos de drenagem.

---

### **8.4      DIVULGAÇÃO E INTERAÇÃO COM A COMUNIDADE E EDUCAÇÃO**

---

Para que as metas propostas no Plano de Drenagem sejam atingidas torna-se imprescindível o envolvimento da população. Esse engajamento não pode prescindir de um amplo processo de

divulgação do referido plano, associado ao implemento de ações educativas continuadas, que envolvam tanto os espaços de educação formal, como também disponham de mecanismos que atinjam a população em geral, como por exemplo, a edição de material educativo a ser distribuído a toda a população.

A socialização da informação pode ser feita com a intensa participação da mídia local, bem como na realização de debates, workshops, feiras, etc. A conscientização deve atingir esta e as novas gerações, tendo como pressuposto de que a melhoria da qualidade de vida no município depende da garantia da qualidade ambiental.

No conteúdo do material de educação ambiental devem constar as causas e efeitos da urbanização de áreas de risco (inundação e morros), a importância de se manter o rio o mais natural possível, dentre outros assuntos, com o intuito de conscientizar e transformar, dentro de um processo gradativo, a maneira de pensar e agir da população.

Além desse contexto educativo, deve-se considerar outro forte aliado: a Fiscalização. Para tanto dois fatores são essenciais: a implementação, por parte do poder Público Local, de um sistema de Fiscalização assíduo e continuado, demonstrando agilidade e poder na resolução dos problemas apresentados, bem como o envolvimento, de forma participativa e consciente, da população na perspectiva tanto de denunciar, como de propor ações pró ativas para o envolvimento de mais moradores nesta causa que se circunscreve em torno de um processo de construção coletiva e democrática, promovendo assim uma sociedade ambientalmente e socialmente mais satisfatória.

---

## **8.5 CRITÉRIOS SOCIAIS A SEREM CONSIDERADOS PARA OS CASOS DE REMOÇÃO DE FAMÍLIAS**

---

Durante o processo de estudo e definição das alternativas estruturantes houve a orientação que se evitasse o máximo possível a remoção de famílias e/ou equipamentos sociais. No entanto, para os casos em que esta decisão for inevitável recomenda-se considerar os seguintes fatores:

- ✓ Definição das condições de construção que considere a composição familiar, apresentando bom nível de acomodação e privacidade e habitabilidade digna;
- ✓ Priorização de segmentos populacionais em condição de vulnerabilidade social e grau de dependência de estruturas protetivas como idosos e pessoas com deficiência, famílias monoparentais chefiadas por mulheres, famílias com crianças pequenas, etc.;
- ✓ Suficiência dos serviços públicos em geral, principalmente os de saneamento, educação e saúde e assistência social, dentre outros;
- ✓ Distâncias percorridas entre a nova moradia e o trabalho, associada a sistemas de transportes suficientes;
- ✓ Condições de segurança do território;

Para os casos de remoções coletivas e realocação em novo local respeitando o mesmo grupo comunitário deve-se:

- ✓ Realizar processo de organização e participação comunitária em torno da remoção com devido acompanhamento profissional;
- ✓ Respeito às relações de vizinhança e grau de organização da comunidade local.

Para os casos de construções não residenciais recomenda-se:

- ✓ Preferencialmente a alternativa escolhida não deverá remover equipamentos sociais como: escolas, unidades de saúde, centros de educação infantil, centros de referência de assistência social, excetuando quando há possibilidade de realocar o equipamento de modo a garantir o acesso da população usuária;
- ✓ Evitar ao máximo a remoção de indústrias, pois as mesmas implicariam em alterar postos de trabalho e deslocamento de instalações;
- ✓ Verificar custos de indenização quando se trata de estabelecimento comercial, no qual o “ponto” agrega valor.

Por fim, devem ser considerados os pressupostos constantes na lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, sobretudo o disposto no seu artigo 4º que trata dos princípios e diretrizes para provisão de moradias destinadas à população em situação de vulnerabilidade.

---

## **8.6 IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS E TRABALHOS COMPLEMENTARES**

### **8.6.1 Detalhamento de Projetos e Estudos Específicos**

Recomenda-se a realização de investigações geológico-geotécnicas e trabalhos de campo complementares para a confirmação das soluções de engenharia preconizadas no PDDU, assim como para o detalhamento e consolidação das mesmas com programas, ações e intervenções que venham a ser propostos e/ou implantados no futuro pelo setor público ou privado. Em especial, recomenda-se o detalhamento dos trabalhos na região estuarina do rio Cachoeira e o desenvolvimento de estudos sedimentológicos específicos, conforme a seguir se indicam:

#### **a) Estuário do Rio Cachoeira**

A jusante da Ponte dos Trabalhadores o rio Cachoeira se abre em extensa região de mangues. Nesta região estão localizadas a foz dos rios Itaum e Bupeva, formando uma região estuarina que se prolonga até a Baía de Babitonga. Avaliações preliminares realizadas pelo Consórcio, considerando a topografia da região de mangues e seções estimadas para os canais, atribuindo uma ondulação com amplitude correspondente a um nível de 1,60m (nível da maré de projeto) e com uma frequência de aproximadamente 12 horas; indicaram: acréscimo da ordem de 30 centímetros na região da foz do rio Jaguarão e um incremento da ordem de 20

centímetros na região da Prefeitura Municipal de Joinville. Recomenda-se a realização de estudos específicos do comportamento da região estuarina e do trecho inferior do rio Cachoeira, incluindo:

- ✓ Estudo de maré astronômica no estuário;
- ✓ Estudo de maré meteorológica;
- ✓ Comportamento hidráulico dos diversos canais do estuário; e
- ✓ Ocorrência de marés altas com chuvas intensas;

#### ***b) Avaliação Sedimentométrica***

Atualmente não existem dados de transporte de sedimentos na bacia do rio Cachoeira. O estudo de sedimentos na bacia do rio Cachoeira possibilitará a otimização de custos de manutenção da rede de drenagem. Recomenda-se a realização de estudo sedimentométrico específico com dados primários, incluindo:

- ✓ Mapeamento e constante atualização de áreas suscetíveis a erosão;
- ✓ Instalação de postos sedimentométricos na foz dos afluentes que compõem o alto e médio curso do Rio Cachoeira, nos afluentes do baixo curso do rio Cachoeira, como Jaguarão, Bucarein e Itaum;
- ✓ Os postos sedimentométricos devem, preferencialmente, ser locados em estações fluviométricas;
- ✓ Deve ser realizado o acompanhamento do processo de assoreamento através do levantamento de seções transversais em locais selecionados dos rios da bacia do rio Cachoeira. Inicialmente é recomendada a realização do acompanhamento a nível mensal, ajustando-se a frequência em função dos resultados obtidos;
- ✓ Recomenda-se organizar em banco de dados georreferenciados todas as informações levantadas nos postos sedimentométricos.

#### **8.6.2 Obtenção de Licenças Ambientais**

Além do detalhamento dos projetos mencionados, caberá a realização de estudos ambientais para a obtenção das licenças e autorizações junto aos órgãos competentes.

Em especial, para a implantação das obras de canais será necessária a desapropriação de áreas laterais, muitas vezes com extensão superior à necessária para implantação da obra.

Recomenda-se que os terrenos remanescentes destas desapropriações sejam utilizados na criação de parques lineares ao longo do canal de drenagem, visando a mitigação e



compensação ambiental da implantação das obras, conforme já mencionado no capítulo 7 deste documento.

### **8.6.3      *Licitação e Execução das Obras***

Uma vez equacionadas as fases precedentes de estudos de engenharia e meio ambiente, com a conseqüente obtenção das autorizações pertinentes deverão ser promovidas as ações para contratação e execução das obras, as quais deverão ser devidamente acompanhadas e supervisionadas pelas companhia/entidade de drenagem mencionada no capítulo 6 deste documento.

## **8.7      *ATUALIZAÇÃO DO PLANO PELA PMJ***

---

Periodicamente deverá ser realizada a atualização e revisão do PDDU da bacia do rio Cachoeira, com o objetivo de avaliar a implantação do mesmo, resultados obtidos, atualização do plano, etc. A periodicidade de revisão do PDDU deverá atender ao estabelecido na Lei Federal 11.445/2007, ou seja, revisão do plano diretor a cada quatro (4) anos.

Recomenda-se que nos trabalhos de revisão do PDDU esteja incluída a realização de estudos hidrológicos para sistematização, consistência, consolidação e avaliação dos dados obtidos no monitoramento de precipitações, marés, níveis e vazões nos rios. No âmbito destes estudos é chamada a atenção para:

- ✓ Comportamento diferenciado das marés em São Francisco do Sul, Baía de Babitonga e no rio Cachoeira;
- ✓ Análise da ocorrência de marés meteorológicas e seu comportamento;
- ✓ Distribuição de precipitações intensas em Joinville;
- ✓ Avaliação do comportamento da bacia (vazões de cheia) em resposta a tempestades reais e tempestades de projeto derivadas das mesmas.

## **9.      *RELAÇÃO DE PRODUTOS DO PLANO***

Na elaboração do PDDU da bacia do rio Cachoeira foram elaborados os seguintes produtos finais:

- ✓ Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico: Apresenta a análise do comportamento da bacia e os resultados das simulações hidrológica e hidráulica para a situação atual (diagnóstico) e situação futura (prognóstico).
- ✓ Medidas de Controle Não Estrutural: São apresentadas e avaliadas soluções de engenharia para a redução da inundação sem a realização de obras, com a implantação de soluções compostas por legislação que restrinja a ocupação e o escoamento superficial.

- ✓ Estudo de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais com Análise Benefício Custo, Estudos Econômicos e Anteprojeto das Medidas de Controle Estruturais: Os estudos de elaboração e seleção de alternativas, seguidos do detalhamento da alternativa selecionada, anteriormente previstos de serem elaborados em três relatórios para o conjunto de bacias foram reagrupados por bacia, resultando na entrega de três produtos PI, PII e PIII, para uma melhor apresentação do produto em forma de sub-bacia.
- ✓ Levantamentos de Campo: Levantamento complementar de campo, consolida todas as informações obtidas pelo cadastro topográfico, incluindo o relatório R2;
- ✓ Manual de Drenagem: O manual de drenagem apresenta metodologias e princípios para a elaboração dos projetos tanto para redes de microdrenagem, quanto para rede de macrodrenagem.
- ✓ Programa Municipal de Drenagem: O programa municipal de drenagem apresenta a proposição de implantação PDDU, bem como suas etapas de aplicação com seu respectivo cronograma de planejamento.
- ✓ Banco de Dados Georreferenciados: O Banco de Dados Georreferenciado foi implantado na PMJ objetivando o gerenciamento de dados tabulados e espaciais e apresentados em sistema WEB para facilidade de uso.
- ✓ Síntese das Atividades de Divulgação do Plano.

## **10. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL**

Participaram dos trabalhos:

- ✓ Eng. Danny Dalberson de Oliveira
- ✓ Eng. José Rodolfo Scarati Martins
- ✓ Eng. João Henrique Fardim
- ✓ Eng. Aluísio Pardo Canholi
- ✓ Eng. Alberto Lang Filho
- ✓ Eng. Ualfrido del Carlo Jr.
- ✓ Eng. Aída Maria Pereira Andreazza
- ✓ Econ. Diomira Maria Cicci Pinto Faria
- ✓ Eng. Anaximandro Steckling Müller
- ✓ Assist. Soc. Maria Luíza Rizzotti
- ✓ Eng. Fernando Garcia
- ✓ Geól. Fernão Paes de Barros

- ✓ Adv. Maria Luiza Granziera
- ✓ Eng. Afonso Celso Moruzzi marques
- ✓ Geogr. Marcos Polzin
- ✓ Adm. Luiz Cláudio Souza Faria
- ✓ Eng. Bruno Voron
- ✓ Eng. David Fernandez
- ✓ Adv. Claudia Leite Teixeira Casiuch
- ✓ Eng. Carole Cornille
- ✓ Eng. Franck Bellet
- ✓ Eng. Luiz Carlos Petelinkar
- ✓ Eng. José da Silva Lima Neto
- ✓ Eng. Marcelo Saad T. Da Costa
- ✓ Eng. Ary Paulo Rodrigues
- ✓ Eng. Osvaldemar Marchetti
- ✓ Eng. Lauro Dela Libera Filho
- ✓ Eng. Frederico Leite Theodoro de Souza
- ✓ Eng. Amarílio Costa e Carvalho Pinto
- ✓ Físico. Jaqueson Alves da Cruz
- ✓ Anal. de Sist. Daniel Henrique Joppi
- ✓ Eng. Flávio Augusto Câmara