ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER

**APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS
URBANAS: ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA –
JOINVILLE -SC**

São Paulo
2011

ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER

**APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS
URBANAS: ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA –
JOINVILLE -SC**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia Civil

São Paulo
2011

ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER

**APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS
URBANAS: ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA –
JOINVILLE -SC**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia Civil

Área de Concentração:
Engenharia Hidráulica

Orientador: Prof. Dr. José Rodolfo
Scarati Martins

São Paulo
2011

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, de junho de 2011.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Müller, Anaximandro Steckling

Aplicabilidade de medidas não-estruturais no controle de cheias urbanas: estudo de caso Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Joinville - SC / A.S. Müller. -- ed.rev. -- São Paulo, 2011.

235 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental.

1.Drenagem urbana 2.Medidas não-estruturais 3.Zoneamento de áreas inundáveis I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental II.t.

Aos meus pais, Henrique e Nilsa, que dedicaram
suas vidas aos filhos e sempre incentivaram o
aprimoramento e a busca do conhecimento, sem
esperar absolutamente nada em troca.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Rodolfo Scarati Martins, pela orientação, estímulo e apoio durante todo o trabalho.

Aos engenheiros Afonso Celso Moruzzi Marques, Alberto Lang Filho, Danny Dalberson de Oliveira, Carla Cristina Pereira e Luís Antônio Villaça de Garcia por possibilitarem a participação e aprimoramento do tema no Plano Diretor de Drenagem da Bacia do Rio Cachoeira.

À minha família, Henrique, Nilsy, Ezequiel e Taivan os pilares da minha vida, pelo incentivo e apoio ao longo de toda jornada.

À Christiane pelo incentivo, incansável apoio e compreensão ao longo do período de elaboração deste trabalho.

Aos profissionais da empresa Engecorps – Corpo de Engenheiros Consultores pelo convívio diário e apoio durante todo o mestrado.

Aos amigos e colegas que de uma forma ou de outra contribuíram para a conclusão desse trabalho.

RESUMO

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. A reestruturação do sistema e de formas organizacionais da gestão determina os novos marcos da gestão urbana, tais como a necessidade do planejamento estratégico, colocando restrições ao crescimento não planejado, e a incorporação da questão ambiental nas políticas setoriais urbanas (habitação, abastecimento, saneamento, ordenação do espaço), através da observância de critérios ambientais que preservem os recursos estratégicos e protejam à saúde humana. As taxas elevadas e crescentes de urbanização observadas nas duas últimas décadas levaram a um agravamento de problemas urbanos, expresso pelo crescimento desordenado e fisicamente concentrado, ausência ou carência do planejamento e padrões atrasados na sua gestão. Logo, devem ser definidas regras de uso e ocupação que preservem aspectos vitais naturais e que possibilitem um sistema de transporte, abastecimento de água, esgotamento sanitário, tratamento, drenagem urbana e coleta, processamento e reciclagem dos resíduos, de modo a conciliar o desenvolvimento urbano com a sustentabilidade do espaço após a ocupação da população. O entendimento e a caracterização dos fenômenos relacionados aos eventos de inundação são de suma importância para criar uma ferramenta que possa auxiliar a proposição de medidas e a tomada de decisão para minimizar os danos causados pelas inundações. O presente trabalho buscou através de modelos hidrológicos e hidráulicos caracterizar os fenômenos envolvidos e relacioná-los a uma probabilidade de ocorrência. Essa caracterização resultou na delimitação de áreas de inundação. O controle das áreas de risco é fundamental para a gestão das áreas ribeirinhas, a partir dos dados de manchas de inundação. Foram estabelecidas diferentes zonas de risco que relacionaram urbanização e o risco da inundação. Para cada uma dessas zonas foram estabelecidas diretrizes que permitem a urbanização de forma adequada dessas regiões. Tendo em vista que inúmeras residências estão localizadas em zonas inundáveis, foram apresentadas medidas técnicas com o intuito de reduzir a vulnerabilidade da população presente nas áreas inundáveis. Essas deverão ser objeto de políticas de conscientização da população e deverão ser apresentadas e implementadas juntamente com a sociedade

com o objetivo de minimizar os prejuízos causados pelas inundações. Esses estudos fornecem ferramentas para que a gestão pública possa agir de maneira adequada e estabelecer diretrizes para o uso e ocupação dessas áreas de risco.

ABSTRACT

Joinville, like most Brazilian cities, developed along the valleys of several streams that drain the city, without the issues involved with the drainage had occupied a prominent role in the wake of decisions on planning the use and occupancy soil and conservation of natural water flows. The restructuring of the system and the organizational forms of management sets new milestones in urban management, such as the need for strategic planning, placing restrictions on the unplanned growth and the incorporation of environmental issues in urban sectoral policies (housing, water supply, sanitation, ordering space), through the observance of environmental standards that protect strategic resources and protect human health. The high and increasing rates of urbanization observed in the last two decades have led to worsening urban problems, expressed by the uncontrolled growth and physically concentrated, absence or lack of planning and standards behind in their management. Therefore, rules must be defined for use and occupation to preserve natural and vital aspects that make it possible a transport system, water supply, sewage treatment, urban drainage and collection, processing and recycling of waste in order to reconcile urban development with the sustainability of the area after population's occupation. The understanding and characterization of the phenomena related to flood events are the utmost importance to create a tool that can help to propose measures and decision making to minimize flood damage. The present study sought through hydrologic and hydraulic models to characterize the phenomena involved and related them to a probability of occurrence, this characterization resulted in the delineation of flood hazard areas. The risk's control areas is central to the management of riparian areas, data from the flood of patches of different areas were established venture that linked urbanization and flood risk. For each of these areas have been laid down guidelines that allow the urbanization of these areas appropriately. Considering that many residences are located in flood zones were presented technical measures aiming to reduce the vulnerability of this population in the wetlands, they shall be subject to political awareness in the population and should be presented and implemented together with the company in order to minimize flood damage. These studies provide the tools for public management to act appropriately and establish guidelines for the use and occupancy of these risk areas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Marcos da Lei Complementar nº 261/2008	33
Figura 2 – Caracterização da Seção Transversal do Rio Cachoeira – HEC-RAS	50
Figura 3 – Caracterização do Dispositivo de Drenagem em Galeria do Rio Cachoeira – HEC-RAS.....	51
Figura 4 – Detalhe da Localização das Seções de um Trecho do Rio Cachoeira	54
Figura 5 – Inundação na Bacia do Rio Morro Alto	55
Figura 6 – Galeria Tubular Metálica Corrugada.....	56
Figura 7 – Galeria Celular de Concreto	56
Figura 8 – Ponte de Concreto.....	57
Figura 9 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira Inserida nos Limites do Município de Joinville	64
Figura 10 – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira.....	65
Figura 11 – Posto Pluviométrico Joinville – RVPSC (2648014) – Valores Médios da Precipitação Mensal – Período de 1938 a 2009	73
Figura 12 – Distribuição Empírica das Precipitações Máximas de 1 Dia.....	75
Figura 13 – Distribuição Probabilística das Precipitações Máximas de 1 Dia no Posto de JOINVILLE – RVPSC (2648014)	76
Figura 14 – Distribuição Temporal das Chuvas de Projeto	81
Figura 15 - Total Precipitado Durante o Evento dos Dias 21 e 22 de Novembro de 2008	84
Figura 16 – Vegetação Obstruindo o Rio Cachoeira	95
Figura 17 – Vegetação Obstruindo o Rio Cachoeira	95
Figura 18 – Assoreamento do Rio Cachoeira.....	95
Figura 19 – Assoreamento do Rio Cachoeira – Rua Cachoeira.....	95
Figura 20 – Precipitações Totais Diárias no Evento de Novembro de 2008.....	97
Figura 21 – Totais Precipitados na Região de Joinville na Semana do Evento de 2008..	98
Figura 22 – Totais Precipitados Diários nos Postos – Evento de Novembro de 2008.....	99
Figura 23 – Mapa de Inundação 22/11/2008.....	100
Figura 24 – Mapa de Inundação 22/11/2008 – Elaborado pela PMJ.....	101
Figura 25 – Fotos de Inundação na Bacia do Rio Cachoeira	102
Figura 26 – Fotos de Inundação na Bacia do Rio Cachoeira	103
Figura 27 – Fotos de Inundação na Bacia do Rio Cachoeira	104

Figura 28 – Precipitação Acumulada do Evento de Novembro de 2008	105
Figura 29 – Diagrama Topológico da Bacia no Modelo Hidrológico	107
Figura 30 – Junção J-01 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 1000	108
Figura 31 – Junção J-02 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 986	109
Figura 32 – Junção J-03 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 972	109
Figura 33 – Junção J-04 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 961	110
Figura 34 – Junção J-05 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 940	110
Figura 35 – Junção J-06 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 929	111
Figura 36 – Junção J-07 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente Na Seção 922	111
Figura 37 – Junção J-08 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 913	112
Figura 38 – Junção J-09 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 901,5	112
Figura 39 – Junção J-10 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente - Seção 886..	113
Figura 40 – Junção J-11 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 850	113
Figura 41 – Junção J-12 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 818	114
Figura 42 – Junção J-13 - Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente	114
Figura 43 – Diagrama Topológico do Rio Cachoeira no Modelo Hidráulico	116
Figura 44 – Perfil Longitudinal do Rio Cachoeira – Aferição	118
Figura 45 – Mapa comparativo entre a Mancha de Inundação Observada e a Simulação	121
Figura 46 – Precipitação de Projeto	123
Figura 47 – Níveis d'Água no Rio Cachoeira – Programa HEC-RAS	126
Figura 48 – Efeitos das Cheias relacionando Velocidade e Profundidade	141
Figura 49 - Adaptação de Imóveis para minimizar danos devido às inundações	158
Figura 50 – Exemplo de Pranchão	159
Figura 51 - Exemplos de drenos.....	159

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadro Legislativo Federal.....	35
Tabela 2 - Quadro Legislativo Estadual.....	35
Tabela 3 - Quadro Legislativo Municipal	36
Tabela 4 - Números de Curva Conforme o Solo e a Ocupação	46
Tabela 5 - Coeficientes de Manning	59
Tabela 6 - Disponibilidade de Dados Pluviométricos.....	69
Tabela 6 - Disponibilidade de Dados Pluviométricos.....	70
Tabela 7 - Posto Pluviométrico Joinville – RVPSC (2648014) – Precipitação Mensal Período de 1938 a 2009	71
Tabela 7 - Posto Pluviométrico Joinville – RVPSC (2648014) – Precipitação Mensal Período de 1938 a 2009	72
Tabela 8 - Série de Precipitações Máximas Anuais de 1 Dia do Posto Pluviométrico Joinville- RVPSC (2648014)	74
Tabela 9 - Precipitações Máximas de 1 dia obtidas do Ajuste da Distribuição Probabilística de Gumbel.....	77
Tabela 10 - Posto Pluviométrico Joinville – RVPSC (2648014) - Totais Precipitados Máximos para Diversas Durações e Períodos de Retorno	79
Tabela 11 - Coeficiente de Distribuição Espacial	80
Tabela 12- Distribuição temporal das chuvas de projeto.....	82
Tabela 13 - Total Precipitado Durante o Evento dos Dias 21 e 22 de Novembro de 2008	83
Tabela 13 - Total Precipitado Durante o Evento dos Dias 21 e 22 de Novembro de 2008	84
Tabela 14 - Sub-bacias do Rio Cachoeira.....	86
Tabela 15 - Agrupamento de Áreas de Drenagem para Simulação Hidrológica do Curso Principal do Rio Cachoeira	87
Tabela 16 - Número de Curva dos Solos das Sub-Bacias – Parcela Permeável	88
Tabela 17 - Rio Cachoeira - Áreas Impermeáveis e Permeáveis.....	90
Tabela 18 - Características Fisiográficas da Bacia e Sub-Bacias do Rio Cachoeira.....	92
Tabela 19 - Definição das Propagações.....	93
Tabela 20 - Características da Rede de Drenagem – Propagação de Hidrogramas.....	93
Tabela 21 - Precipitações Totais Diárias no Evento de Novembro de 2008.....	96
Tabela 22 - Bacia Rio Cachoeira – Localização dos Pontos de Junção.....	106

Tabela 23 - Níveis d'Água Observados na Cheia de Novembro de 2008	117
Tabela 24 - Bacia do Rio Cachoeira - Precipitação de Projeto.....	122
Tabela 25 - Vazões de Projeto em Cada Trecho.....	124
Tabela 26 – Características Das Zonas Inundáveis	132
Tabela 27 – Relação entre área contribuinte e faixa não edificante	154
Tabela 28 – Faixa Não Edificante.....	212
Tabela 29 – Relação entre Cobertura Florestal e IPTU.....	214

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVOS.....	18
3	MÉTODO DE TRABALHO	19
4	INUNDAÇÕES URBANAS.....	20
4.1	Medidas de Controle de Inundações	22
4.2	Levantamento do Quadro Legal e Institucional.....	23
4.2.1	Agenda 21 e Agenda 21 Brasileira e Municipal	24
4.2.2	Medidas Não-Estruturais	28
4.2.3	Aspectos Jurídico - Legais	29
4.2.4	Análise Crítica da Legislação.....	32
5	MEDIDAS DE CONTROLE NÃO-ESTRUTURAIS.....	37
5.1	Regulamentação para Minimizar o Aumento das Vazões na Zona de Produção .	37
5.2	Construção à Prova de Enchente	38
5.3	Sistemas de Previsão e Alerta.....	38
5.4	Zoneamento de Áreas Inundáveis	40
5.4.1	Mapa de Inundação de Cidade.....	41
5.4.2	Zoneamento de Áreas Inundáveis	41
5.5	Seguro de Inundação.....	42
6	MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA.....	44
6.1	Modelagem Computacional Hidrológica	44
6.1.1	Parâmetros de Cálculo Utilizados nos Estudos	45
6.1.1.1	<i>Bacia Hidrográfica.....</i>	45
6.1.1.2	<i>Classificação Hidrológica dos Solos</i>	45
6.1.1.3	<i>Áreas Impermeáveis e Áreas Permeáveis.....</i>	47
6.1.1.4	<i>Tempo de Concentração</i>	47
6.1.1.5	<i>Propagação da Onda de Cheia</i>	48
6.2	Modelagem Hidráulica Computacional	49
6.2.1	Parâmetros de Cálculo Utilizados nos Estudos	52
6.2.1.1	<i>Características Geométricas.....</i>	52
6.2.1.2	<i>Dispositivos de Drenagem</i>	55
6.2.1.3	<i>Cálculo do Escoamento nos Canais</i>	57

6.2.1.3.1	<i>Perdas de Energia por Atrito</i>	58
6.2.1.3.2	<i>Perda de Carga por Variação da Seção no Canal</i>	59
6.2.1.4	<i>Cálculo do Escoamento em Dispositivos de Drenagem</i>	60
7	ESTUDO DE CASO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA.....	63
7.1	Características Gerais	63
7.2	Precipitação	67
7.2.1	Seleção dos Postos Pluviométricos de Interesse	67
7.2.2	Identificação do Ano Hidrológico.....	71
7.2.3	Séries de Totais Precipitados Máximos de 1 dia	73
7.2.4	Distribuições Probabilísticas à Série de Precipitações Máximas	75
7.2.5	Totais Precipitados Máximos de 1 Dia Para Joinville.....	77
7.2.6	Precipitação para Durações Inferiores a 1 dia	77
7.2.7	Distribuição Espacial da Precipitação de Projeto.....	80
7.2.8	Distribuição Temporal da Chuva de Projeto	80
7.2.9	O Evento de Precipitação de Novembro de 2008.....	82
7.3	Caracterização Hidrológica da bacia do Rio Cachoeira.....	85
7.3.1	Delimitação da Bacia e Sub-Bacias	85
7.3.2	Classificação Hidrológica dos Solos	87
7.3.3	Uso e Ocupação do Solo	89
7.3.4	Áreas Impermeáveis e Permeáveis	89
7.3.5	Tempo de Concentração	91
7.3.6	Propagação de Hidrogramas	92
7.4.	Caracterização Hidráulica.....	93
8	AFERIÇÃO DA MODELAGEM	96
8.1	Seleção e Caracterização do Evento.....	96
8.2	Simulação Hidrológica	105
8.2.1	Modelagem Computacional	105
8.2.2	Resultados Obtidos.....	108
8.3	Simulação Hidráulica	115
8.3.1	Modelagem Computacional	115
8.3.2	Resultados Obtidos.....	116
9	DESEMPENHO DO SISTEMA DE DRENAGEM DA BACIA DO RIO CACHOEIRA	122

9.1.	Simulações Hidrológicas.....	122
9.1.1	Resultados Obtidos.....	123
9.2.	Simulações Hidráulicas.....	124
9.2.1	Resultados Obtidos.....	125
9.3.	Comportamento do Sistema de Drenagem da Bacia do Rio Cachoeira	127
10	APLICABILIDADE DE MEDIDAS DE CONTROLE NÃO-ESTRUTURAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA – ZONEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS	129
10.1	Medidas Técnicas em Zonas Inundáveis	129
10.1.1	Fatores agravantes do risco de inundação	130
10.1.2	Redução da vulnerabilidade atual.....	131
10.1.2.1	<i>Grau de Vulnerabilidade na Situação Atual.....</i>	131
10.1.2.2	<i>Principais consequências das inundações.....</i>	133
10.1.2.3	<i>Exemplos de construções situadas em zona inundável.....</i>	134
10.1.3	Diagnóstico da vulnerabilidade sugerido	137
10.1.3.1	<i>Exemplo de ficha de vulnerabilidade:.....</i>	138
10.2	Zoneamento em Áreas Inundáveis	139
10.2.1	Regulamentação atualmente em vigor	139
10.2.2	Escolha de um evento de referência – cálculo do risco de inundação.....	139
10.2.3	Escolha de uma divisão segundo os diferentes níveis de risco	139
10.2.4	Cruzamento dos níveis de risco e do grau de urbanização	142
10.2.5	Proposição de regulamentação urbanística.....	143
10.2.5.1	<i>Setor urbanizado (U) e urbanizado denso (Ud) – Risco Forte (RF-U e RF-Ud)</i> <i>144</i>	
10.2.5.2	<i>Setor urbanizado (RM-U) – risco moderado.....</i>	148
10.2.5.3	<i>Setor não urbanizado (NU).....</i>	150
10.2.6	Zona de passagem das águas - Respeitar o livre escoamento	152
10.2.6.1	<i>Zona não edificante.....</i>	153
10.2.6.2	<i>Obras de travessia</i>	155
10.3	Medidas técnicas visando reduzir a vulnerabilidade das construções existentes 156	
10.3.1	Adaptação das residências ao risco de inundação	156
10.3.2	Medidas mais importantes	160

10.3.3	Adaptação das obras públicas	161
10.3.3.1	<i>Redes elétricas</i>	161
10.3.3.2	<i>Redes telefônicas</i>	161
10.3.3.3	<i>Redes de água e esgoto</i>	161
10.3.3.4	<i>Adaptação das vias</i>	161
11	DIRETRIZES PARA REGULAMENTAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS PROPOSTAS.....	163
11.1	Diretrizes Sócio-Ambientais.....	163
11.1.1	Situação Fundiária dos Imóveis Localizados nas Margens dos Rios e Córregos	163
11.1.2	Criação de Área de Proteção Ambiental – APA.....	164
11.2	Diretrizes de Planejamento e de Marco Legal	165
11.2.1	Zoneamento e Áreas Inundáveis	165
11.2.1	Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável (PDDS).....	165
12	CONCLUSÕES.....	167
13	BIBLIOGRAFIA	170
14	APÊNDICE A - LEVANTAMENTO DO QUADRO LEGAL E INSTITUCIONAL...	175
15	ANEXO A – DESENHOS.....	223

1 INTRODUÇÃO

Cheias são fenômenos naturais que ocorrem com certa regularidade e diferentes magnitudes, provocando o extravasamento de córregos e rios e justificando a existência de várzeas nas regiões de relevos mais amenos.

Desde a antiguidade, as cidades se desenvolveram próximas a essas fontes de água que representavam meios de sobrevivência (água e alimentação), transporte, comunicação e desenvolvimento, de modo que as cheias sempre se constituíram em motivos de fatura ou de preocupações.

Ações antrópicas, como a impermeabilização do solo através da crescente urbanização ou o aproveitamento das áreas de várzeas para outros fins diferentes da sua finalidade original de permitir o extravasamento dos córregos e rios, fizeram com que os eventos de cheias multiplicassem seu poder de atuação, causando prejuízos tangíveis e intangíveis dos mais diversos graus e tornando-se um dos maiores problemas contemporâneos, atingindo principalmente as cidades mais desenvolvidas, sem deixar de ser também motivo de apreensão por parte dos municípios de menor porte.

O engenheiro Saturnino de Brito, em 1925, já lembrava que “a inundação é um fenômeno da natureza e se o homem a considera uma calamidade é porque habita ou cultiva terras inundáveis que constituem elementos reguladores das águas correntes, cuja função é simples e conhecida: reter uma parte da água das chuvas ou das enchentes para fazer lentamente a entrega ao curso de água” (SANTOS, 2002) e afirmava que “o problema das inundações é, portanto, um problema estabelecido pelos caprichos da atividade do homem” (BRITO, 1944 apud SANTOS, 2002).

Há certo tempo atrás, o único princípio a nortear a drenagem urbana era o conceito convencional do rápido afastamento/transporte da causa dos problemas, ou seja a vazão excedente, da sua origem. Esse princípio de rápido escoamento, apesar de eficiente por um lado, fez com que as inundações aumentassem nas áreas de jusante, transferindo o problema de um ponto para outro, sem realmente combater sua origem que está focada na própria ação humana sobre a bacia hidrográfica (McCUEN, WALESH e RAWIS, 1983); (TUCCI, PORTO e BARROS, 1995) e (PARKINSON et al, 2003).

Entretanto, o crescimento dos custos e as limitações impostas pelas barreiras físicas e arquitetônicas existentes direcionam a adequação dos sistemas convencionais à

inviabilidade técnica e econômica e, desta forma, os problemas permanecem sem solução ou com soluções pouco duradouras (TASSI, 2002) e (GRACIOSA, 2004).

Com o passar do tempo, instrumentados pelos resultados colhidos com as experiências anteriores e com uma visão mais holística e multidisciplinar da realidade, percebeu-se que era necessário modificar as formas de atuação e pensamento, abrandando os efeitos causados pela transferência dos problemas de cheias para jusante, até mesmo devido ao ponto de saturação alcançado, onde a convivência com esses eventos passou a ser mais frequente e intensa, tomando-se insuportável tanto para a população como para seus dirigentes.

A abordagem integrada entre medidas de controle estruturais e não-estruturais consiste em vincular a prevenção dos riscos ao projeto de ordenamento territorial.

As medidas não-estruturais, em conjunto com as medidas estruturais ou sem essas, podem minimizar significativamente os prejuízos com um custo menor. TUCCI (2007)

Este trabalho, na medida em que apresenta as preocupações, enumera os problemas e analisa os acontecimentos desencadeados pelas necessidades de implantação de medidas de controle não-estruturais em bacias hidrográficas urbanas, cria subsídios aos interessados em geral nesse assunto para reflexões acerca desta “nova” ferramenta de planejamento em drenagem urbana, através do estudo de caso real, e propõe um roteiro com diretrizes gerais para melhor incorporar estas medidas nos processo de planejamento urbano e gestão de eventos de cheia.

Este trabalho, antes de tudo, resulta de uma experiência profissional do autor e que evoluiu para uma contribuição acadêmica no campo da gestão de cheias urbanas e em particular, na aplicação de medidas não-estruturais para redução dos danos e prejuízos das inundações em áreas urbanas. Face a esta particularidade, o trabalho fundamenta-se em estudos, dados e informações obtidos do Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia do Rio Cachoeira (2011), desenvolvido pelo Consórcio Engecorps-BRLi-Hidrostudio em 2008-2011.

2 OBJETIVOS

Em função da relevância das medidas não-estruturais como medidas de planejamento e controle da drenagem urbana, da importância adquirida pelas mesmas nos últimos anos e alavancada pela necessidade de implantação de sistemas de prevenção, propõe-se a partir de estudos realizados no âmbito do Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia do Rio Cachoeira (2011):

- ✓ analisar as medidas não-estruturais levantadas, sugerindo alternativas e recomendações para sua aplicabilidade na Bacia em estudo;
- ✓ elaborar um roteiro com diretrizes gerais para facilitar a incorporação das medidas propostas com o intuito de minimizar os efeitos das inundações urbanas na Bacia em estudo.

Desta forma, espera-se consolidar dados e informações que venham a colaborar e subsidiar trabalhos futuros para que estes sejam cada vez mais acurados e possam realmente interceder de forma crescente positiva no desenvolvimento e harmonia da relação entre a população/cidade e drenagem urbana.

3 MÉTODO DE TRABALHO

A elaboração e estruturação desta dissertação foram realizadas em dois grandes grupos:

- 1) Estudos iniciais realizados no âmbito do Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia do Rio Cachoeira (2011):
 - ✓ conceituação resumida das inundações urbanas, das medidas de controle de cheias e da legislação federal, estadual e municipal em vigor;
 - ✓ conceituação das medidas não-estruturais e apresentação das tipologias principais;
 - ✓ conceituação dos modelos hidrológicos e hidráulicos utilizados;
 - ✓ caracterização do sistema de drenagem da Bacia em estudo;
 - ✓ aferição da modelagem hidrológica e hidráulica;
 - ✓ avaliação do sistema de drenagem e elaboração de manchas de inundação na Bacia do Rio Cachoeira;
- 2) Aplicabilidade de medidas não-estruturais tendo por base os estudos apresentados nos capítulos iniciais:
 - ✓ aplicabilidade de medidas não-estruturais com o intuito de minimizar prejuízos causados pelas cheias;
 - ✓ proposição de roteiros com diretrizes gerais para facilitar a incorporação dessas medidas na bacia do Rio Cachoeira;
 - ✓ conclusões e recomendações;

4 INUNDAÇÕES URBANAS

O termo drenagem urbana, segundo TUCCI (2004), pode ser compreendido como o sistema de obras e medidas relativas ao escoamento gerado pelas águas pluviais que tenham por objetivo minimizar os riscos a que as populações estão sujeitas, diminuir os prejuízos causados por inundações possibilitar o desenvolvimento urbano de forma estruturada e sustentável.

O planejamento urbano embora envolva fundamentos interdisciplinares, na prática é realizado dentro de um âmbito mais restrito do conhecimento. O planejamento da ocupação do espaço urbano no Brasil, através do Plano Diretor Urbano não tem considerado aspectos de drenagem urbana e qualidade da água, que trazem grandes transtornos e custos para a sociedade e para o ambiente. O desenvolvimento urbano brasileiro tem produzido aumento significativo na frequência das inundações, na produção de sedimentos e na deterioração da qualidade da água. (TUCCI, 2007)

A urbanização da bacia hidrográfica causa mudanças nas características de uso e ocupação do solo, propiciando um aumento na impermeabilização do solo e consequentemente um aumento no escoamento superficial direto.

Segundo TUCCI (2001), a medida que a cidade se urbaniza, em geral, ocorrem os seguintes impactos:

- ✓ aumento das vazões máximas (em até 7 vezes, LEOPOLD, 1968) devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies;
- ✓ aumento da produção de sedimentos devido a desproteção das superfícies e a produção de resíduos sólidos (lixo);
- ✓ deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, devido à lavagem das ruas, transporte de material sólido e às ligações de esgoto local e pluvial;
- ✓ implantação desordenada da infra-estrutura urbana obstruindo e comprometendo o sistema de drenagem.

Durante muitos anos, tanto no Brasil como em outros países, as soluções adotadas para solução dos problemas de inundações, de um modo geral, apresentaram caráter localizado.

Os trechos de canais ampliados reduziam o prejuízo das áreas afetadas, mas por causa da transferência de vazões, as inundações agravam-se para jusante, uma vez que a

drenagem urbana é fundamentalmente uma questão de “alocação de espaços”. (CANHOLI, 2005).

BAPTISTA e NASCIMENTO (1996) observam que a urbanização intensa ao longo da segunda metade do século XX veio evidenciar os limites das soluções clássicas de drenagem urbana no tocante à sua real eficácia, conforme apresentado:

- ✓ Ao retirar, das áreas urbanizadas, as águas de drenagem pluvial, o mais rapidamente possível, transferem-se para jusante os problemas de inundação. Nesse sentido, novas áreas urbanizadas têm tendência a provocar inundações mais frequentes em áreas de urbanização mais antigas;
- ✓ Como resultado, novas obras de drenagem devem ser construídas a jusante, tais como aumento de seção transversal de canais naturais, substituição de condutos antigos por novos de maior dimensão, etc. Essas obras são, em geral, muito onerosas e seu custo deve ser suportado por toda comunidade;
- ✓ A canalização de cursos d'água gera na população uma falsa ideia de segurança com respeito à inundação, facilitando a ocupação de áreas ribeirinhas. Isso acontece, sobretudo, quando os municípios não incluem no Plano Diretor ou no Plano de Ocupação de Solos, zoneamentos que contemplem uma análise de riscos de inundação. Essas áreas podem eventualmente, serem ocupadas por populações de baixa renda que, por falta de opção, admite uma maior vulnerabilidade. A ocorrência de inundações nessas áreas, como consequência da própria urbanização ou, simplesmente associada ao próprio fenômeno natural, muitas vezes resulta em perdas de vidas humanas e em prejuízos econômicos consideráveis;
- ✓ Normalmente, as soluções clássicas não contemplam os problemas de inadequação do funcionamento do sistema de drenagem causados por deposição de sedimentos, que têm origem em processos erosivos intensificados pela urbanização e/ou por deficiência no sistema de limpeza urbana.

Os outros problemas de qualidade das águas de drenagem urbana não são geralmente percebidos porque as fortes cargas de poluentes geradas pelos esgotos sanitários lançados in natura nos cursos d'água mascaram a real dimensão do problema.

Os problemas de drenagem nas grandes e médias cidades brasileiras que ainda experimentam grande expansão urbana tem-se mostrado calamitoso. A frequência e gravidade das inundações em algumas cidades e regiões metropolitanas, como por

exemplo, São Paulo, Belo Horizonte, Joinville, Blumenau, Itajaí, Campinas e Recife, demonstram a necessidade de procurar alternativas estruturais e não-estruturais e mesmo de conhecer melhor a fenomenologia climática, ambiental, hidrológica e hidráulica do problema, além dos seus componentes sociais com relação à habitação saúde e saneamento e os demais aspectos, inclusive político administrativos. (CANHOLI, 2005)

4.1 Medidas de Controle de Inundações

O termo controle de inundação advém da necessidade de identificação das técnicas utilizadas na tentativa de mitigar o potencial de estragos ocasionados pelas inundações. As medidas de controle de inundação podem ser classificadas conforme TUCCI (2007) em:

- ✓ Medidas Estruturais: são aquelas que modificam o sistema fluvial (ou o meio ambiente) através de obras na bacia (medidas extensivas) ou no rio (medida intensiva) para evitar o extravasamento do escoamento para o leito maior decorrente das enchentes.
- ✓ Medidas Não-Estruturais: são aquelas que conservam o meio ambiente e os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as inundações através de medidas preventivas como alerta de inundações, zoneamento de áreas de risco, seguro contra inundações, e medidas de proteção individual.

A gestão da inundação é obtida por uma combinação de medidas estruturais e não-estruturais que permita à população ribeirinha minimizar suas perdas e manter uma convivência harmônica com o rio. As ações incluem medidas de engenharia e de cunho social, econômico e administrativo.

A associação de medidas estruturais e não-estruturais certamente alcançará os melhores resultados (TUCCI, 2004) e (TUCCI, PORTO e BARROS, 1995). Rotineiramente, a abordagem da drenagem urbana já requer a adoção conjunta de medidas estruturais e não-estruturais por se tratarem de práticas complementares e interdependentes.

O custo de proteção através de medidas não-estruturais, normalmente, é inferior ao de medidas estruturais, mas nem por isso de mais fácil aplicação (PORTO e FILHO, 2004).

A solução ideal deve ser definida para cada caso distintamente, em função das características locais, dos benefícios alcançados, dos aspectos sociais e institucionais e dos impactos causados.

Para TUCCI e MARQUES (2001), "a maioria das soluções sustentáveis passam por medidas não-estruturais que envolvem restrições à população, e por isso, dificilmente um prefeito buscará este tipo de solução, que ao mesmo tempo frustra a população que espera por uma obra, uma medida estrutural, e interfere em interesses de proprietários, o que é politicamente complexo".

GRACIOSA (2004) reitera que há um certo desgaste do poder público ao implantar medidas não-estruturais em drenagem urbana porque a população habitualmente tende a reclamar da falta de obras hidráulicas para contenção de cheias.

4.2 Levantamento do Quadro Legal e Institucional

O meio ambiente tem despertado interesse nas últimas décadas em virtude da globalização das relações, do intercâmbio das informações, passando-se a conhecer melhor as repercussões que os danos ambientais podem causar.

O homem conscientizou-se de vários fatos: de que a natureza é finita; de que seu mau aproveitamento acarreta degradações capazes de atingir a qualidade de vida humana e natural; de que certos danos podem ser irreversíveis; de que a conduta humana deve objetivar o desenvolvimento sustentável; que se deve prevenir os impactos negativos.

Dessa forma, o Estado e a sociedade passaram a ter interesse direto na concretização e efetivação das normas ambientais. Cumpre esclarecer que a preocupação não foi só com a qualidade do meio ambiente natural. Com o desenvolvimento das grandes cidades, o meio ambiente urbano perdeu em qualidade de vida, sendo, inclusive, uma característica comum às grandes cidades brasileiras crescerem sem qualquer planejamento urbano, com controle de poluição obsoleto ou aquém das necessidades.

Com o primeiro encontro mundial de Estados, promovido pelas Nações Unidas, em 1972, fixou-se uma política universal de proteção ao meio ambiente. Vinte anos após, quando da Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio-92, os países participantes assumiram o compromisso de internalizar, em suas políticas públicas, as noções de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável.

4.2.1 Agenda 21 e Agenda 21 Brasileira e Municipal

A Agenda 21 foi o ato firmado pelos países participantes da Cúpula de Johannesburgo, ou Rio + 10, pelo qual se reafirmou os princípios da Carta do Rio. Trata-se de um plano de ação para ser adotado global, nacional e localmente, por organizações do sistema das Nações Unidas, governos e pela sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente. Constitui-se num processo de construção social, participativo e estratégico, que envolve toda a sociedade e o poder público na implementação de Planos de Ações Integradas e Políticas Públicas com o objetivo de melhorar a qualidade de vida, respeitando-se os recursos naturais e garantindo a sustentabilidade das gerações futuras, visando orientar para um novo padrão de desenvolvimento para o século XXI, com o estabelecimento de compromissos para a solução dos problemas existentes a curto, médio e longo prazos.

As bases para a implementação das Agendas por país e por localidade partem do entendimento de que não se poderá construir um mundo sustentável, saudável e com um ambiente protegido, sem que as respectivas ações nesse sentido tenham início nas bases dos habitantes que dominam suas respectivas áreas e são capazes de transformá-las para melhor ou pior.

Para cumprir esse desafio, foi criada por decreto presidencial a Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 21 – CPDS, tendo como função coordenar o processo de elaboração e implementação da Agenda 21 Brasileira. A base para a discussão e elaboração da Agenda 21 Brasileira parte de seis eixos temáticos.

Os eixos temáticos, ou premissas, se organizam como postulados de construção do processo de elaboração da Agenda, mas também são aplicáveis à sua implementação, dos quais destacam-se a Gestão dos Recursos Naturais e as Cidades Sustentáveis, a serem implementados através de “estratégias”.

A gestão dos recursos naturais tem como premissa a sua implementação a interdisciplinaridade da abordagem da gestão de recursos naturais, promovendo a inserção ambiental nas políticas setoriais, com o estabelecimento de um conjunto de ações de natureza administrativa, em um determinado espaço ou unidade de planejamento.

Assim, como primeira estratégia de implementação prevista para este tópico tem-se o de regular o uso e a ocupação do solo por meio de métodos e técnicas de planejamento

ambiental, incluindo as diversas formas de zoneamento, a articulação e o gerenciamento de unidades espaciais de importância para a biodiversidade e para a conservação dos recursos naturais, tais como: corredores ecológicos, unidades de conservação, ecossistemas terrestres, e as bacias hidrográficas.

Como proposta de ação para sua efetivação ter-se-ia o apoio à elaboração de zoneamentos ambientais e a recuperação, revitalização e conservação de bacias hidrográficas e de seus recursos vivos, de modo a evitar ou atenuar a degradação de bacias hidrográficas a partir do desenvolvimento de atividades integradas à gestão sustentável dos recursos naturais.

Outra sugestão para a implementação da gestão seria o estabelecimento de medidas de controle da qualidade ambiental tendo em vista a proteção e o disciplinamento do uso dos recursos naturais, de modo a desenvolver atividades de monitoramento e fiscalização e a adoção de ações de comando e controle, de instrumentos econômicos e de mecanismos de certificação. Para esta estratégia, destacam-se:

- ✓ Recuperação de áreas degradadas, referindo-se não só a ecossistemas, biomas, mas englobando bacias hidrográficas como unidade de referência espacial.
- ✓ Controle de poluição dos esgotos urbanos, implementando-se a cobrança pelo uso da água e pelo lançamento de efluentes, bem como se estudando e difundindo-se tecnologias de baixo custo para tratamento de esgotos, de reutilização da água, com mobilização social para o trato local da questão, adotando-se instrumentos econômicos para incentivar boas práticas ou coibir as más práticas de saneamento.
- ✓ Prevenção e atenuação das inundações urbanas e de seus efeitos, através da elaboração de planos diretores municipais de drenagem urbana, com vias a aplicar mecanismos financeiros e de securitização para reduzir exposição ao risco de inundação, favorecendo a criação de centros locais de alerta contra inundações e de mobilização social para o trato local da questão, disponibilizando informação sobre o tema e capacitando os técnicos municipais sobre gestão dos problemas de inundações.

Por fim, caberia estabelecer, desenvolver e estimular o apoio aos diferentes aspectos da gestão de recursos naturais, por meio da implementação de medidas estruturais que envolvessem o fortalecimento institucional, a capacitação e o treinamento dos recursos humanos, e a educação ambiental. Salientam-se como sugestões de ações para este

tópico a promoção e valorização do papel dos atores sociais na gestão dos recursos naturais: sendo os atores sociais as associações comunitárias, cooperativas, associações de produtores, sindicatos e ONGs, o fortalecimento dos programas existente nas esferas federal, estadual e local e a promoção de campanhas de conscientização, com o desenvolvimento de política de disseminação de informações e conceitos e a utilização de veículos de comunicação escrita, falada, televisionada e virtual.

A discussão sobre cidades sustentáveis tomou vulto graças aos impulsos dados pela Rio-92 e pela Conferência Hábitat II. Por esta premissa, prevista na Agenda 21 Brasileira, orientou-se a Municipalidade a buscar, através do planejamento, adequar-se às regras de sustentabilidade, de modo a minimizar e reduzir as agressões aos recursos naturais.

Entre as estratégias apontadas para essa questão, primeiramente ter-se-ia o uso e ocupação do solo urbano, de modo a aperfeiçoar-se a sua regulamentação e promover o ordenamento do território, contribuindo para a melhoria das condições de vida da população, considerando a promoção da equidade, a eficiência e a qualidade ambiental.

Como propostas de ações com vias a implementação desse tema destaca-se:

- ✓ Fortalecimento da dimensão territorial no planejamento governamental, articulando e integrando as políticas, os programas e as ações dos órgãos da Administração Federal, direta e indireta.
- ✓ Incorporação aos processos de formulação de políticas e de planejamento urbano do município das diretrizes gerais de ordenação do território e de política urbana.
- ✓ Promoção da revisão e a consolidação dos instrumentos e dos dispositivos legais, federais e estaduais, para facilitar o seu conhecimento e a sua compreensão pelas autoridades locais e assegurar a eficácia de sua aplicação prática.
- ✓ Promoção da produção, da revisão e da implementação de planos diretores de competência municipal.
- ✓ Combate à produção irregular e ilegal de lotes urbanos e o crescimento desnecessário da área de expansão urbana das cidades.
- ✓ Utilização de novas figuras jurídicas, tais como a urbanização consorciada e as modalidades de transferência do potencial construtivo.
- ✓ Promoção da regularização fundiária de áreas e assentamentos informais e de loteamentos irregulares, em conformidade com os dispositivos constitucionais e com a legislação federal, estadual e municipal.

- ✓ Implementação de planos de desenvolvimento urbano capazes de minimizar as ocorrências de acidentes e desastres nas cidades, especialmente nos aspectos relativos ao escoamento das águas pluviais.
- ✓ Coordenação de ações referentes ao uso e à ocupação do solo, transporte e trânsito, visando reduzir as tendências de crescimento desorganizado.
- ✓ Combate às deseconomias da urbanização e imprimir maior eficiência às dinâmicas socioambientais, apoiando e incentivando a realização de experiências bem-sucedidas na conservação do patrimônio ambiental urbano.

Com vias ao desenvolvimento institucional das Cidades Sustentáveis, de modo a fortalecer-se a capacidade de planejamento e de gestão democrática da cidade, incorporando no processo a dimensão ambiental e assegurando a efetiva participação da sociedade, a Agenda 21 Brasileira apresenta como propostas de ações:

- ✓ Promover políticas nacionais, regionais, estaduais, metropolitanas e municipais de desenvolvimento que levem em consideração as peculiaridades da rede urbana brasileira, adequando suas propostas e ações às diferentes categorias de cidades, na perspectiva de sua sustentabilidade.
- ✓ Submeter ao controle do município, naquilo que for da sua competência constitucional, toda e qualquer atividade realizada no seu território capaz de afetar a sustentabilidade da cidade.
- ✓ Instituir a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão do território, passando da ação puramente controladora, setorial e burocrática para uma ação gerenciadora da questão ambiental.
- ✓ Criar e/ou fortalecer órgãos de planejamento urbano e regional reforçando a dimensão ambiental em suas estruturas técnico-burocráticas e aperfeiçoando suas bases de dados sobre unidades territoriais de gestão e de planejamento.
- ✓ Apoiar e aperfeiçoar a capacidade institucional dos governos estaduais e municipais para desenvolver ações voltadas para a criação de marcos regulatórios para os serviços de água, esgotos e resíduos sólidos.

O projeto para as Cidades Sustentáveis visaria também a promoção de mudanças nos padrões de produção e de consumo da cidade. Com isto, pretende-se a redução de custos e desperdícios e o fomento do desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis, valendo-se de uma política para a educação ambiental, com o uso processos pedagógicos continuados e rotinizados, para desenvolver hábitos e

comportamentos que preservem a integridade, o bom funcionamento e a manutenção das edificações, dos equipamentos e das áreas de uso coletivo nas cidades.

E por fim, englobaria o desenvolvimento e o estímulo da aplicação de instrumentos econômicos no gerenciamento dos recursos naturais visando à sustentabilidade urbana, promovendo o aperfeiçoamento do sistema tributário brasileiro de modo adotar princípios de extrafiscalidade que estimulem ações, empreendimentos e comportamentos sustentáveis dos agentes públicos e privados.

Como se pode verificar a Agenda 21, e sua expressão nacional, ao focarem o desenvolvimento urbano o fazem enfocando o desenvolvimento sustentável das cidades, que exige a implementação de planos de capazes de minimizar as ocorrências de acidentes e desastres, especialmente os derivados do escoamento das águas pluviais, bem como ações que coordenem o uso e a ocupação do solo, transporte e trânsito, visando reduzir as tendências de crescimento desorganizado. Pode-se dizer que no Brasil a sua implantação tem sido efetuada principalmente pelos Municípios.

A Agenda 21 de Joinville foi lançada em 1998, que propôs adotar as bacias hidrográficas como unidades físicas-territoriais de planejamento para todas as atividades concernentes a vida humana.

4.2.2 Medidas Não-Estruturais

Tendo em vista os interesses expressos na Agenda 21 e na Agenda 21 Brasileira, a primeira e principal tarefa que se coloca aos gestores das cidades seria a de reorganizar o sistema de gestão.

A reestruturação do sistema e de formas organizacionais da gestão se denomina os novos marcos da gestão urbana, tais como a necessidade do planejamento estratégico, colocando restrições ao crescimento não planejado, e a incorporação da questão ambiental nas políticas setoriais urbanas (habitação, abastecimento, saneamento, ordenação do espaço), através da observância de critérios ambientais que preservem os recursos estratégicos (água, solo, cobertura vegetal) e proteção à saúde humana.

As taxas elevadas e crescentes de urbanização observadas no Brasil nas duas últimas décadas levaram a um agravamento de problemas urbanos, expresso pelo crescimento

desordenado e fisicamente concentrado, ausência ou carência do planejamento e padrões atrasados na sua gestão.

Logo, devem ser definidas regras de uso e ocupação que preservem aspectos vitais naturais e que possibilitem, prevejam, um sistema de transporte, abastecimento de água, esgotamento sanitário, tratamento, drenagem urbana e coleta, processamento e reciclagem dos resíduos, de modo a conciliar o desenvolvimento urbano com a sustentabilidade do espaço após a ocupação da população.

Assim, faz-se necessário o apoio à produção, revisão e implementação de planos diretores e da legislação urbanística municipal concernentes ao uso e ocupação do solo, parcelamento, perímetro urbano, código de obras e posturas, sanitário e limpeza urbana, visando à introdução de dispositivos legais que assegurem a sustentabilidade das cidades.

Destaca-se a necessidade de ações que tratem das águas pluviais, de modo a controlar a impermeabilização, preservando, protegendo, recompondo áreas para retenção e escoamento do excesso de água dos fundos de vale

Para a formulação das medidas não-estruturais dever-se-á levar em consideração tais premissas em conjugação com a legislação existente, o Plano Diretor e os outros planos e infraestrutura existentes na cidade.

4.2.3 Aspectos Jurídico - Legais

Um Plano Diretor de Drenagem Urbana integra a política de desenvolvimento urbano, a ser executada pelo Poder Público municipal, nos termos do art. 182 da Constituição da República de 1988, e tem o objetivo de criar os mecanismos de gestão da infraestrutura urbana relacionado com o escoamento das águas pluviais e dos rios na área urbana da cidade. Este planejamento visa evitar perdas econômicas, melhoria das condições de saúde e meio ambiente da cidade.

Porém, em decorrência da existência de normas provenientes das três esferas administrativas (federal, estadual e municipal), bem como que em cada uma delas, existirem várias espécies normativas (leis, decretos, resoluções) tem-se sustentado a tese da classificação hierárquica das leis no sistema federativo.

Cabendo, a todos os entes, competência legiferante em determinadas matérias, o sistema federativo brasileiro se apresenta complexo, pois que apresenta três entes de categorias distintas com este Poder. E, dessa forma, dificulta-se a determinação de quais matérias deverão ser disciplinadas por este ou aquele ente da federação.

Destarte, com a Constituição de 1988, o legislador constituinte, ao adotar diversas técnicas de repartição de competências, objetivou delimitar e consagrar a competência de cada ente, permitindo uma expansão de suas autonomias.

No ordenamento jurídico pátrio, a hierarquização das normas é admitida, obedecendo-se, porém, ao “primado da competência”, competência esta estabelecida na Constituição Federal, de modo horizontal. Assim, as leis federais prevalecem sempre sobre as Constituições e leis estaduais, quando forem válidas, ou seja, quando regularem matéria da competência exclusiva da União.

O modelo de distribuição de competência estabelecido pelo ordenamento jurídico brasileiro, prevê as seguintes modalidades de competência:

- ✓ Exclusiva ou privativa - enunciada expressamente para a União nos arts. 21 e 22 (sendo que neste comporta a delegação para os Estados no parágrafo único) e para os municípios no art. 30, inciso I;
- ✓ Remanescente - enunciada para os Estados no art. 25, parágrafo primeiro;
- ✓ Concorrente - enunciada para a União, Estados e Distrito Federal no art. 24, parágrafos, comportando a legislação geral (normas gerais) e a suplementar, sendo esta concedida também aos municípios, conforme art. 30, inciso II;
- ✓ Plena - enunciada para os Estados (e Distrito Federal) no art. 24, parágrafo 3º, assemelhando-se à competência supletiva.

Verifica-se que a Constituição, colocada no vértice do ordenamento jurídico, conferiu legitimidade aos poderes estatais, na medida em que ela os reconheça e na proporção por ela distribuídos.

Estabelece-se, assim, a idéia de autonomia dos entes federados, pela qual cada ente (União, Estado e Município) tem a faculdade de regular seus próprios assuntos por meio de normas jurídicas, sendo somente limitados pelos princípios básicos estabelecidos na Constituição, enumerados em seu artigo 34, inciso VII.

É claro que o sistema adotado tornou-se de difícil delimitação técnica. Há a previsão de competência vertical e horizontal, bem como há a enumeração das competências exclusivas da União, relegando as remanescentes aos Estados e, ainda, estabelecendo

uma competência exclusiva - indicativa - para os Municípios. No tocante à competência concorrente entre União e Estados, admite-se a existência de competência suplementar por parte dos Municípios.

Salienta-se que, no campo da competência concorrente, na qual está inserida a matéria relativa ao meio ambiente (art. 24, inciso VI, CF) o legislador constitucional estabeleceu a repartição vertical, isto é, há a possibilidade de certas matérias serem tratadas tanto pelo poder central (União) como pelos regionais. Dessa forma, destinou à União o poder de editar normas gerais, cabendo aos Estados o desdobramento das matérias nelas tratadas.

No contexto do art. 24, que estabelece a competência concorrente, poder-se-ia interpretar a competência suplementar tratada no parágrafo segundo como competência para ampliar e desdobrar as matérias tratadas nas normas gerais, no sentido de complementaridade. E no parágrafo terceiro, apesar de o legislador ter se utilizado da expressão “competência legislativa plena”, tratar-se-ia da competência supletiva, ou seja, de suprir algo que falta, que ainda não existe.

O termo suplementar, típico da competência concorrente, adotado a fim de dissipar controvérsias etimológicas, está na Constituição com o significado de ser “o poder de formular normas que desdobrem o conteúdo de princípios ou normas gerais ou que supram a ausência ou omissão destas.”

Assim, na competência concorrente, os princípios estabelecidos pela União serviriam de parâmetro para a legislação local, ou seja, seria geral, cabendo aos Estados editar normas supletivas e complementares capazes de suprir a falta ou a lacuna da lei federal, pressupondo-se a inexistência de norma federal idêntica. Este caráter geral é proposital, de modo a deixar aos Estados-membros espaço para ajustarem “as diretrizes da lei federal à realidade local”.

Mais há de se destacar que também está prevista expressamente na Constituição da República a competência suplementar tanto para os Estados - art. 24, parágrafo segundo - como para os Municípios - art. 30, inciso II.

Assim, proceder-se-á ao levantamento e apresentação dos instrumentos legais, considerando a competência das três esferas federativas na edição de normas, enfocando a legislação federal e municipal, uma vez que a matéria concernente ao presente trabalho relaciona-se com o disposto na Agenda 21 nacional, a ser desenvolvida pelos municípios.

4.2.4 Análise Crítica da Legislação

Uma compilação detalhada da legislação federal, estadual e municipal é apresentada no Apêndice A do presente trabalho. Este subitem buscar realizar uma análise crítica dessa legislação.

Primeiramente, cumpre destacar alguns pontos previstos no Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável, instituído pela Lei Complementar nº 261/2008. Conforme apresentado no Apêndice A, a referida lei complementar estabeleceu instrumentos de controle urbanístico.

O primeiro deles é a Lei Complementar de Estruturação Territorial. Será instituído o macrozoneamento municipal, tendo sido fixado o prazo máximo de seis (6) meses após a publicação do Plano Diretor para que seja encaminhado ao legislativo o seu Projeto.

Então, a Lei Complementar de Ordenamento Territorial regulamentará o parcelamento, o sistema viário e o uso e a ocupação do solo em todo o Município, estabelecendo normas complementares à Lei Federal 6.766/79, alterada pela Lei 9.785/99, no que tange aos fracionamentos e loteamentos. Ficou definido o prazo de um (1) ano após a publicação da Lei Complementar de Estruturação Territorial para o encaminhamento ao legislativo do Projeto de Lei Complementar de Ordenamento Territorial.

A Lei Complementar da Qualificação do Ambiente Construído instituirá a reformulação da Lei Complementar nº 84/2000, que institui o Código de Posturas Municipal, e a Lei de Usos Especiais. Foi estabelecido o prazo de seis (6) meses após a publicação da Lei Complementar de Ordenamento Territorial para o encaminhamento ao legislativo do Projeto de Lei Complementar de Qualificação do Ambiente Construído.

Os instrumentos de Gestão do Planejamento do Plano Diretor são as leis complementares de Democratização da Gestão do Planejamento, de Indução do Desenvolvimento Sustentável, de Promoção do Desenvolvimento Sustentável e de Regularização Fundiária. O Plano Diretor define o prazo de seis (6) meses após a sua publicação para o encaminhamento ao Legislativo do projeto de lei complementar de Gestão do Planejamento.

Tem-se ainda a Lei Complementar de Promoção do Desenvolvimento Sustentável, que visa a redistribuição de oportunidades imobiliárias na cidade, permitindo uma flexibilidade no controle do uso e ocupação do solo. O Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável definiu o prazo de 180 (cento e oitenta) dias após a publicação da lei complementar de

Ordenamento Territorial para o encaminhamento ao legislativo do projeto de lei complementar de Promoção do Desenvolvimento Sustentável.

Assim, sobre a aplicação do princípio jurídico pelo qual o proprietário, ao vender sua propriedade, deve oferecê-la, em primeiro lugar, ao poder público, tem-se que a Lei nº 10.257/2001, que regulamenta os arts. 182 e 183 da CR/88, e estabelece diretrizes gerais da política urbana, denominada Estatuto das Cidades, criou institutos jurídicos correlatos a esta questão. E a Lei Complementar nº 261/2008 de 28/02/2008, que institui o Plano Diretor os incorporou, conforme apresentado no Apêndice A.

Porém, para que se possa valer de tais institutos é necessário que seja instituída norma, mas cuja propositura e aprovação dependerá de um encaminhamento ordenado de outras leis.

Assim, a Lei Complementar nº 261/2008, que institui o Plano Diretor, estabeleceu os seguintes marcos, apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Marcos da Lei Complementar nº 261/2008

Ora, o Plano de Ordenamento Urbano deverá estabelecer as normas complementares à Lei federal 6.766/79, que trata sobre o parcelamento do solo urbano. Como o projeto de lei ainda não foi encaminhado à Câmara dos Vereadores de Joinville - por depender da aprovação da Lei sobre o Plano de Estruturação Urbana, cujo projeto de lei encontra-se em trâmite – deve-se aguardar o cronograma previsto no Plano Diretor.

Este raciocínio se aplica também às demais legislações, que estão previstas no Plano Diretor, nos termos do fluxograma anterior.

Sobre o controle do uso e ocupação do solo a Lei estadual nº 6.063/82, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, estabelece que compete ao Gabinete de Planejamento e

Coordenação-Geral – GAPLAN de Joinville proceder ao exame e dar anuência prévia, para posterior aprovação do Município, em projetos de parcelamento, quando localizados em áreas de interesse especial, assim definidos pelo Estado ou pela União, considerando áreas de interesse especial as necessárias à preservação do meio ambiente e as reservadas para fins de planejamento regional e urbano.

Como já exposto, em âmbito municipal, tem-se que o Plano Diretor estabeleceu a edição de nova norma para regular a matéria, que depende da aprovação da Lei de Estruturação Urbana, com projeto de lei já em trâmite. Então, para o momento, continua vigendo a Lei Complementar nº 27/96, não havendo como propor-se projeto de lei para esta matéria se há necessidade da aprovação do Plano de Ordenamento Urbano em momento anterior.

A reformulação do sistema de gestão considerando-se as características do sistema proposto poderão ser levadas a efeito, desde que o cronograma legal estabelecido no Plano Diretor seja cumprido.

Deve-se ter em mente a necessidade da promulgação da Lei Complementar da Qualificação do Ambiente Construído, que regulamentará as regras urbanísticas, alterando o Código de Posturas, e das leis complementares que implementem os instrumentos de Gestão do Planejamento do Plano Diretor: Lei Complementar de Indução do Desenvolvimento Urbano e Lei Complementar de Promoção do Desenvolvimento Sustentável.

Para a obtenção de recursos através de repasses, financiamentos e tributação específica, a Lei nº 10.257/2001, denominada Estatuto das Cidades disciplina, no art. 47, que tributos sobre imóveis urbanos, assim como as tarifas relativas a serviços públicos urbanos, poderão ser diferenciados em função do interesse social.

No entanto, tem-se também a possibilidade de cobrança de tributo ou preço público pela prestação do serviço de saneamento básico, como previsto na legislação federal.

E ainda pode-se valer dos recursos do Fundo de Restauração do Bioma Mata Atlântica no caso de se levar a efeito os projetos que envolvam conservação de remanescentes de vegetação nativa relativas a este ecossistema, nos termos da lei federal sobre a matéria (Lei 11.428/2006).

Sobre a legislação voltada ao manejo das águas pluviais e controle de impactos decorrentes do desenvolvimento municipal, mais uma vez destaca-se o encadeamento, a interligação dos planos e leis no Município, de modo que uma determinada norma não poderá advir sem que seja instituída outra, a qual se subordina.

É claro que muitas medidas não-estruturais poderão ser tomadas, poderão ser implementadas, através de normas administrativas, como, p. ex., as que visem alterar os cálculos de impermeabilização de um terreno.

Como bases para um Programa de Educação Ambiental, deve-se ter em mente a Lei estadual catarinense nº 11.076/99, que dispõe sobre a criação de zonas de perigo ambiental, que estabelece regras de sinalização e informação, que deverão ser repassados à população, com o intuito de agregarem este fator a suas vidas.

Já sobre a criação de parques lineares ao longo das várzeas de inundação natural ainda não ocupadas, considerando que o Rio Cachoeira é urbano, temos que este fato seja impeditivo para tal. Isto porque, nos termos da Lei 9.985/2000, art. 49, as unidades de conservação do Grupo de Proteção Integral, como os Parques, são consideradas zonas rurais. E ainda deverá se ter em conta a necessidade de uma zona de amortecimento.

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam em resumo as leis federais, estaduais e municipais apresentadas no Apêndice A que tratam de assuntos relevantes aos estudos desenvolvidos.

Tabela 1 – Quadro Legislativo Federal

Lei nº 6.766/79	Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano
Lei nº 9.795/99	Institui a Política Nacional de Educação Ambiental
Lei nº 9.985/2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação
Lei nº 10.257/2001	Regulamenta os arts. 182 e 183 da CR/88, estabelece diretrizes gerais da política urbana, denominada Estatuto das Cidades
Lei nº 11.428/2006	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica
Lei nº 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico

Tabela 2 - Quadro Legislativo Estadual

Lei nº 6.063/82	Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, disciplina esta matéria no Estado de Santa Catarina
Lei nº 11.076/99	Dispõe sobre a criação de zonas de perigo ambiental

Tabela 3 - Quadro Legislativo Municipal

Lei Complementar nº 27/96	Trata do Uso e Ocupação do Solo, atualiza as normas de uso e ocupação
Lei Complementar 41/97	Institui o Fundo de Desenvolvimento e Urbanização de Joinville
Lei Complementar nº 79/99	Dispõe sobre as imunidades e isenções tributárias no Município de Joinville
Lei Complementar 119/2002	Estabelece normas para a construção de cisternas no Município de Joinville
Lei Complementar nº 216/2006	Obriga os agentes imobiliários situados no Município de Joinville, a informar em todos os contratos de locação e compra e venda de imóvel, o zoneamento permitido, de acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município de Joinville
Lei Complementar nº 261/2008	Dispõe sobre as diretrizes estratégicas e institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município de Joinville
Lei Complementar nº 276/2008	Dá nova redação à Lei Complementar nº 235/2007, que dispõe sobre a celebração de Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta
Lei Complementar nº 299/2009	Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável – “Conselho da Cidade” e regulamenta a Conferência Municipal da Cidade, conforme determinam os incisos I e II do art. 82 da Lei Complementar nº 261/2008, que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município de Joinville

5 MEDIDAS DE CONTROLE NÃO-ESTRUTURAIS

As medidas estruturais não são projetadas para dar uma proteção completa, pois isto exigiria uma intervenção para atuar contra a maior inundação possível (TUCCI, 2007). Esta proteção é fisicamente e economicamente inviável na maioria das situações. A medida estrutural pode criar uma falsa sensação de segurança, permitindo a ampliação da ocupação das áreas inundáveis, que futuramente podem resultar em danos significativos. As medidas não-estruturais, em conjunto com as anteriores ou sem essas, podem minimizar significativamente os prejuízos com um custo menor.

Em Denver (Estados Unidos), em 1972, o custo de proteção por medidas estruturais de um quarto da área era equivalente ao de medidas não-estruturais para proteger os restantes três quartos da área inundável (TUCCI, 2007).

As principais medidas não-estruturais são do tipo preventiva como: regulamentação para minimizar o aumento das vazões na zona de produção, previsão e alerta de inundação, seguro e proteção individual e zoneamento das áreas de risco de inundação.

5.1 Regulamentação para Minimizar o Aumento das Vazões na Zona de Produção

Qualquer impermeabilização dos solos pode ser objeto de implantação de medidas compensatórias. Múltiplas técnicas alternativas podem ser utilizadas, adaptando-se às diversas condicionantes.

O uso da regulamentação das novas construções preparada para evitar o aumento da vazão máxima para jusante é uma solução de baixo custo, mas pode apresentar limitações quando:

- (a) existem Loteamentos já aprovados e que ainda foram densificados;
- (b) Ocupação ilegal e loteamentos irregulares que não obedecem a regulação da cidade;
- (c) Aprovação indevida de loteamentos.

Para evitar que estes problemas continuem transferindo impactos para jusante, é possível reservar áreas na bacia que podem ser obtidas no desmembramento dos loteamentos dentro da quota pública prevista nos Planos Diretores. Considerando que são necessários

da ordem de 1% da área da bacia para amortecimento, este espaço pode ser reservado juntamente com as futuras áreas públicas de parques em locais apropriados quanto à drenagem (TUCCI, 2007). Isto permitirá aumentar a capacidade de amortecimento da bacia. Os locais mais apropriados podem ser observados na própria natureza, pois são as áreas mais alagadiças e junto ao sistema de drenagem principal. Desta forma, ao longo do tempo a cidade obtém os seguintes benefícios: (a) amortecimento das inundações onde são geradas; (b) aumento das áreas verdes e compatibilização das funções urbanas, controle de inundações e ambientais; (c) evitar o custo de futuras intervenções no sistema de drenagem.

5.2 Construção à Prova de Enchente

Segundo TUCCI (2007) a construção à prova de enchente é definida como o conjunto de medidas projetadas para reduzir as perdas de prédios localizados nas várzeas de inundação durante a ocorrência das cheias. Algumas destas medidas são as seguintes:

- ✓ Instalação de vedação temporária ou permanente nas aberturas das estruturas;
- ✓ Elevação de estruturas existentes;
- ✓ Construção de novas estruturas sob pilotis;
- ✓ Construção de pequenas paredes ou diques circundando a estrutura, relocação ou proteção de artigos que possam ser danificados dentro da estrutura existente;
- ✓ Relocação de estruturas para fora da área de inundação;
- ✓ Uso de material resistente à água ou novas estruturas;
- ✓ Regulamentação da ocupação da área de inundação por implementação de espaços definidos urbanos.

5.3 Sistemas de Previsão e Alerta

Segundo TUCCI (2007) o sistema de previsão de alerta tem a finalidade de se antecipar à ocorrência da inundação, avisando a população e tomando as medidas necessárias para

reduzir os prejuízos resultantes da inundação. Um sistema de alerta de previsão em tempo real envolve os seguintes aspectos:

- ✓ Sistema de coleta e transmissão de informações de tempo e hidrológicas: sistema de monitoramento por rede telemétrica, satélite ou radar e transmissão destas informações para o centro de previsão;
- ✓ Centro de Previsão: recepção e processamento de informações, modelo de previsão, avaliação e alerta;
- ✓ Defesa Civil: programas preventivos: educação, mapa de alerta, locais críticos; alerta aos sistemas públicos: escolas, hospitais, infra-estrutura; alerta a população de risco, remoção e proteção à população atingida durante a emergência ou nas inundações.

Este sistema possui três fases distintas que são: prevenção, alerta e mitigação. Na prevenção são planejadas as atividades para minimizar as inundações quando as mesmas ocorrerem. Isto envolve o treinamento da equipe da Defesa Civil, da população através de informações, mapa de alerta que identifique as áreas alagadas durante a sua ocorrência, planejamento de áreas para receber a população flagelada, entre outros.

Segundo VENDRUSCOLO (2007) o alerta trata da fase de acompanhamento da ocorrência dos eventos chuvosos com base no seguinte:

1. Nível de acompanhamento: nível a partir do qual, existe um acompanhamento por parte dos técnicos, da evolução da enchente. Nesse momento é alertada a Defesa Civil da eventualidade da chegada de uma enchente. Inicia-se neste momento a previsão de níveis em tempo real;
2. Nível de alerta: é o nível a partir do qual é previsto que um nível futuro crítico será atingido dentro de um horizonte de tempo da previsão. A Defesa Civil, Administrações municipais passam a receber regularmente as previsões para a cidade e a população recebe o alerta e instruções da Defesa Civil;
3. Nível de emergência: nível no qual ocorrem prejuízos materiais e humanos. Essas informações são o nível atual e previsto com antecedência e o intervalo provável dos erros, obtidos dos modelos.

A fase de mitigação trata das ações que devem ser realizadas para diminuir o prejuízo da população quando a inundação ocorre, como isolar ruas e áreas de risco, remoção da população, animais e proteção de locais de interesse público.

O mapa de alerta é preparado com valores de cotas em cada esquina da área de risco. Com base na cota absoluta das esquinas, deve-se transformar esse valor na cota referente à régua. Isto significa que, quando um determinado ator de nível de água estiver ocorrendo na régua, a população saberá quanto falta para inundar cada esquina. Isto auxilia a convivência com a inundação durante a sua ocorrência.

5.4 Zoneamento de Áreas Inundáveis

Tanto a lei federal (Lei nº 6.766/79), como a estadual (Lei nº 6.063/82) vedam o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas ou de expansão urbana em terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas.

As inundações causam danos econômicos e inconvenientes para uma série de interesses, que incluem propriedades, negócios, transportes e vida social (RUITER, 1990). A melhor decisão a ser tomada para solucionar esse tipo de problema é o disciplinamento da ocupação urbana, através de uma densificação compatível com os riscos de inundação da área (PORTO ET AL, 1993). No planejamento de ocupação do espaço várias medidas preventivas de controle de enchente podem ser adotadas (TUCCI, 1993), no entanto, se a população ocupar os espaços antes delas serem implementadas, as soluções terão um custo muito mais alto (DUNNE e LEOPOLD, 1978).

O zoneamento das áreas inundáveis pode ser utilizado para promover usos produtivos e menos sujeitos a danos, permitindo a manutenção de áreas de uso social, como áreas livres no centro da cidade, reflorestamento, e certos tipos de uso recreacional.

O zoneamento das áreas de inundação engloba as seguintes etapas: a) determinação do risco das enchentes; b) mapeamento das áreas sujeitas à inundação; c) zoneamento. A seguir são descritos os aspectos do mapeamento e do zoneamento.

5.4.1 Mapa de Inundação de Cidade

Os mapas de inundação podem ser de dois tipos: mapas de planejamento e mapas de alerta. O mapa de planejamento define as áreas atingidas por cheias de tempos de retorno escolhidos.

Para a elaboração desses mapas são necessários os seguintes dados: a) nivelamento da régua a um zero absoluto; b) topografia da cidade no mesmo referencial absoluto da régua linimétrica. Cota da rua no meio de cada esquina das áreas de risco; c) estudo de probabilidade de inundações de níveis para uma seção na proximidade da cidade; d) níveis de enchentes, ou marcas ao longo da cidade que permita a definição da linha de água; e) seções batimétricas ao longo do rio no perímetro urbano. Caso a localização da seção de observação se encontre fora do perímetro urbano, a batimetria deve ir até a referida seção. O espaçamento das seções depende das modificações do leito e da declividade da linha de água, mas espaçamentos entre 500 e 1000 m são suficientes; f) cadastramento das obstruções ao escoamento ao longo do trecho urbano como pontes, edifícios e estradas, entre outros.

5.4.2 Zoneamento de Áreas Inundáveis

O zoneamento propriamente dito é a definição de um conjunto de regras para a ocupação das áreas de risco de inundação, visando à minimização futura das perdas materiais e humanas em face das grandes cheias. O zoneamento urbano permite o desenvolvimento racional das áreas ribeirinhas (TUCCI, 2007).

A regulamentação do uso das zonas de inundação apoia-se em mapas com demarcação de áreas de diferentes riscos e nos critérios de ocupação das mesmas, tanto quanto ao uso como quanto aos aspectos construtivos. Para que esta regulamentação seja utilizada, beneficiando as comunidades, a mesma deve ser integrada à legislação municipal sobre loteamentos, construções e habitações, a fim de garantir a sua observância.

A legislação federal considera como área de preservação permanente uma faixa ao longo das margens do rio. Como ela é frequentemente desrespeitada, propõe-se a elaboração de uma lei de zoneamento municipal que leve em consideração a preservação da mata

ciliar, a ocupação de zonas inundáveis e o risco de inundação. Para isso, foram estabelecidas três zonas distintas (TUCCI, 2007):

- a) Zonas de passagem da enchente – Área atingida por inundações com período de até 10 anos. Funciona hidraulicamente, permitindo a passagem da enchente. Uma edificação nessa região reduz a área de escoamento, elevando os níveis d'água à montante, sendo recomendável medidas que melhorem o escoamento da água.
- b) Zona com restrições: Área atingida por inundações com período de recorrência entre 10 e 100 anos, inclui a área restante da superfície inundável cuja utilização deve ser regulamentada, pois esta zona fica inundada, mas devido às pequenas profundidades e baixas velocidades, não contribuem muito para a drenagem da inundação.
- c) Zona de baixo risco: onde há pequena probabilidade de ocorrerem inundações, sendo atingidas em anos excepcionais, por pequenas lâminas d'água e de baixas velocidades, não necessitando, portanto de regulamentação.

5.5 Seguro de Inundação

O seguro de inundação é um procedimento preventivo viável para empreendimentos com valor agregado importante no qual os proprietários possuem capacidade econômica de pagar o prêmio do seguro. Além disso, nem todas as companhias estão dispostas a fazer o seguro de inundações se não houver um sistema de resseguros para distribuição do risco.

Segundo TUCCI (2007) o sistema de seguros americanos é o mais conhecido, onde a cidade entra no programa de seguros federais e a população pode fazer o seguro, onde o custo de um risco médio é da ordem de US \$ 300 de prêmio para uma propriedade de valor de US\$ 10.000. Os bancos somente financiam obras em áreas de risco que possuem este tipo de seguro. Portanto, este seguro cobra mais dos que ocupam áreas de maior risco e menos dos que ocupam as áreas de menor risco. Isto deve inibir a ocupação de áreas de alto risco. O sistema de seguros baseados no risco é viável quando é possível distribuir o risco entre diferentes regiões como os Estados Unidos. Na Inglaterra o custo pelo seguro da inundação é pago por todos, mesmo que não estejam na área de inundação. Como é diluído por toda a população o prêmio pago é pequeno, mas pode

incentivar a ocupação de área de risco. Quando a população que ocupa a área de inundação é de baixa renda este tipo de solução torna-se inviável pela incapacidade da população pagar o prêmio, além do próprio baixo valor da sua propriedade.

6 MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA

Os modelos hidrológicos procuram representar a parte terrestre do ciclo hidrológico, transformando a precipitação que cai sobre a bacia em vazão numa determinada seção de um rio. O conhecimento foi inicialmente fragmentado pela análise de cada um dos processos, como a avaliação da precipitação, interceptação vegetal, evapotranspiração, infiltração e percolação, balanço de água nas camadas superior e inferior do solo e o escoamentos superficial, sub-superficial, subterrâneo e em rios, canais e lagos. Os modelos vieram para integrar todos estes processos de forma a obter variáveis intermediárias e de saída da bacia como a vazão (TUCCI, 2010).

A representação dos processos hidrológicos através de modelos é a forma encontrada pelo hidrólogo para estudar os diferentes componentes do ciclo hidrológico e as interações antrópicas. Existem várias formas desenvolvidas para modelar a realidade como o protótipo amostral de um espaço físico real, a visão teórica qualitativa dos processos e a formulação matemática de como se processam os diferentes fenômenos (TUCCI, 2009).

6.1 Modelagem Computacional Hidrológica

A modelagem computacional do processo de transformação chuva vazão pode ser realizada através do programa HEC-HMS (HEC-HMS, 2008) dentre outros. O programa HEC-HMS simula os processos de transformação chuva vazão e de translação dos hidrogramas de cheia nos elementos hidrológicos (junções, sub-bacias, propagações, etc) 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 Soil Conservation Service - SCS para cálculo da precipitação efetiva e hidrograma unitário SCS (Reference Manual HEC-HMS, 2000).

Para representar a translação dos hidrogramas de cheia na calha do rio foi selecionado o método de Muskingum-Cunge (Reference Manual HEC-HMS, 2000).

6.1.1 Parâmetros de Cálculo Utilizados nos Estudos

6.1.1.1 *Bacia Hidrográfica*

A bacia hidrográfica é a área de captação natural da água de precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos e água que confluem até resultar um leito único no exutório. TUCCI (2004).

A bacia hidrográfica, associada a uma dada seção fluvial ou exutório, é individualizada pelos seus divisores de água e pela rede fluvial de drenagem; essa individualização pode se fazer por meio de mapas topográficos. Os divisores de água de uma bacia formam uma linha fechada, a qual é ortogonal às curvas de nível do mapa e desenhada a partir da seção fluvial do exutório, em direção às maiores cotas ou elevações. A rede de drenagem de uma bacia hidrográfica é formada pelo rio principal e pelos seus tributários, constituindo-se em um sistema de transporte de água e sedimentos, enquanto a sua área de drenagem é dada pela superfície da projeção vertical da linha fechada dos divisores de água sobre um plano horizontal.

6.1.1.2 *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 SCS (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. O valor

adotado é obtido a partir da média ponderada dos valores de CN para os solos da sub-bacia (porção permeável), conforme destacado na Tabela 4.

Tabela 4 - 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	condições boas		30	58	71	78
Floretas	condições ruins		45	66	77	83
	boas		36	60	73	79
	médias		25	55	70	77

Fonte: (TUCCI, 2004).

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. Este modo de introdução dos dados possibilita explicitar a variação esperada de ocupação (percentagem de área impermeável). O cálculo do CN 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.

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.

6.1.1.3 Áreas Impermeáveis e Áreas Permeáveis

A área impermeável é um indicador mensurável do processo de urbanização. Conforme dito anteriormente, optou-se por utilizar diretamente o índice relacionado à porcentagem da área impermeável.

A determinação dessa variável pode ser realizada através da metodológica de interpretação de fotos aéreas de alta resolução, quantificando-se a área impermeável a partir da identificação visual da parcela permeável e impermeável do terreno.

6.1.1.4 Tempo de Concentração

Tempo de concentração é o tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial no exutório da bacia (SILVEIRA, 2005).

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 1) e para bacias com áreas entre 0,7 e 51 km² a fórmula de Desbordes (equação 2) para a determinação do tempo de concentração em bacias urbanas, as quais serão utilizadas nos estudos. Para bacias com características rurais que apresentam uma taxa de impermeabilização inferior a 25 % adotou-se a fórmula de Kirpich (equação 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.

$$T_c = 0,0828L^{0,24}S^{-0,16}A_{imp}^{-0,26} \quad (1)$$

$$T_c = 0,0869A^{0,3039}S^{-0,3832}A_{imp}^{-0,4523} \quad (2)$$

$$T_c = 0,0663L^{0,77}S^{-0,385} \quad (3)$$

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)

O tempo de retardamento (*“time lag”*), foi obtido multiplicando-se o tempo de concentração por 0,6 conforme recomendado pelo SCS (1975).

6.1.1.5 *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. O equacionamento do método está apresentado no livro “Hidrologia Ciência e Aplicação (TUCCI, 2004)”.

6.2 Modelagem Hidráulica Computacional

Os modelos hidráulicos procuram representar a parte fluvial do ciclo hidrológico, buscando retratar o comportamento do escoamento de uma determinada vazão ao longo de um rio.

A representação dos processos hidráulicos através de modelos é a forma encontrada pelo hidráulico para estudar os diferentes componentes do escoamento e as interações ao longo dos cursos d'água.

A modelagem computacional do comportamento do escoamento da cheia nos rios pode ser realizada através do programa HEC-RAS (HEC-RAS, 2008) dentre outros. O programa HEC-RAS simula o escoamento das vazões ao longo do 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.

Para representar o comportamento hidráulico dos rios da bacia 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 hidráulica:

- ✓ 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.

- ✓ Seção Transversal

A seção transversal caracteriza o leito do rio através dos elementos geométricos mencionados no item 6.2.1. 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").

A Figura 2 apresenta a caracterização de uma seção transversal no modelo computacional.

Figura 2 – 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. De modo geral, estas 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 3 apresenta a caracterização de uma galeria no modelo computacional.

Figura 3 – 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 em estudo 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.

6.2.1 Parâmetros de Cálculo Utilizados nos Estudos

6.2.1.1 *Características Geométricas*

A geometria do curso principal e seus afluentes foi caracterizada utilizando a topobatimetria consolidada 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 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 (versão - 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 processos de geração de grades triangulares foram exportadas para o software Autocad Civil 3D (versão - 2008). Utilizando este software foi feita a união dos dois levantamentos substituindo os trechos da superfície da base cartográfica que sobrepunham 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 4 apresenta um detalhe da locação dessas seções transversais e dos dispositivos de drenagem num trecho do rio.

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.

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 Figura 5 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 (Sobrevoo de 2007) foram identificadas as regiões ribeirinhas (várzeas) onde não ocorre escoamento, para posterior consideração na modelagem hidráulico-computacional.

Figura 4 – Detalhe da Localização das Seções de um Trecho do Rio Cachoeira

Figura 5 – Inundação na Bacia do Rio Morro Alto

6.2.1.2 *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.

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.

- **Bueiros/Galerias**

São obras 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 Figuras 6 e 7 apresentam exemplos de uma galeria tubular metálica corrugada e de uma galeria retangular em concreto, respectivamente.

Figura 6 – Galeria Tubular Metálica Corrugada

Figura 7 – 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 Figura 8 apresenta um exemplo de ponte.

Figura 8 – Ponte de Concreto

6.2.1.3 *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 da bacia foi selecionado o escoamento permanente gradualmente variado. Esta condição desconsidera o amortecimento natural nas várzeas.

Para o cálculo do escoamento nesta condição foram utilizadas as equações da continuidade (equação 4) e de conservação da energia (equação 5), as quais são apresentadas a seguir:

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2 \quad (4)$$

$$Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2.g} = Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2.g} + h_e \quad (5)$$

Onde:

- 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/s^2);
- h_e - perda de carga entre as duas seções de cálculo (m);
- A - área da seção transversal (m^2).

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 rios do presente estudo apresentam declividades baixas, o que usualmente resulta em escoamento fluvial e gradualmente variado.

6.2.1.3.1 *Perdas de Energia por Atrito*

As perdas de energia decorrentes do atrito do escoamento foram calculadas utilizando a equação de Manning (equação 6):

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (6)$$

Onde:

- R_h - raio hidráulico (m);
- n - coeficiente de rugosidade de Manning;
- V - velocidade média (m/s);
- i - declividade do trecho (m/m);

Na Tabela 5, estão apresentados os valores recomendados por PORTO (2003) e CANHOLI (2005) para vários tipos de superfície e os valores adotados para as simulações hidráulicas e hidrológicas.

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 7 e 8:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \quad (7)$$

$$Q = \sum K_i \cdot S_f^{1/2} \quad (8)$$

Onde:

A - área da seção transversal (m²);

R_h - raio hidráulico (m);

S_f - declividade da linha de energia (m/m);

K_i - debitância do canal i

Tabela 5 - Coeficientes de Manning

Material / Revestimento	Coeficiente de Manning		
	Menor	Maior	Adotado
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).

6.2.1.3.2 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 (equação 9):

$$h = C \left| \frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (9)$$

Onde:

- 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 (m^2/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

6.2.1.4 *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 pontes

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 (equação 10):

$$h_{en} = k_{en} \frac{V_{en}^2}{2g} \quad (10)$$

Onde:

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 (equação 11):

$$h_{ex} = k_{ex} \left(\frac{a_{ex} V_{ex}^2}{2g} - \frac{a_2 V_2^2}{2g} \right) \quad (11)$$

Onde:

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 (equação 12):

$$Q = C_o A \sqrt{2gH} \quad (12)$$

Onde:

- Q – vazão (m^3/s);
- C_o – coeficiente de descarga do orifício;
- A – área do orifício (m^2);
- H – carga hidráulica (m);
- g - aceleração da gravidade (m/s^2);

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 contêm 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 (equação 13):

$$Q = C_v L H^{3/2} \quad (13)$$

Onde:

- Q – vazão (m^3/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 ESTUDO DE CASO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA

A bacia hidrográfica do Rio Cachoeira foi escolhida como objeto dos estudos aqui reportados. Serão apresentadas ao longo desse capítulo a caracterização geral da bacia, a avaliação das precipitações intensas na região, a caracterização hidrológica da bacia e a caracterização hidráulica dos cursos d'água.

Os dados apresentados no capítulo 7, 8 e 9 foram obtidos através dos estudos desenvolvidos no âmbito do Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia do Rio Cachoeira (2011).

7.1 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 $26^{\circ}18'13''$ e longitude $48^{\circ}48'8''$ uma área de cerca de 82 km^2 . Sob o aspecto político-administrativo, a bacia está compreendida na região urbana do município de Joinville. A Figura 9 apresenta a localização da bacia do Rio Cachoeira no 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 10. 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 05 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Áreas Permeáveis e

Impermeáveis (vide Anexo A) 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.

Figura 9 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira Inserida nos Limites do Município de Joinville

Na simulação hidráulica do curso principal do Rio Cachoeira foi adotado um ponto localizado aproximadamente 500m 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.

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

O sistema de drenagem do município de Joinville é semelhante ao da grande maioria das cidades brasileiras.

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.

Figura 10 – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

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 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.

7.2 Precipitação

7.2.1 Seleção dos Postos Pluviométricos de Interesse

Foi realizada 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).

A Tabela 6 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 da Tabela 6 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 na Tabela 6. 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 7 - Postos Pluviométricos (vide Anexo A) apresenta a localização dos postos pluviométricos na bacia do Rio Cachoeira e regiões circunvizinhas. A análise da Tabela 6 e do Desenho 7 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 Desenho 01 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Delimitação da Bacia e Sub-Bacia (vide Anexo A) apresenta a localização do posto pluviométrico JOINVILLE – RVPSC (2648014) na bacia do Rio Cachoeira.

Tabela 6 - 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...

Continuação.

Tabela 6 - Disponibilidade de Dados Pluviométricos

Código da ANA	Nome da Estação	Tipo	UF	SB	Entidade Resp.	Operadora	Lat.	Long.	Início	Fim	Período de Obs.	Observação
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 (RVPS)	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

7.2.2 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 (Tabela 7).

Tabela 7 - 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,,

Tabela 7 - 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 11 apresenta os totais precipitados mensais médios para o posto JOINVILLE – RVPSC (2648014).

Figura 11 – Posto Pluviométrico Joinville – RVPSC (2648014) – Valores Médios da Precipitação Mensal – Período de 1938 a 2009

Analisando a Figura 11 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.

7.2.3 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 na Tabela 8.

A Tabela 8 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.

Tabela 8 - Série de Precipitações Máximas Anuais de 1 Dia do Posto Pluviométrico Joinville- RVPSC (2648014)

Ano Hidrológico		Precipitação Máxima (mm)	Ano Hidrológico		Precipitação Máxima (mm)
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

Principais Parâmetros Estatísticos	
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

7.2.4 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 12 apresenta, graficamente, os totais precipitados máximos anuais de 1 dia do posto JOINVILLE – RVPSC, plotados segundo CUNNANE (1978).

Figura 12 – Distribuição Empírica das Precipitações Máximas de 1 Dia

A análise da Figura 12 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 13 apresenta graficamente a posição de plotagem dos eventos e a distribuição ajustada.

Figura 13 – Distribuição Probabilística das Precipitações Máximas de 1 Dia no Posto de JOINVILLE – RVPSC (2648014)

A Figura 13 apresenta, graficamente, os totais precipitados máximos anuais de 1 dia do posto pluviométrico JOINVILLE – RVPSC (2648014) plotados segundo CUNNANE (1978) e a distribuição probabilística de Gumbel ajustada. 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).

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 para o estudo da bacia do Rio Cachoeira em Joinville.

7.2.5 Totais Precipitados Máximos de 1 Dia Para Joinville

A Tabela 9 apresenta os totais precipitados máximos de 1 dia associados aos diversos períodos de retorno, de acordo com a distribuição probabilística de Gumbel, devidamente ajustada.

Tabela 9 - Precipitações Máximas de 1 dia obtidas do Ajuste da Distribuição Probabilística de Gumbel

Probabilidade de Excedência	Período de Retorno (anos)	Precipitação Máxima de 1 dia (mm)
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

7.2.6 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.

A Tabela 9 apresenta os totais precipitados máximos de 1 dia para a região da bacia do rio do 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 na Tabela 9 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.

Tabela 10 - 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

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 na Tabela 9 permitindo obter as precipitações máximas associadas a diversas durações e períodos de retorno. A Tabela 10 apresenta os valores obtidos.

7.2.7 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). A Tabela 11 apresenta os coeficientes de correção.

Tabela 11 - 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

7.2.8 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. 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).

Com base em estudos comparativos de algumas tormentas registradas no posto pluviográfico da UNIVILLE observou-se que a distribuição temporal de Huff do primeiro quartil, com probabilidade de ocorrência de 50 % apresentou boa aderência aos dados. A Figura 14 e a Tabela 12 apresentam esta distribuição temporal, com o tempo em percentual da duração total e a precipitação em percentual do total precipitado.

Figura 14 – Distribuição Temporal das Chuvas de Projeto

Tabela 12- Distribuição temporal das chuvas de projeto

Distribuição Temporal Huff 50 % 1° Quartil	
Tempo	Precipitação Acumulada
(%)	(%)
0	0
5	8
10	17
15	34
20	50
25	63
30	71
35	76
40	80
45	83
50	86
55	88
60	90
65	92
70	93
75	95
80	96
85	97
90	98
95	99
100	100

7.2.9 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.

Foi realizada a leitura do registro pluviométrico para este evento, os resultados estão apresentados na Tabela 13 e na Figura 18. Na Tabela 13 e na Figura 15 são também apresentados os valores máximos registrados nesse evento, para durações de 4, 8, 12 e 24 horas.

Tabela 13 - 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
-	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...

Tabela 13 - 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 15 - Total Precipitado Durante o Evento dos Dias 21 e 22 de Novembro de 2008

7.3 Caracterização Hidrológica da bacia do Rio Cachoeira

7.3.1 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 01 - Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Delimitação da Bacia e Sub-Bacias (vide Anexo A).

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. A Tabela 14 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.

Tabela 14 - Sub-bacias do Rio Cachoeira

Número Bacia	Sigla da PMJ	Nome Sub-Bacia	Área (km²)
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
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 01 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Delimitação da Bacia e Sub-Bacias (vide Anexo A), foram integradas com as sub-bacias mais próximas conforme apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 - Agrupamento de Áreas de Drenagem para Simulação Hidrológica do Curso Principal do Rio Cachoeira

Área de Drenagem Adjacente ao Rio Principal	Sub-Bacia
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.

7.3.2 Classificação Hidrológica dos Solos

Utilizando o mapa pedológico do município de Joinville foi desenvolvida uma análise do solo da bacia do Rio Cachoeira conforme critérios apresentados no item 6.1.1.3. Esta análise indicou que, com base no critério do “*Soil Conservation Service*”, a bacia do Rio Cachoeira tem solos mais impermeáveis, que geram escoamento acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média dos tipos C (73%) e D (3%) e solos mais

permeáveis que podem ser classificados como tipo B (24%). O Desenho 04 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Pedologia (vide Anexo A) apresenta a distribuição de solos na bacia do Rio Cachoeira e a classificação hidrológica de cada unidade, resultado da análise efetuada sobre o tema. É interessante perceber que os solos tipo B, mais permeáveis, estão localizados nas porções altas das sub-bacias, predominando os solos tipo C e D nas porções média e baixa da bacia.

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

Utilizando programa GIS foram obtidas as áreas associadas a cada tipologia de solo, calculando-se a parcela porcentual ocupada por cada uma. O CN (número de curva) médio permeável de cada sub-bacia encontra-se indicado na Tabela 16, tendo sido determinado através da média ponderada das áreas e CNs correspondentes a cada tipologia de solos.

Tabela 16 - Número de Curva 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

Continua,,

Continuação

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

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

7.3.3 Uso e Ocupação do Solo

Os Desenhos 02 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Uso e Ocupação – Delimitação dos Bairros e 05 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Áreas Permeáveis e Impermeáveis apresentam, respectivamente, o padrão de ocupação dos bairros situados na bacia as áreas permeáveis e impermeáveis ilustradas sobre foto aérea da região de interesse, permitindo caracterizar o uso e ocupação da bacia do Rio Cachoeira na situação atual.

A análise desses desenhos mostra que há um predomínio de áreas residenciais e comerciais na bacia.

7.3.4 Áreas Impermeáveis e Permeáveis

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.). Esse 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 e gramíneas;

✓ Áreas Impermeáveis: áreas urbanizadas.

Os levantamentos das áreas permeáveis e impermeáveis realizados pela PMJ foram utilizados para a determinação das áreas impermeáveis na bacia do Rio Cachoeira e suas sub-bacias.

O Desenho 05 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Áreas Permeáveis e Impermeáveis (vide Anexo A) apresenta a identificação de áreas permeáveis e impermeáveis na situação atual da bacia do Rio Cachoeira. Nesse desenho as áreas permeáveis são identificadas por hachuras, utilizando código de cores: a cor magenta para uso restrito e azul para uso irrestrito. As áreas impermeáveis são apresentadas sem hachuras.

Foram determinados os percentuais de área permeável e impermeável na situação atual para cada sub-bacia conforme critérios apresentados no item 6.1.1.4. A Tabela 17 apresenta o resumo das informações obtidas no levantamento de áreas permeáveis e impermeáveis para bacia do Rio Cachoeira.

Tabela 17 - Rio Cachoeira - Áreas Impermeáveis e Permeáveis

Sub-Bacia	Área Sub-Bacia(Km ²)	Área Impermeável (Km ²)	Área Permeável (Km ²)	Área Impermeável (%)	Área Permeável (%)
SB-01	2,79	0,77	2,02	27,50%	72,50%
SB-02	2,57	1,38	1,19	53,90%	46,10%
SB-03	2,59	1,31	1,28	50,50%	49,50%
SB-04	1,93	0,87	1,06	45,00%	55,00%
SB-05	1,79	0,96	0,83	53,50%	46,50%
SB-06	1,12	0,38	0,74	34,30%	65,70%
SB-07	1,81	1,11	0,70	61,50%	38,50%
SB-08	0,84	0,44	0,40	52,00%	48,00%
SB-09	2,96	1,54	1,42	51,90%	48,10%
SB-10	5,55	2,47	3,08	44,50%	55,50%
SB-11	0,29	0,08	0,21	28,70%	71,30%
SB-12	0,57	0,14	0,43	25,10%	74,90%
SB-13	1,38	0,66	0,72	47,90%	52,10%
SB-14	2,05	1,00	1,05	48,60%	51,40%
SB-15	1,70	0,54	1,16	32,00%	68,00%
SB-16	0,43	0,25	0,18	57,90%	42,10%
SB-17	0,08	0,06	0,02	76,60%	23,40%
SB-18	0,40	0,19	0,21	48,70%	51,30%
SB-19	0,55	0,23	0,32	41,50%	58,50%
SB-20	0,54	0,33	0,21	61,00%	39,00%
SB-21	0,92	0,62	0,30	67,60%	32,40%
SB-22	8,53	4,02	4,51	47,10%	52,90%
SB-23	4,39	1,73	2,66	39,50%	60,50%
SB-24	11,82	6,11	5,71	51,70%	48,30%
SB-25	24,64	9,31	15,33	37,80%	62,20%
CA	50,72	24,04	26,68	47,40%	52,60%

7.3.5 Tempo de Concentração

Com base nos dados da restituição aerofotogramétrica de 2007 foram determinadas as cotas das extremidades de montante e jusante de cada contribuição (rio). A Tabela 18 apresenta as características fisiográficas das sub-bacias para a situação atual da bacia, incluindo a área de drenagem, área impermeável, cota das extremidades de montante e jusante, comprimento e declividade média do rio principal.

Utilizando as fórmulas de Schaake, Desbordes e Kirpich (SILVEIRA, 2005) conforme apresentado no item 6.1.1.5, foram calculados os tempos de concentração das sub-bacias e da bacia do Rio Cachoeira. 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 dos imóveis até o ingresso na rede de drenagem. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 18, o qual apresenta também as demais características fisiográficas das bacias, necessárias ao cálculo do tempo de concentração, conforme já mencionado.

Os tempos de concentração das sub-bacias do Rio Cachoeira variam entre 14,91 e 137,30 minutos, ou seja, entre um quarto de hora e duas horas aproximadamente. A bacia do Rio Cachoeira tem um tempo de concentração de 263 minutos (pouco menos de 4,5 horas).

Tabela 18 - Características Fisiográficas da Bacia e Sub-Bacias do Rio Cachoeira

Sub-Bacia	Área Drenagem (Km²)	% Área Impermeável	Extensão (Km)	Cotas (m)		Declividade (m/m)	TC (min)	TC+5 (min)	Lag Time (min)	Fórmula utilizada
				Montante	Jusante					
SB-01	2,79	27,50%	3,03	25,74	10,00	0,0052	95,84	100,84	60,50	Desbordes
SB-02	2,57	53,90%	2,32	20,00	5,00	0,0065	63,41	68,41	41,04	Desbordes
SB-03	2,59	50,50%	2,21	64,01	5,00	0,0267	37,98	42,98	25,79	Desbordes
SB-04	1,93	45,00%	2,40	25,52	10,00	0,0065	63,04	68,04	40,82	Desbordes
SB-05	1,79	53,50%	2,24	18,09	5,00	0,0058	59,26	64,26	38,56	Desbordes
SB-06	1,12	34,30%	1,44	15,00	5,00	0,0069	58,80	63,80	38,28	Desbordes
SB-07	1,81	61,50%	1,83	25,31	0,88	0,0133	40,71	45,71	27,43	Desbordes
SB-08	0,84	52,00%	1,87	24,31	0,82	0,0126	35,51	40,51	24,31	Desbordes
SB-09	2,96	51,90%	2,85	45,08	0,82	0,0156	48,09	53,09	31,86	Desbordes
SB-10	5,55	44,50%	4,70	30,00	0,82	0,0062	88,70	93,70	56,22	Desbordes
SB-11	0,29	28,70%	1,49	100,93	0,82	0,0672	11,65	16,65	9,99	Schaake
SB-12	0,57	25,10%	1,34	97,65	0,82	0,0725	11,61	16,61	9,96	Schaake
SB-13	1,38	47,90%	1,13	79,01	0,82	0,0694	22,29	27,29	16,38	Desbordes
SB-14	2,05	48,60%	3,31	80,76	0,82	0,0242	37,42	42,42	25,45	Desbordes
SB-15	1,70	32,00%	1,76	66,89	0,82	0,0375	36,15	41,15	24,69	Desbordes
SB-16	0,43	57,90%	0,86	9,44	0,82	0,0101	11,52	16,52	9,91	Schaake
SB-17	0,08	76,60%	0,58	5,00	0,82	0,0072	10,32	15,32	9,19	Schaake
SB-18	0,40	48,70%	0,95	38,56	0,82	0,0397	9,91	14,91	8,95	Schaake
SB-19	0,55	41,50%	1,47	100,05	0,82	0,0675	10,55	15,55	9,33	Schaake
SB-20	0,54	61,00%	1,54	9,74	0,82	0,0058	14,30	19,30	11,58	Schaake
SB-21	0,92	67,60%	2,29	10,22	0,82	0,0041	49,92	54,92	32,95	Desbordes
SB-22	8,53	47,10%	6,15	22,20	0,82	0,0052	105,17	110,17	66,10	Desbordes
SB-23	4,39	39,50%	4,03	5,00	0,82	0,0010	173,23	178,23	106,94	Desbordes
SB-24	11,82	51,70%	5,84	19,98	0,82	0,0033	133,30	138,20	82,92	Desbordes
SB-25	24,64	37,80%	10,32	90,19	0,82	0,0087	132,30	137,30	82,38	Desbordes
BA-CA	50,72	47,51%	12,12	25,74	0,82	0,0021	257,77	262,77	157,66	Desbordes

7.3.6 Propagação de Hidrogramas

Para representar a propagação dos hidrogramas de cheia na rede de drenagem da bacia do Rio Cachoeira foi adotado o método de Muskingum-Cunge (TUCCI, 2004) conforme apresentado no item 6.1.1.6. A Tabela 19 indica os trechos definidos para representação da propagação dos hidrogramas. Utilizando a base topográfica e o cadastro e levantamentos realizados foram definidos os elementos característicos de cada trecho da rede de drenagem, os quais estão apresentados na Tabela 20.

Tabela 19 - Definição das Propagações

Propagação	Localização
P-01	Trecho entre J-01 e J-02
P-02	Trecho entre J-02 e J-03
P-03	Trecho entre J-03 e J-04
P-04	Trecho entre J-04 e J-05
P-05	Trecho entre J-05 e J-06
P-06	Trecho entre J-06 e J-07
P-07	Trecho entre J-07 e J-08
P-08	Trecho entre J-08 e J-09
P-09	Trecho entre J-09 e J-10
P-10	Trecho entre J-10 e J-11
P-11	Trecho entre J-11 e J-12
P-12	Trecho entre J-12 e J-13

Tabela 20 - Características da Rede de Drenagem – Propagação de Hidrogramas

Propagação	Comprimento (m)	Declividade (m/m)	n de Manning	Geometria	Base da Seção (m)	Revestimento
P-01	1022	0,003337	0,026	Retangular	7,00	Pedra/Terra
P-02	652	0,001672	0,024	Retangular	2,50	Pedra/Terra
P-03	525	0,002781	0,024	Retangular	2,50	Pedra/Terra
P-04	997	0,0008425	0,026	Retangular	7,20	Pedra/Terra
P-05	578	0,0005536	0,026	Retangular	14,40	Pedra/Terra
P-06	392	0,000102	0,026	Retangular	14,40	Pedra/Terra
P-07	515	0,0002913	0,026	Retangular	24,97	Pedra/Terra
P-08	691	0,0001158	0,028	Retangular	32,35	Pedra/Terra
P-09	1029	0,0001158	0,028	Retangular	23,88	Pedra/Terra
P-10	1225	0,0001158	0,029	Retangular	47,48	Pedra/Terra
P-11	734	0,0001158	0,029	Retangular	47,48	Pedra/Terra
P-12	1869	0,0001158	0,029	Retangular	47,48	Pedra/Terra

7.4. Caracterização Hidráulica

O Rio Cachoeira está localizado no perímetro urbano de Joinville, possui um canal principal com extensão de aproximadamente 15 km, desenvolvendo-se desde o entorno da cota 25,74 m, na cabeceira próxima a Rua dos Suíços, até sua foz na Lagoa do Saguau, sob influência direta do regime de marés. A extensão do Rio Cachoeira desde

as nascentes até 500m da Ponte do Trabalhadores, limite do trecho simulado é de 12,12 km.

O levantamento topográfico e cadastral da rede de macrodrenagem da bacia do Rio Cachoeira foi realizado pela AZIMUTE Consultoria e Projetos de Engenharia e visou fundamentalmente a obtenção da seção geométrica atual do canal bem como a caracterização dos leitos dos rios. O levantamento do Rio Cachoeira foi disponibilizado pela PMJ em meio digital. Junto às estruturas de transposição dos cursos d'água foram efetuados, além do levantamento da seção do canal, o cadastro das estruturas (dispositivos de drenagem) existentes, de forma a possibilitar a demarcação da seção de escoamento atualmente existente.

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

Esses pontos se encontram distribuídos ao longo do rio principal e de seus afluentes. Além de restrições na capacidade da calha e dos dispositivos de drenagem existentes nas estruturas de transposição, constata-se que problemas relacionados à má conservação das margens, vegetação ribeirinha avançando sobre o canal, assoreamento e obstruções causadas por lançamentos de entulhos e materiais inservíveis restringem o escoamento das águas durante eventos chuvosos de maior intensidade. Alguns destes aspectos estão ilustrados nas Figuras 16 a 19, apresentadas na sequência.

Durante as inspeções realizadas, verificou-se que muitas travessias encontravam-se obstruídas por detritos e/ou sedimentos, devendo ser efetuados serviços de manutenção periódica. Na modelagem hidráulica foram representadas as seções transversais do terreno obtidas no levantamento topográfico.

O Desenho 06 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Caracterização Hidráulica (vide Anexo A) apresenta o canal de drenagem do Rio Cachoeira e a identificação dos dispositivos de drenagem existentes.

Conforme critérios apresentado no item 6.2, o Rio Cachoeira foi caracterizado através de 217 seções transversais e 23 dispositivos de drenagem dentre eles pontes, galerias e tubulações.

Figura 16 – Vegetação Obstruindo o Rio Cachoeira

Figura 18 – Assoreamento do Rio Cachoeira

Figura 17 – Vegetação Obstruindo o Rio Cachoeira

Figura 19 – Assoreamento do Rio Cachoeira –
Rua Cachoeira

8 AFERIÇÃO DA MODELAGEM

Com o objetivo de verificar o comportamento das simulações hidrológicas e hidráulicas nos modelos matemáticos elaborados para retratar o comportamento da bacia foi realizada a aferição desses modelos. Ao longo desse capítulo são apresentadas a seleção e caracterização do evento para aferição, as simulações hidrológicas e hidráulicas realizadas e os resultados obtidos nessa análise.

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). A Tabela 21 e a Figura 20 apresentam os totais diários precipitados na semana que ocorreu o evento.

Tabela 21 - 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
2648036 – Estação da Univille	9,2	3,9	1,4	102,7	72,4	99,0	232,1

Figura 20 – Precipitações Totais Diárias no Evento de Novembro de 2008

Conforme pode ser observado na Tabela 21 e na Figura 20 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 7), 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 21 apresenta os totais diários precipitados nesses postos na semana do evento de 2008.

Figura 21 – Totais Precipitados na Região de Joinville na Semana do Evento de 2008

Conforme pode ser observado na Figura 21, 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 22 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 22 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 na Tabela 21. 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 23 e 24 apresentam os resultados desse registro fornecidos pela PMJ. As Figuras 25 a 27 que registram aspectos da inundação no dia 22 de Novembro.

Figura 23 – Mapa de Inundação 22/11/2008

Figura 25 – Fotos de Inundação na Bacia do Rio Cachoeira

Figura 26 – Fotos de Inundação na Bacia do Rio Cachoeira

Figura 27 – Fotos de Inundação na Bacia do Rio Cachoeira

8.2 Simulação Hidrológica

8.2.1 Modelagem Computacional

Conforme apresentado no capítulo 5, 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 na Tabela 13 e ilustrada na Figura 28, 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 na Tabela 16 e do percentual de área impermeável na situação atual apresentada na Tabela 17.

Figura 28 – 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 na Tabela 18. A Figura 29 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 Saguaçu com área de drenagem de aproximadamente 82 km².

A Tabela 22 apresenta a localização na cidade de Joinville dos pontos de junção, para possibilitar uma melhor visualização espacial da modelagem.

Tabela 22 - Bacia Rio Cachoeira – Localização dos Pontos de Junção

Junção	Localização Hidrológica	Localização Geográfica
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 Saguaçu. 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 Saguaçu.

Figura 29 – 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 30 a 42. Esses hidrogramas são compostos pelas vazões dos hidrogramas efluentes das sub-bacias afluentes em cada seção do Rio Cachoeira, conforme indicado nas Figuras 30 a 42, 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 30 – Junção J-01 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluyente na Seção 1000

Figura 31 – Junção J-02 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 986

Figura 32 –Junção J-03 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 972

Figura 33 – Junção J-04 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluyente na Seção 961

Figura 34 – Junção J-05 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluyente na Seção 940

Figura 35 – Junção J-06 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 929

Figura 36 – Junção J-07 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente Na Seção 922

Figura 37 – Junção J-08 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 913

Figura 38 – Junção J-09 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 901,5

Figura 39 – Junção J-10 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente - Seção 886

Figura 40 – Junção J-11 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 850

Figura 41 – Junção J-12 – Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente na Seção 818

Figura 42 – Junção J-13 - Hidrograma da Contribuição Lateral Afluente

8.3 Simulação Hidráulica

8.3.1 Modelagem Computacional

Conforme apresentado no capítulo 6, o processo para caracterizar o comportamento das inundações foi feito através do modelo computacional HEC-RAS (HEC-RAS 2008), utilizando o regime transiente gradualmente variado de escoamento para a simulação.

As seções transversais e os dispositivos de drenagem existentes no Rio Cachoeira foram caracterizados a partir do levantamento topográfico. O Desenho 06 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Caracterização Hidráulica (vide Anexo A) apresenta o canal do Rio Cachoeira e os dispositivos de drenagem existentes. A Figura 43 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 30 a 42 e correspondem à 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.

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 43 – Diagrama Topológico do Rio Cachoeira no Modelo Hidráulico

8.3.2 Resultados Obtidos

A Figura 44 apresenta o perfil do nível d'água máximo obtido para a simulação do evento do dia 22 de novembro de 2008. Na Figura 44 também são apresentados 11 pontos que representam níveis d'água observados na cheia ocorrida no Rio Cachoeira, conforme registros apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 - 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
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

Figura 44 – 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 a Tabela 23, constata-se que o N.A. observado de 2,3m 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.

A Figura 44, apresenta o perfil do nível d'água máximo obtido para a simulação do evento do dia 22 de novembro de 2008.

Utilizando os valores máximos de N.A. calculados para o Rio Cachoeira e apresentados graficamente na Figura 44 foi calculada e elaborada a mancha de inundação resultante no entorno desse rio. A Figura 45 apresenta justapostas as manchas de inundação calculada e a observada (Figura 27). 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 8.24 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 dos estudos do Rio Cachoeira.

Figura 45 – Mapa comparativo entre a Mancha de Inundação Observada e a Simulação

9 DESEMPENHO DO SISTEMA DE DRENAGEM DA BACIA DO RIO CACHOEIRA

O desempenho do comportamento e resposta da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira e suas sub-bacias perante a ocorrência de precipitações significativas para a condição atual de ocupação 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.

9.1. Simulações Hidrológicas

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

O tempo de concentração da bacia do Rio Cachoeira é de aproximadamente 263 minutos. Foi adotada uma duração de 5 horas para a chuva de projeto, garantindo que toda a bacia hidrográfica estará contribuindo para a formação dos hidrogramas de cheia.

O fator de redução de área, que permite avaliar a chuva média na bacia em relação à chuva no posto, considerando a área de drenagem da bacia hidrográfica de 50,72 km² e a duração da chuva de 5 horas resultou em 0,87.

Assim, as precipitações de projeto na bacia do Rio Cachoeira foram obtidas pela aplicação do coeficiente de 0,87 às precipitações máximas de 5 horas. A Tabela 24 apresenta as precipitações de projeto com duração de 5 horas da bacia do Rio Cachoeira.

Tabela 24 - Bacia do Rio Cachoeira - Precipitação de Projeto

Período de Recorrência	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos
P(mm)	85,0	102,2	123,85	139,9

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

A precipitação de projeto utilizada é apresentada na Figura 46, correspondente aos períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos com duração de 5 horas. A precipitação excedente foi calculada através do método do número da curva do SCS, utilizando o valor de CN apresentado na Tabela 16 e os percentuais de área impermeável apresentados na Tabela 17.

Figura 46 – Precipitação de Projeto

As áreas de drenagem das sub-bacias do Rio Cachoeira e os tempos de concentração foram avaliados e apresentados na Tabela 18. A Figura 29 apresenta o diagrama topológico da bacia do Rio Cachoeira incluindo as sub-bacias, propagações e os pontos de junção utilizados para a simulação hidrológica. A Tabela 22 apresenta a localização na cidade de Joinville dos pontos de junção, para possibilitar uma melhor visualização espacial da modelagem.

9.1.1 Resultados Obtidos

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

A Tabela 25 apresenta as vazões de pico efluentes das junções definidas no modelo hidrológico para os períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos.

Tabela 25 - Vazões de Projeto em Cada Trecho

Propagação/Trecho	Junção	Área de Drenagem (km ²)	TR=5 Anos	TR=10 Anos	TR=25 Anos	TR=50 Anos
			Vazão (m ³ /s)	Vazão (m ³ /s)	Vazão (m ³ /s)	Vazão (m ³ /s)
P-01	J-01	4,72	19,8	25,9	34,3	40,7
P-02	J-02	6,51	29,9	38,7	50,5	59,7
P-06	J-03	9,08	44,4	56,7	73,1	85,9
P-03	J-04	10,20	48,7	62,2	80,2	94
P-04	J-05	12,79	58,8	74,8	96,1	112,7
P-05	J-06	14,60	67,9	86,2	110,5	129,4
P-07	J-07	15,44	69,7	89	114,8	134,9
P-08	J-08	19,26	86,3	110,7	143,4	168,9
P-09	J-09	26,19	108,4	139,9	182,3	215,4
P-10	J-10	28,24	106,2	139,3	184,1	219,3
P-11	J-11	38,47	120,3	158,8	211,4	252,8
P-12	J-12	50,72	154,2	200,8	263,9	313,2
Lagoa do Saguçu	J-13	82,24	223,2	292,8	387,1	460,9

9.2. Simulações Hidráulicas

Para a avaliação do desempenho hidráulico do sistema de drenagem foi utilizado o modelo computacional HEC-RAS, simulando o escoamento em regime permanente gradualmente variado.

O Rio Cachoeira foi caracterizado através de 217 seções transversais e 23 dispositivos de drenagem dentre eles pontes, galerias e tubulações.

A Figura 43 apresenta o diagrama topológico da bacia do Rio Cachoeira implantado no modelo hidráulico HEC-RAS.

Para avaliar o comportamento do Rio Cachoeira foi simulado o escoamento para quatro períodos de retorno (5, 10, 25 e 50 anos), utilizando as vazões de pico apresentadas na Tabela 25.

A condição de jusante para as simulações hidráulica foi estabelecida a partir de estudos que contemplaram observações de campo, que possibilitaram estabelecer as relações de probabilidade de ocorrência e permanência dos níveis d'água no estuário do Rio

Cachoeira, sob influência de maré. Os valores de altura de maré conjugados com o ruído meteorológico típico da costa sudeste do Brasil permitiram a estimativa da permanência dos níveis máximos no posto Rio Cachoeira – PDDU, sendo que a cota do nível d'água com 1% de permanência foi de 1,60m. (PDDU, 2011)

9.2.1 Resultados Obtidos

A Figura 51 apresenta os perfis da linha d'água ao longo do canal do Rio Cachoeira para os períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos.

Figura 47 – Níveis d'Água no Rio Cachoeira – Programa HEC-RAS

9.3. Comportamento do Sistema de Drenagem da Bacia do Rio Cachoeira

Os estudos hidrológicos permitiram determinar os hidrogramas de cheia para os pontos característicos do Rio Cachoeira, as vazões de pico dos hidrogramas, foram apresentadas na Tabela 25 em função do período de retorno.

Os estudos hidráulicos permitiram determinar os níveis da água para o escoamento em regime permanente gradualmente variado das vazões de cheias determinadas através do estudo hidrológico, conforme apresentado na Figura 47.

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que:

- ✓ as restrições ocasionadas pelo dispositivos de drenagem entre a junção J-10 (Rua 9 de Março) e a junção J-05 (Rua Blumenau) influenciam de forma significativa o escoamento. Os resultados obtidos na simulação realizada sem os dispositivos de drenagem apresentam os níveis da água nessa região 0,5 a 1 metro abaixo dos níveis observados nas simulações com os dispositivos.
- ✓ o trecho desde a foz da bacia do Rio Walter Brandt até a foz do Rio Jaguarão, com aproximadamente 6 km de extensão, apresenta inundações para eventos de cheia com período de retorno igual a 5 anos.

Foram realizados estudos para retratar o comportamento hidrológico e hidráulico de todas as sub-bacias afluentes ao Rio Cachoeira, seguindo a mesma metodologia adotada para o rio principal. Esses estudos buscaram diagnosticar o sistema de macro-drenagem das sub-bacias e dar subsídios para a elaboração de manchas de inundação na bacia do Rio Cachoeira, avaliando as inundações causadas pelo transbordamento da calha do rio principal e de seus afluentes.

Utilizando os níveis da água obtidos nos estudos, foram elaborados mapas com as manchas de inundação para os quatro períodos de retorno estudados.

As manchas de inundação para eventos com períodos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos estão apresentadas nos Desenhos 08, 09, 10 e 11 (vide Anexo A), respectivamente.

As manchas de inundação para eventos com período de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos apresentam respectivamente um percentual de área alagada em relação à área total da bacia de 9%, 13%, 17% e 20%.

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

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

10 APLICABILIDADE DE MEDIDAS DE CONTROLE NÃO-ESTRUTURAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA – ZONEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS

O estudo de caso realizado nesse trabalho teve como objetivo propor um zoneamento em áreas inundáveis na bacia hidrográfica do Rio Cachoeira e uma série de medidas técnicas que visam reduzir os prejuízos e a vulnerabilidades das áreas sujeitas a inundação nesta bacia.

10.1 Medidas Técnicas em Zonas Inundáveis

Por seu volume, sua implantação, ou devido às obras necessárias (aterros, diques,...), qualquer construção em zona inundável restringe o escoamento e a dispersão natural das águas, agravando assim a situação a montante ou a jusante. Além disso, de maneira direta ou indireta, imediatamente ou mais adiante, uma operação como essa tende a aumentar a população vulnerável em zonas de risco. Além dos aspectos humanos e técnicos, a presença de construções ou de atividades em zona inundável aumenta consideravelmente os prejuízos causados pela inundação a serem arcados pela comunidade.

Com o objetivo de apresentar uma política de desenvolvimento sustentável tomando em conta os riscos de inundação, é essencial implantar uma regulamentação de uso do solo que considere os riscos naturais.

Essa regulamentação deve antes de tudo ter como objetivos:

- Garantir a segurança da população, proibindo assentamentos humanos nas zonas mais perigosas onde a segurança não pode ser garantida;
- Não aumentar a exposição aos riscos, limitando estritamente a urbanização e o crescimento da vulnerabilidade nas zonas inundáveis mais críticas;
- Diminuir os danos potenciais, reduzindo a vulnerabilidade dos bens materiais e das atividades nas zonas expostas;

- Preservar a capacidade de escoamento e as áreas de amortecimento de cheia de modo a não agravar os riscos nas zonas situadas a montante e a jusante;
- Evitar qualquer formação de novos diques e aterros que não se justifiquem para proteção de locais fortemente urbanizados;
- Salvar ou restaurar o equilíbrio dos meios que dependem de pequenas cheias e a qualidade da paisagem cujo potencial possa ser considerável devido à proximidade da água.

Essa regulamentação pode assim ir desde a possibilidade de construir em certas condições até a proibição de construir em casos onde a intensidade previsível dos riscos ou a não agravamento dos riscos existentes o justifique. Dessa forma ela deve permitir orientar a seleção das obras nas regiões mais expostas para reduzir os danos às pessoas e aos bens materiais.

10.1.1 Fatores agravantes do risco de inundação

Os fatores agravantes são quase sempre ligados a intervenções humanas, em especial devido à:

- Assentamento de pessoas e bens materiais em áreas de inundação: não apenas a exposição aos riscos aumenta, mas, além disso, a impermeabilização dos solos devida à urbanização favorece o escoamento em detrimento da infiltração e aumenta a intensidade do fluxo.
- O mal funcionamento dos dispositivos de proteção como os diques: o papel desses dispositivos é limitado. Sua eficácia e sua resistência são função de seu modo de construção, de sua gestão e de sua manutenção, bem como da cheia de referência para a qual eles foram dimensionados. Essas obras podem dar uma falsa impressão de segurança. É, em especial, o caso de diversos muros (proteção do lote), que em caso de ruptura, podem formar uma onda com um poder de destruição muito maior.
- O transporte e deposição de produtos indesejáveis: ocorre que a inundação traz e depois abandona em seu percurso produtos poluentes e perigosos, principalmente em zona muito urbanizada como a bacia do Rio Cachoeira.

Dessa forma, é indispensável que sejam tomados cuidados especiais com seu armazenamento.

- A formação e a ruptura de barreiras: os materiais flutuantes transportados pela corrente (árvores, arbustos, dejetos humanos...) se acumulam a montante das passagens estreitas a ponto de formar barragens que elevam o nível da água.
- A elevação do nível da água a montante dos obstáculos: a presença de pontes, aterros ou muros na área de escoamento provoca uma sobrelevação da água a montante e nas margens o que acentua as consequências da inundação.

10.1.2 Redução da vulnerabilidade atual

10.1.2.1 *Grau de Vulnerabilidade na Situação Atual*

Os estudos realizados permitiram avaliar a extensão da zona inundável para o período de retorno 50 anos, bem como os níveis d'água que podem impactar as zonas habitadas (Desenho 11 – vide Anexo A).

Em algumas regiões o nível das águas pode atingir ou ultrapassar dois metros de altura, levando a população a correr um grave risco.

A fim de compreender melhor o risco de inundação (cruzamento entre a vulnerabilidade e o risco de inundação), foi elaborada uma planta, localizando as zonas urbanizadas, as principais vias de comunicação bem como algumas construções que podem receber o público e algumas construções estratégicas. Essa planta (Desenho 11 – vide Anexo A) mostra também a zona inundável para TR de 50 anos.

Fica nítido que a zona urbanizada impactada é muito importante, tornando indispensável a implantação de meios de prevenção, de antecipação e de salvaguarda eficazes.

A Tabela 26 apresenta, por bacia, as superfícies das zonas inundáveis, as zonas urbanizadas e não urbanizadas situadas em zona inundável.

Tabela 26 – Características Das Zonas Inundáveis

Sub-Bacias	Área da bacia (ha)	Zona inundável			
		Áreas total (ha)	Porcentagem da superfície total	Zonas construídas (ha)	Zonas não construídas (ha)
NASCENTE	279	47	17%	19	28
LEITO ANTIGO	155	34	22%	16	18
BOM RETIRO	209	61	29%	38	23
LUIZ TONNEMANN	193	30	16%	19	11
WALTER BRANDT	179	35	20%	24	11
ALVINO VOHL	112	18	16%	4	14
CANAL ARACAJU	83	8	10%	5	3
CANAL SALVADOR	84	23	27%	17	6
MIRANDINHA	217	26	12%	17	9
MORRO ALTO	534	61	11%	44	17
ÁGUA MARINHA	28	5	16%	4	1
PARQUE DE FRANCE	57	4	7%	2	2
LAGOA SAGUAÇU	57	1	2%	1	0
MATHIAS	205	56	27%	44	12
BUSCHLE E LEPPER	85	2	2%	1	1
UNIDADE DE OBRAS	22	0	2%	0	0
VICK	40	6	14%	3	2
PADRO ALVAREZ CABRAL	47	0	1%	0	0
MATILDE AMIM	34	2	5%	1	1
CANAL NORUEGA	64	11	17%	7	4
JAGUARÃO	853	194	23%	125	69
BUPEVA	196	77	39%	38	39
BUCAREIN	1097	115	11%	79	36
ITAUM	2464	406	16%	241	165
CACHOEIRA ZONAS BAIXAS	923	466	50%	366	100
TOTAL	8225	1688	20%	1116	572

Observa-se que cerca de 20% da superfície total da bacia está situada em zona inundável, sendo que aproximadamente 70% é constituída de zonas urbanizadas.

Uma grande parte da zona inundável impacta as áreas urbanizadas, e principalmente as construções sensíveis.

Cerca de quinze escolas estão situadas em zona inundável, das quais três na bacia Rio Bucarein. Em caso de chuvas excepcionais, as crianças deverão ser evacuadas para um centro previsto para tal, ou abrigadas nos andares superiores das escolas. No que tange aos hospitais e centros de saúde, diversos ainda estão situados em zona inundável. Portanto, alguns hospitais e centros de saúde não poderão operar em caso de chuvas importantes (nível d'água alto falta de energia elétrica, situada sob o nível das águas,...).

Finalmente constata-se que as principais vias de circulação não são utilizáveis. Diversos terminais de ônibus estão situados nos setores onde as águas podem chegar a alturas muito importantes. Assim sendo, em caso de inundação, a circulação torna-se extremamente problemática, principalmente para o resgate. Os serviços de resgate situados na margem direita do Rio Cachoeira poderão ter dificuldade de atingir a margem esquerda.

10.1.2.2 *Principais consequências das inundações*

Colocar a população em perigo é a consequência mais importante. Esse perigo é acentuado pela atual falta de um sistema de alerta em nível municipal. Além disso, o tempo de concentração da bacia é relativamente curto, levando a uma rápida elevação do nível, reduzindo o tempo de reação.

A primeira prioridade é evidentemente preservar as vidas humanas.

Quanto aos bens materiais, os danos ocasionados pelas inundações podem atingir diversos graus, desde aqueles que simplesmente fiquem em contato com a água (traços de umidade nas paredes, depósitos de lama) até os que ficam expostos à corrente (riscos de destruição). A bacia do Rio Cachoeira, devido a sua topografia muito plana, não sofre de velocidades de escoamento importantes, mas consequentemente o nível da água pode atingir grandes alturas.

As atividades e a economia também são impactadas através dos danos aos equipamentos, à paralisação da produção e da impossibilidade de recuperação.

As vias de comunicação também são gravemente perturbadas, interditando ou tornando muito difícil o deslocamento de pessoas e veículos.

Além desses aspectos, as inundações podem ter um impacto considerável sobre as próprias construções. Ela pode principalmente degradar os materiais e as obras, criar um ambiente interno inaceitável do ponto de vista do conforto e da saúde dos ocupantes.

10.1.2.3 Exemplos de construções situadas em zona inundável

A título ilustrativo, apresentam-se alguns exemplos de construções situadas em zona inundável:

Exemplo 1:

Esse setor está situado em zona inundável na bacia do rio Morro Alto. A habitação situada no terreno à esquerda da foto, nitidamente abaixo do nível da rua, é atualmente protegida por um muro, prolongado por uma passagem elevada para os veículos.

Essa proteção pode ser eficaz, mas não se deve esquecer os perigos inerentes à posição da habitação em relação ao nível que as águas podem atingir na rua:

- risco de submersão dos muros de proteção
- risco de ruptura dos muros de proteção

O nível das águas poderá subir muito rápido deixando pouco tempo para reagir.

Exemplo 2:

Como ilustra a foto acima a habitação localiza-se sobre a rede de drenagem.

Em caso de deterioração progressiva do canal subterrâneo por sobrecargas sucessivas, a estabilidade dessa habitação poderá ficar comprometida.

Exemplo 3:

Diversas construções de atendimento ao público, como esta clínica situada na rua 3 de Maio ou o museu situado na rua Itajaí estão em zona inundável com níveis d'água que podem ser superiores a 1m. Em caso de impossibilidade de serem evacuadas, essas construções devem poder fornecer um nível de refúgio acessível ao pessoal de resgate.

Exemplo 4:

Essa concessionária de motos está situada em um setor onde a altura da água pode ultrapassar 1,5m. Além da segurança das pessoas, essa loja poderá perder a totalidade do estoque, se ocorrerem chuvas muito fortes no Rio Cachoeira. No caso presente, é essencial que o proprietário da loja possa ser informado com antecedência da chegada de tal evento, e que ele adote, preventivamente, medidas de conservação (evacuação de seu estoque para locais fora da zona inundável).

Exemplo 5:

O terminal de ônibus, próximo da Prefeitura, pode também ficar totalmente inundado. Os transportes urbanos ficarão então paralisados.

Exemplo 6:

Essa garagem subterrânea, situada na rua Nove de Março, no cruzamento com a rua Juan Colin poderá ser inteiramente inundada uma vez que está situada em um setor onde as águas podem ultrapassar 1m de altura. É preferível proibir qualquer construção em subsolo nos setores situados em zona inundável ou prever a utilização de dispositivos tipo stop-log (pranchões).

10.1.3 Diagnóstico da vulnerabilidade sugerido

Para todos os estabelecimentos de atendimento ao público, os prédios de apartamentos e as construções estratégicas (estabelecimento necessário à gestão de crise,...), é fortemente recomendado realizar um diagnóstico (ver ficha de vulnerabilidade a seguir) que deverá conter:

- uma planta da ou das construções ou infraestruturas;
- conhecimento do risco, e principalmente das cotas de inundação;
- a organização do alerta do resgate;
- uma descrição e uma análise do funcionamento e dos procedimentos de fabricação (em caso de atividades econômicas);
- a identificação de todos os elementos estruturais e não estruturais que apresentem caráter vulnerável em caso de inundação (estimativa dos danos e mal funcionamento potencial das redes e das construções);
- uma definição das ações de possível reforço e das medidas de redução da vulnerabilidade, acompanhada de uma descrição técnica e econômica das medidas propostas e de uma justificativa da escolha das medidas selecionadas;
- a definição de um calendário de implantação dessas ações.

O diagnóstico poderá também ser feito para as residências. A metodologia deverá permitir identificar o grau de inundabilidade da construção bem como as medidas a adotar para proteger os bens e pessoas.

A altura da água suscetível de atingir a construção será calculada por interpolação linear entre dois perfis.

10.1.3.1 Exemplo de ficha de vulnerabilidade:

Nº

VULNERABILIDADE AO RISCO DE INUNDAÇÃO
ESTABELECIMENTO DE ATENDIMENTO AO PUBLICO

Data :

Região	Central
Tipo	Ginásio
Nome :	
Endereço :	Rua onze de novembro com rua rio Branco
Rio :	Cachoeira
Cota de inundação :	
Cota do terreno :	
⇒ Nível de água na rua :	
Cota do edifício :	
⇒ Nível de água no edifício :	

Fotografia :**Localização :** **Capacidade de acolhimento (estimação) :**

Existência de uma zona de segurança	Sim	Não
acessibilidade desde o interior ?	Sim ☒	Não ☐
acessibilidade desde o exterior ?	Sim ☐	Não ☒
de capacidade suficiente	Sim ☒	Não ☐
Justificação: degrau do ginásio		

Comentários: ver a possibilidade de arranjar aberturas para que os degraus de bancada sejam acessíveis desde o exterior

10.2 Zoneamento em Áreas Inundáveis

Um zoneamento e uma regulamentação associada devem ser definidos em função do nível de perigo em termos de ocorrência de inundações, segundo uma lógica, essencialmente, de prevenção.

Ele consiste em cruzar a ocorrência de cheias e os resultados da ocupação humana a fim de definir as zonas regulamentadas em matéria de urbanismo.

10.2.1 Regulamentação atualmente em vigor

Tanto a lei federal (Lei nº 6.766/79), como a estadual (Lei nº 6.063/82) vedam o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas ou de expansão urbana em terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas.

10.2.2 Escolha de um evento de referência – cálculo do risco de inundação

A fim de definir um risco, e um zonemaneto em relação a esse risco, inicialmente é essencial definir o evento de referência que será adotado para definir risco inundação.

O diagnóstico foi realizado segundo diversos períodos de retorno entre os quais o maior foi um período de retorno de 50 anos associados com uma maré de 1,60 metros (IBGE).

10.2.3 Escolha de uma divisão segundo os diferentes níveis de risco

O risco de inundação é função da importância do nível d'água e da velocidade de escoamento. Em vista da morfologia da bacia do Rio Cachoeira, as velocidades de

escoamento são baixas. O critério preponderante de classificação dos riscos de inundação é, portanto, o nível d'água.

A esse critério pode ser adicionada a frequência de inundação. Os setores mais frequentemente atingidos são mais pressionados e sofrem mais riscos que as áreas raramente afetadas.

Em termos de risco de inundação, a área do município pode ser dividida segundo diversos tipos de regiões de acordo com a ocorrência e dos níveis d'água segundo limites a serem definidos:

- **Zonas de perigo**, diretamente expostas à inundação;

Podem ser divididas em duas zonas delimitadas por um nível d'água H de referência a ser definido:

Nível d'água $> H$: Grande risco

Nível d'água $< H$: Risco moderado

- **Zona com uma frequência de inundação elevada**: Por exemplo, as zonas inundadas com uma frequência de 10 anos podem ser definidas como uma zona de risco;
- **Zonas de precaução** podem ser divididas em dois setores:
 - **Zonas de risco residual**: São zonas onde o nível d'água para a cheia de referência é nulo. Elas permanecem expostas a um risco residual em caso de cheia superior à de referência ou a uma disfunção hidráulica.
 - **Zona branca**, que refere-se ao restante da área do município.

Cada zona pode ser objeto de uma regulamentação diferente que defina condicionantes maiores ou menores em função da periculosidade.

A altura do limite H que delimita as zonas de perigo poder ser fixada em 0,5m.

Essa altura (0,5m) é um valor limite importante. Com efeito, considera-se que o risco para as pessoas está ligado principalmente aos deslocamentos, conforme pode ser observado na Figura 48.

Nas estradas (veículos arrastados tentando atravessar uma zona inundada):

- Com 0,5 m um veículo pode ser levantado pela água e arrastado pela corrente, por mais fraca que seja.
- Uma altura de água de 0,5 m é também o limite de deslocamento dos veículos de socorro clássicos.

Pedestres: estudos baseados em experiência com inundações passadas, realizados pelos órgãos responsáveis pelo salvamento (equipamentos, bombeiros, órgãos municipais...) mostram que a partir de 0,5 m de água um adulto não treinado, e principalmente crianças, pessoas idosas ou de mobilidade reduzida, ficam em perigo:

- Grande dificuldade de deslocamento;
- Desaparição total do relevo (calçadas, valas, bocas de lobo abertas...);
- Stress.

Esse tipo de risco corresponde também às áreas principais de escoamento, que devem ser preservadas de modo a não agravar as condições de escoamento.

O risco pode ser qualificado de moderado quando as alturas de água são menores que 0,5m.

Figura 48 – Efeitos das Cheias relacionando Velocidade e Profundidade

A fim de apoiar a seleção quanto aos parâmetros a adotar, as zonas inundáveis foram analisadas e foram divididas segundo os níveis d'água atingidos para um período de retorno de 50 anos:

- de 0 à 0,5m;
- de 0,5 a 1m;
- de 1m a 1,5m;

- de 1,5m a 2m;
- ...

Todos os rios são, em geral, impactados por problemas de inundação, mas os níveis d'água atingidos são muito variáveis de acordo com as bacias.

10.2.4 Cruzamento dos níveis de risco e do grau de urbanização

A regulamentação pode ser função:

- da zona de risco. Em uma zona de grande risco, a regulamentação a implantar deverá ser mais restritiva que em uma zona de risco moderado;
- da frequência de inundação. Em um setor regularmente inundado, pode ser proibida qualquer nova urbanização mesmo em caso de nível d'água moderado;
- do grau de urbanização dos setores considerados na situação atual. No centro da cidade, já densamente urbanizado, deve ser possível, através da regulamentação, garantir a continuidade da vida e permitir a revitalização urbana privilegiando a redução da vulnerabilidade.

Em função do nível de risco, da frequência das inundações, e do grau de urbanização dos diferentes setores impactados, a regulamentação poderá ser direcionada para 6 tipos de zonas:

- Zona RF-U: Zona urbanizada inundável por um risco de referência forte ou inundada de modo frequente, correspondendo aos setores residenciais ou de atividades, onde é conveniente não aumentar os riscos (população, atividades) permitindo, entretanto, a evolução das construções existentes, principalmente para reduzir a vulnerabilidade;
- Zona RF-Ud: Zona densamente urbanizada inundável por um risco de referência forte ou inundada de modo frequente, correspondendo aos setores que tem interesse histórico, uma ocupação dos solos densa, uma continuidade das construções e uma diversificação dos usos entre residências, comércio e serviços. Nessa zona, as construções poderiam

ser autorizadas visando garantir a continuidade da vida e permitir a renovação urbana favorecendo a redução da vulnerabilidade;

- Zona RM-U: Zona urbanizada inundável por um risco de referência moderado, onde considerando a urbanização existente, trata-se de permitir um desenvolvimento urbano compatível com a exposição aos riscos;
- Zona N-U: zona inundável não urbanizada (natural ou não), de risco indiferenciado (moderado ou forte), onde convém preservar a capacidade de escoamento ou de armazenamento de cheias proibindo novas construções;
- Zona Re-U: zona urbanizada exposta a risco residual em caso de cheia superior a cheia de referência ou de mal funcionamento hidráulico. Sua regulamentação deve visar permitir um desenvolvimento compatível com esse risco residual;
- Zona Re-NU: zona não urbanizada (natural ou não), exposta à um risco residual em caso de cheia superior a cheia de referência ou de mal funcionamento hidráulico. Sua regulamentação deve visar preservar a capacidade de armazenamento dessas zonas mobilizadas para as maiores cheias de modo a limitar os danos nos setores mais expostos.

10.2.5 Proposição de regulamentação urbanística

É importante que a regulamentação seja homogênea para todo o território. Não é aconselhável definir muitas alturas limite fixando a fronteira entre risco forte e risco moderado em função das características da bacia. Essa escolha não poderá ser baseada em justificativas técnicas sob risco de levar a incompreensão por parte da população.

Em vista da problemática atual das inundações no Município de Joinville, propõem-se adotar uma altura de 0,5m para um período de retorno de 50 anos em situação atual de ocupação dos solos. Essa altura aparenta ser muito restritiva em termos de

áreas situadas em risco forte. Porém, a superfície considerada deverá evoluir para uma redução:

- Pela consideração da implantação progressiva das obras e medidas estruturais.
- Por outro lado, como não existem dados no que concerne ao risco residual, não é possível propor os limites. Propõem-se, portanto, uma regulamentação para risco forte e moderado.

Em compensação, caso o município deseje dispor, em médio prazo, de uma regulamentação para zona inundável correspondendo a um risco de 100 anos, será necessário estabelecer uma zona de sobre-risco (correspondente a um período de retorno maior) que corresponderá então à zona de risco residual.

Dessa forma, propõem-se uma regulamentação de ocupação dos solos nas zonas RF-U, RF-Ud, RM-U e N-U.

Nessa regulamentação, denomina-se cota de referência, a cota correspondente a cheia de referência + 0,3m. Essa folga de 30 cm corresponde à incerteza dos modelos matemáticos.

O Desenho 12 – Proposta de Zoneamento nas Áreas Inundáveis ilustra a proposta de zoneamento apresentada.

10.2.5.1 Setor urbanizado (U) e urbanizado denso (Ud) – Risco Forte (RF-U e RF-Ud)

Objetivo: Nas zonas de forte risco, convém não aumentar os riscos (população, atividades) permitindo, entretanto, uma evolução mínima das construções existentes, principalmente para reduzir a vulnerabilidade.

No centro urbano, as prescrições da regulamentação devem visar à continuidade da vida e permitir a renovação urbana, favorecendo a redução da vulnerabilidade.

a) São proibidas, com exceção das construções, obras, ou instalações que são objeto das prescrições obrigatórias no item b):

- criação ou ampliação de mais de 20% de cobertura do solo de estabelecimentos que atendam populações de caráter vulnerável salvo em caso de impossibilidade de soluções alternativas;
- criação ou ampliação de mais de 20% de cobertura do solo de estabelecimentos necessários à gestão da crise salvo em caso de impossibilidade de soluções alternativas;
- a reconstrução de construções destruídas por uma inundação.
- as alterações de destinação das construções no sentido de um aumento da vulnerabilidade;
- a ampliação das construções residenciais existentes superiores a 20 m² de ocupação adicional (todas as ampliações acumuladas a partir da data de promulgação da regulamentação), e as ampliações das construções destinadas a atividades, indústrias, comércio ou agrícolas existentes superiores a 20% de ocupação existente (todas as ampliações acumuladas após a data de promulgação da regulamentação);
- a criação de superfícies habitáveis para as áreas residenciais ou de atividades cujos pisos estejam situados abaixo da cota de referência;
- a criação de aberturas abaixo da cota de referência (cota de inundação + 0,30m) caso não sejam equipadas com pranchões estanques (ensecadeiras) de, no mínimo 0,5 m de altura;
- a criação de obstáculos que não possam ser transpostos pelo escoamento das águas;
- depósitos de materiais e produtos suscetíveis de serem carregados, ou de impedirem o escoamento das águas em caso de enchente, principalmente descargas, depósitos de lixo e de dejetos;
- qualquer obra de elevação ou de afloramento dos solos que modifique as condições de escoamento ou a área de expansão da cheia, em particular os aterros e os diques, salvo eles sejam destinados a proteger locais já urbanizados;
- depósitos e armazenamento de produtos perigosos ou poluentes;

- criação de garagens subterrâneas.

b) São permitidas as construções, obras, instalações ou atividades não citadas acima e sob reserva ao respeito às prescrições obrigatórias seguintes e à aplicação das medidas construtivas obrigatórias listadas a seguir:

- para todos os projetos, o nível final dos pisos habitáveis das áreas residenciais ou de atividades criadas ou destinadas a esses fins deverá estar situado acima da cota de referência (Cota de inundação + 0,30m);
- a reconstrução de construções destruídas com a condição que essa destruição não esteja ligada a uma inundação. A reconstrução só será autorizada caso a ocupação seja menor ou igual àquela inicial, sem criação de habitação suplementar e sob a condição de que superfície dos pavimentos esteja acima da cota de referência;
- nos setores urbanizados do centro antigo (Ud), as mudanças de destinação das construções para transformá-las em construções de uso residencial, sob condição de que os níveis do piso estejam, no mínimo, na cota de referência (cota de inundação + 0,30m) e que a construção não seja destinada a atendimento ao público de caráter vulnerável ou a atividades necessárias à gestão de crise;
- nos setores urbanizados do centro antigo (Ud), as mudanças de destinação das construções para transformá-las em construções de uso comercial sob a condição de que seja criada uma área de refúgio;
- as mudanças de destinação das construções no sentido de uma redução da vulnerabilidade;
- as ampliações das construções residenciais existentes em até 20 m² de ocupação suplementar (todas as ampliações acumuladas desde a data de promulgação da regulamentação), e as ampliações das construções de atividades, indústrias, comércio ou agrícolas existentes superiores a 20% de ocupação existente (todas as ampliações acumuladas após a data de promulgação da regulamentação), sob a condição de que o nível final do piso habitável esteja acima da cota de referência (cota de inundação + 0,30m);

- áreas anexas tais como garagens, telhados de meia-água, abrigos de piscinas, sob a condição de que a ocupação do solo seja inferior a 20 m²;
- por derrogação das “ações proibidas” as construções ou obras inseridas em uma operação global de desenvolvimento urbano caso ela promova uma diminuição global da vulnerabilidade, principalmente reduzindo o número de prédios inundáveis para o risco de referência. No âmbito dessa operação global, o nível final dos pisos habitáveis das áreas residenciais ou de atividades criadas ou destinadas a esses fins deverá estar situado acima da cota de referência;
- Os equipamentos de interesse geral, quando sua implantação for tecnicamente impossível fora da área de inundação, e sob a condição que um estudo hidráulico e técnico identifique seu impacto sobre o escoamento das enchentes a montante e a jusante, defina as medidas compensatórias a serem adotadas para anular esses efeitos e as condições de implantação para garantir a segurança da obra, inclusive para uma cheia excepcional;
- As piscinas no nível do terreno natural sob a condição que seja implantado um balizamento permanente da bacia a fim de garantir, em caso de inundação ligeira, a segurança das pessoas e dos serviços de resgate;
- A criação de obstáculos que possam ser transpostos pelos escoamentos (grades ou cercas vivas apenas com muretas com altura inferior a 20cm);
- Todas as obras de complexos esportivos e de pequenos equipamentos de lazer ao ar livre sem criação de aterros e sob a condição de que eles não criem obstáculos ao escoamento das cheias. Também será permitida a criação, com área máxima de 100 m², de superfícies de pisos para áreas não habitadas e estritamente limitadas às atividades autorizadas nessa alínea, tais como sanitários, vestiários, almoxarifados, quando sua implantação for tecnicamente impossível fora da área de inundação;
- As áreas de estacionamento não subterrâneo e sem aterro, sob a condição da implantação de um dispositivo de informação e de evacuação;

- As operações de escavação/aterro que não provoquem um aumento do volume aterrado na zona inundável e cujos impactos locais para o risco de referência sejam irrelevantes.

10.2.5.2 Setor urbanizado (RM-U) – risco moderado

Objetivo: permitir um desenvolvimento urbano compatível com a exposição aos riscos

a) São proibidas, com exceção das construções, obras ou instalações que são objeto das prescrições obrigatórias no item b):

- Criação de estabelecimentos de atendimento a populações de caráter vulnerável salvo em caso de impossibilidade de soluções alternativas;
- Criação de estabelecimentos necessários à gestão da crise salvo em caso de impossibilidade de soluções alternativas;
- A reconstrução de construções destruídas por uma inundação;
- Criação de superfícies em áreas residenciais ou de atividades cujo nível final dos pisos esteja situado abaixo da cota de referência;
- Criação de obstáculos que não possam ser transpostos pelos escoamentos;
- Depósitos de materiais e produtos suscetíveis de serem carregados, ou de impedirem o escoamento das águas em caso de enchente, principalmente descargas, depósitos de lixo e de dejetos;
- Qualquer obra de elevação ou de afloramento dos solos que modifique as condições de escoamento ou a área de expansão da cheia, em particular os aterros e os diques, salvo eles sejam destinados a proteger locais já urbanizados;
- Depósitos e armazenamento de produtos perigosos ou poluentes.

b) São permitidas construções, obras, instalações, ou atividades não citadas acima, sob a condição de respeitar as seguintes prescrições obrigatórias e da aplicação das medidas construtivas obrigatórias listadas a seguir:

- o nível final de qualquer pavimento habitável criado esteja acima da cota de referência;
- a construção não seja destinada ao atendimento ao público de caráter vulnerável ou a atividades necessárias à gestão de crise (polícia, bombeiros, prefeitura e serviços técnicos municipais ...) salvo se demonstrada a impossibilidade de implantação alternativa.
- as ampliações e melhorias de construções sob a condição de que:
- o nível final de qualquer pavimento habitável criado esteja acima da cota de referência estabelecido em um plano geométrico;
- a criação de aberturas na condição de que as aberturas criadas em cota inferior a cota de referência sejam equipadas com pranchões estanques (ensecadeiras).
- a reconstrução de construções destruídas desde que a destruição não esteja ligada a uma inundação. Essas reconstruções somente serão autorizadas caso a ocupação e os volumes sejam menores ou iguais aos iniciais, sem criação de edificação suplementar, e sob a condição que o nível final dos pisos estejam acima da cota de referência;
- Os equipamentos de interesse geral, quando sua implantação for tecnicamente impossível fora da área de inundação, e sob a condição que um estudo hidráulico e técnico identifique seu impacto sobre o escoamento das enchentes a montante e a jusante, defina as medidas compensatórias a serem adotadas para anular esses efeitos e as condições de implantação para garantir a segurança da obra, inclusive para uma cheia excepcional;
- As piscinas no nível do terreno natural sob a condição que seja implantado um balizamento permanente da bacia a fim de garantir, em caso de inundação ligeira, a segurança das pessoas e dos serviços de resgate;
- A criação de obstáculos que possam ser transpostos pelos escoamentos (grades ou cercas vivas apenas com muretas com altura inferior a 20cm);

- Todas as obras de complexos esportivos e de pequenos equipamentos de lazer ao ar livre sem criação de aterros e sob a condição de que eles não criem obstáculos ao escoamento das cheias. Também será permitida a criação, com área máxima de 100 m², de superfícies de pisos para áreas não habitadas e estritamente limitadas às atividades autorizadas nessa alínea, tais como sanitários, vestiários, almoxarifados, quando sua implantação for tecnicamente impossível fora da área de inundação;
- As áreas de estacionamento não subterrâneo e sem aterro, sob a condição da implantação de um dispositivo de informação e de evacuação;
- As operações de escavação/aterro que não provoquem um aumento do volume aterrado na zona inundável e cujos impactos locais para o risco de referência sejam irrelevantes.

10.2.5.3 Setor não urbanizado (NU)

Objetivo: preservar as zonas de expansão de cheias não urbanizadas e proibir ali qualquer nova urbanização. Possibilidade de criar jardins e parques.

a) São proibidas, com exceção das construções, obras ou instalações que são objeto das prescrições obrigatórias no item b):

- Criação de estabelecimentos de atendimento a populações de caráter vulnerável salvo em caso de impossibilidade de soluções alternativas;
- Criação de estabelecimentos necessários à gestão da crise salvo em caso de impossibilidade de soluções alternativas;
- Criação de aberturas abaixo da cota de referência caso não seja equipadas com pranchões estanques (ensecadeiras) de, no mínimo 0,5 m de altura;
- Criação de superfícies em áreas residenciais ou de atividades cujo nível final dos pisos esteja situado abaixo da cota de referência;

- Criação de obstáculos que não possam ser transpostos pelo escoamento das águas;
- Depósitos de materiais e produtos suscetíveis de serem carregados, ou de impedirem o escoamento das águas em caso de enchente, principalmente descargas, depósitos de lixo e de dejetos;
- Qualquer obra de elevação ou de afloramento dos solos que modifique as condições de escoamento ou a área de expansão da cheia, em particular os aterros e os diques, salvo eles sejam destinados a proteger locais já urbanizados;
- Depósitos e armazenamento de produtos perigosos ou poluentes.

b) São permitidas construções, obras, instalações, ou atividades não citadas acima, sob a condição de respeitar as seguintes prescrições obrigatórias e da aplicação das medidas construtivas obrigatórias listadas a seguir:

- Para todos os projetos, o nível final dos pisos habitáveis das áreas residenciais ou de atividades criadas ou destinadas a esses fins deverá estar situado acima da cota de referência;
- Os equipamentos de interesse geral, quando sua implantação for tecnicamente impossível fora da área de inundação, e sob a condição que um estudo hidráulico e técnico identifique seu impacto sobre o escoamento das enchentes a montante e a jusante, defina as medidas compensatórias a serem adotadas para anular esses efeitos e as condições de implantação para garantir a segurança da obra, inclusive para uma cheia excepcional;
- As piscinas no nível do terreno natural sob a condição que seja implantado um balizamento permanente da bacia a fim de garantir, em caso de inundação ligeira, a segurança das pessoas e dos serviços de resgate;
- A criação de obstáculos que possam ser transpostos pelos escoamentos (grades ou cercas vivas apenas com muretas com altura inferior a 20cm);
- Todas as obras de complexos esportivos e de pequenos equipamentos de lazer ao ar livre sem criação de aterros e sob a condição de que eles não

criem obstáculos ao escoamento das cheias. Também será permitida a criação, com área máxima de 100 m², de superfícies de pisos para áreas não habitadas e estritamente limitadas às atividades autorizadas nessa alinea, tais como sanitários, vestiários, almoxarifados, quando sua implantação for tecnicamente impossível fora da área de inundação;

- As áreas de estacionamento não subterrâneo e sem aterro e sem impermeabilização do solo;
- As operações de escavação/aterro que não provoquem um aumento do volume aterrado na zona inundável e cujos impactos locais para o risco de referência sejam irrelevantes;

10.2.6 Zona de passagem das águas - Respeitar o livre escoamento

O risco de inundação é particularmente agravado pela multiplicação dos obstáculos nos eixos de escoamento. Eles provocam ou aumentam os transbordamentos, elevam a altura de submersão, etc. Algumas vezes, os próprios obstáculos são atingidos pela cheia constituindo-se assim em novos pontos vulneráveis. Esses obstáculos ao escoamento tomam diferentes formas, podendo se tratar:

- da ocupação do eixo de escoamento (urbanização, atividades, etc.). Diversos rios foram canalizados e estão atualmente cobertos por construções;
- de estreitamento generalizado pela multiplicação de apropriações de áreas no leito menor dos rios (crescimento de algumas parcelas em detrimento da capacidade de escoamento do rio);
- de obras de travessia subdimensionadas;
- do efeito de barreira: trata-se da edificação de uma linha de construções transversalmente em relação à direção do escoamento das águas, de infraestruturas de transporte.

A urbanização “tem efeito de barreira”, ou seja, uma urbanização contínua transversalmente à direção do escoamento das águas, aumenta o risco de

inundação ao aumentar as alturas de submersão dos bens expostos. Essas construções ficam submetidas a um risco pré-existente e que elas agravam. A barreira agrava também a inundação a montante: terrenos que não eram inundáveis podem passar a ser.

A resolução dos problemas hidráulicos deverá assim passar pelo respeito aos diferentes eixos de escoamento.

10.2.6.1 *Zona não edificante*

Diversas leis regulamentam a distância a respeitar, nas zonas *não edificante*, junto aos corpos d'água. Essas leis são mais ou menos restritivas.

De acordo com a Lei Federal 6.766/79, Art. 4:

“ao longo das águas correntes e dormentes, e das faixas de domínio público das rodovias, ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não edificante de 15m (quinze metros) de cada lado, salvo maiores exigências da regulamentação específica.”

Segundo a Lei estadual nº 6.063 / 82, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, os projetos de loteamento de que trata a presente Lei deverão atender entre outros, o seguinte requisito (art.. 8):

“ao longo das águas correntes e dormentes, e das faixas de domínio público das rodovias, ferrovias e dutos, e obrigatória a reserva de uma faixa “não edificante” de 15m (quinze metros) de cada lado, salvo maiores exigências estabelecidas em regulamentação federal ou municipal.”

De acordo com o Código Florestal (Lei nº 4771/65) e com suas alterações posteriores (Lei nº 7803/89):

Art. 2º – Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo do rio ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal, cuja largura mínima seja:

- *de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;*

- *de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;*
- *de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;*
- *de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;*
- *de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.*

O código municipal do meio ambiente define os mesmos limites que a Lei complementar nº 29 de 14 de Junho de 1996, e o capítulo XV da proteção da flora. Mas esta mesma Lei define uma zona não edificante diferente (Capítulo XIX. Art.93, III):

As áreas comprometidas e atingidas pelas faixas de drenagem, situadas nas áreas urbanas do Município, em cada uma das margens dos rios, córregos, arroios e riachos que compreendem as águas correntes, estipuladas pela Tabela 27:

Tabela 27 – Relação entre área contribuinte e faixa não edificante

Área contribuinte hectares	Faixa não edificante (de cada lado da margem) - Metros
<i>0 a 25</i>	<i>04</i>
<i>25 a 50</i>	<i>06</i>
<i>51 a 75</i>	<i>10</i>
<i>76 a 100</i>	<i>16</i>
<i>101 a 200</i>	<i>20</i>
<i>201 a 350</i>	<i>28</i>
<i>351 a 1000</i>	<i>32</i>
<i>1001 a 1300</i>	<i>36</i>

A tabela de que trata este artigo, será aplicada sempre que as regulamentações federais ou estaduais não fizerem maiores exigências.

Portanto, é necessário encontrar uma certa coerência nesses diferentes textos.

A despeito dessas leis, uma largura mínima de 4 a 5m deve ser rigorosamente respeitada, permitindo a manutenção dos cursos d'água. Quanto maior essa largura, maior será a capacidade do leito maior, o que leva a uma melhoria das condições de escoamento.

Cabe destacar que a regulamentação para as zonas não edificante “se cruza” com a proposição de implementação das zonas N-U definidas no capítulo anterior. As áreas não construídas na situação atual, e situadas em zonas inundáveis, poderão ser integradas a estas zonas N-U não edificáveis.

Nos termos da Resolução 303/2002, que trata de definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, considera-se APP a área situada em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura, tendo sido repetido o contido no Código Florestal (Lei 4.771/65).

Segundo essa lei a supressão total ou parcial de vegetação de APP só será admitida com prévia autorização do órgão ambiental estadual competente, com anuência prévia, quando couber, do órgão federal ou municipal de meio ambiente, em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e ocasional ao empreendimento proposto.

Porém, dentro das APP ter-se-á as áreas não edificantes, que são aquelas comprometidas e atingidas pelas faixas de drenagem, situadas nas áreas urbanas do Município, em cada uma das margens dos rios, córregos, arroios e riachos que compreendem as águas correntes, estipuladas nos termos da Lei Complementar 29/96 (Código Municipal de Meio Ambiente), desde que a regulamentação federal ou estadual não façam maiores exigências.

10.2.6.2 *Obras de travessia*

A implantação de uma obra de travessia deverá ser feita com base em um estudo de impacto hidráulico. As modelagens hidráulicas deverão ser realizadas visando:

- Descrever o funcionamento atual do rio, sem obra de travessia para diferentes períodos de retorno (por exemplo 10, 20, 50 e 100 anos);
- Incorporar a obra de travessia no modelo hidráulico;
- Realizar novas modelagens que permitam avaliar os impactos da obra sobre o escoamento.

Esse estudo deverá permitir verificar que a obra projetada não será fonte de problemas nas zonas conflituosas.

10.3 Medidas técnicas visando reduzir a vulnerabilidade das construções existentes

As medidas de redução da vulnerabilidade aqui propostas compreendem: medidas de adaptação das residências ao risco de inundação bem como medidas de proteção individual do tipo “vedação das aberturas com a colocação de pranchões estanques (ensecadeiras).

10.3.1 Adaptação das residências ao risco de inundação

Diversas medidas possíveis no sentido da redução da vulnerabilidade estão listadas a seguir. Algumas delas podem ser facilmente aplicadas de maneira fácil nas obras existentes ou ser integradas dentro dos serviços de restauração.

- Adaptar os equipamentos da residência à inundação;
- Equipar as aberturas e dutos de ventilação, de evacuação e drenos com grades finas que retenham detritos e objetos;
- Localizar as centrais de ventilação e de climatização acima no nível d'água;
- Instalar um tampão nas aberturas de ventilação (A ser retirado após a baixa das águas para permitir a secagem do local);
- Rede de águas servidas: - Instalar comportas anti-retorno – As águas servidas e os materiais sólidos que elas contém podem entrar pelos drenos e esgotos; elas trazem riscos à higiene e à saúde;
- Elevar e verificar as instalações elétricas, telefone, etc. (painéis, disjuntores, fusíveis, medidores, ligações com a rede): colocá-las a 50cm

acima do maior nível d'água conhecido o que permite religá-las rapidamente após a inundação, e evita os riscos de curto-circuito;

- Instalar disjuntores diferenciais de alta sensibilidade na parte inundável para proteger as pessoas de curtos-circuitos;
- Verificar a ancoragem e estanqueidade dos tanques de combustível para evitar que sejam arrastados pela água e evitar qualquer risco de poluição. Manter os tanques suficientemente cheios para melhorar a resistência à pressão;
- Instalações externas: Proteger a fachada de solários e varandas situadas no eixo da corrente; Essa proteção pode ser feita através de dispositivos temporários como pranchões (ensecadeiras);
- Lastrar os móveis de jardim para que eles não sejam arrastados pelas águas e causem danos aos bens da vizinhança;
- Privilegiar a instalação de cercas que não prejudiquem o escoamento das águas;
- Levar em conta os riscos de inundação na escolha das técnicas e dos materiais de construção;
- Isolamento térmico: utilizar materiais resistentes à água;
- Divisórias: Escolher materiais resistentes à água que permitam evacuar a umidade (facilita a secagem);
- Revestimento do piso: Evitar os parquets e revestimentos com materiais naturais pois têm pouca resistência e apodrecem com a umidade, evitar também revestimentos como carpetes, parquets colados ou flutuantes e preferir tapetes (que podem ser retirados) ao carpete. Assentar os azulejos ou colar os revestimentos com produtos sintéticos resistentes à água;
- Evitar móveis em aglomerado que não podem ser secos e desinfetados;
- Portas e janelas: Preencher os interstícios com uma junta estanque (mastique...); Preparar para a instalação de pranchões que serão

colocados quando do anúncio da inundação; Tratar as portas e caixilhos de madeira (com um produto de proteção nas faces internas e externas);

- Revestimento de paredes - Privilegiar o papel de parede (pinturas e revestimentos plásticos são difíceis de remover o que complica a secagem das paredes e cantos); Privilegiar cerâmica de parede sobre suportes de alvenaria (mais resistente);
- Levar em conta os riscos de inundação na concepção e organização, conforme Figura 49;

Figura 49 - Adaptação de Imóveis para minimizar danos devido às inundações

- Criar uma zona de segurança, situada acima do nível mais alto das águas. Ela deve ser facilmente acessível aos ocupantes, oferecer condições de segurança satisfatória e um espaço suficiente, ser facilmente acessível a partir do exterior para a intervenção das equipes de salvamento para a evacuação das pessoas;
- Elevar o piso, se possível: Posicionar sua cota acima do nível mais alto das águas;

- Adaptar a utilização do porão ou do subsolo: Instalar preferencialmente áreas de serviço (garagem, adega...) nesse nível e os locais de habitação nos outros andares (existentes ou a serem criados);
- Deixar a água penetrar na residência, porém sem impactos na estrutura da habitação que foi concebida ou restaurada para tal, e sem impacto sobre os bens materiais que foram colocados fora do alcance da água;
- Nos setores onde o nível d'água for mais modesto (inferiores a 1 m), podem-se prever também dispositivos temporários de proteção do tipo pranchão (Figura 50) ou sacos de areia. Atenção, acima de 1 m de água (altura dependente do tipo de estrutura), a pressão da água é tão grande que poderá causar danos irreparáveis à própria estrutura. É, portanto, imperativo equilibrar esta pressão entre as faces internas e externas das paredes da residência a fim de que esta permaneça de pé. Dessa forma, é indispensável deixar a água entrar em grandes inundações;

Figura 50 – Exemplo de Pranchão

- Instalar drenos (trincheiras drenantes) que permitam acelerar a evacuação e impedem a estagnação das águas, conforme ilustrado na Figura 51.

Figura 51 - Exemplos de drenos

10.3.2 Medidas mais importantes

Entre as medidas citadas anteriormente, é recomendado tornar certas medidas obrigatórias:

- Em um prédio residencial, bem como em todos os estabelecimentos destinados à população com caráter vulnerável e nos estabelecimentos necessários à gestão de crise, se a cota de cheia atinge ou ultrapassa uma certa altura com relação à cota do pavimento mais alto, a criação de uma área de refúgio mínima poderá ser tornada obrigatória, salvo em caso de impossibilidade técnica maior. Essa altura poderá ser fixada em torno de 1m;
- Materializar a construção de piscinas e bacias para torná-las visíveis para os níveis de inundação, dependendo da cota da enchente;
- Para as construções destinadas a atividades econômicas, cujos pavimentos estejam situados abaixo da cota da cheia de referência, garantir o armazenamento dos produtos fora da água e em caso de impossibilidade criar uma zona de armazenamento alternativa não vulnerável para os produtos poluentes;
- Para as construções onde alguns pavimentos habitáveis estejam situados abaixo da cota da cheia de referência, instalar uma comporta tipo clapet anti-retorno nas redes de esgoto e dispositivos de vedação das entradas de ar desses pavimentos habitáveis, caso eles estejam situados abaixo da cota da cheia de referência;
- Para cada abertura situada abaixo da cota de referência e atendendo a um pavimento habitável, a instalação de pranchões (ensecadeiras) poderá ser tornada obrigatória;
- Equipar as partes do prédio situadas abaixo do terreno natural (principalmente garagens) com uma bomba para retirar a água para o exterior.

10.3.3 Adaptação das obras públicas

10.3.3.1 *Redes elétricas*

Os postes de distribuição de energia elétrica e as caixas de medição deverão estar facilmente acessíveis em caso de inundação e ser posicionadas acima da cota de referência. Abaixo dessa cota os ramais e os cabos deverão ser estanques. Para evitar a ruptura dos cabos por objetos flutuantes, é recomendado prever uma folga entre 1,5m e 2,5m com relação à cheia de referência para a colocação das linhas.

10.3.3.2 *Redes telefônicas*

As caixas de distribuição e alimentação deverão estar posicionadas acima da cota de referência. Abaixo dessa cota os ramais e os cabos deverão ser estanques.

10.3.3.3 *Redes de água e esgoto*

Para a criação de novas redes, ampliação e substituição, deverão ser utilizados tubos e materiais de acoplamento estanques e resistentes às pressões hidrostáticas. Nas partes da rede (águas pluviais e esgoto) suscetíveis de ficar em carga, os poços de visita deverão ser dotados de tampões que possam ser fechados.

10.3.3.4 *Adaptação das vias*

Na medida do possível, as ruas serão concebidas e executadas com materiais pouco ou não sensíveis à água e dotadas de dispositivo de drenagem que permita uma drenagem eficaz e rápida do corpo da via.

Para as vias que possam ficar submersas, é recomendado implantar uma sinalização permanente dos limites das plataformas que seja visível em período de cheia. A parte superior das balizas deverá estar no mínimo, 1m acima do nível de referência. As balizas deverão, além disso, ser concebidas para resistir aos efeitos da corrente.

11 DIRETRIZES PARA REGULAMENTAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS PROPOSTAS

11.1 Diretrizes Sócio-Ambientais

11.1.1 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.

11.1.2 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.

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.

11.2 Diretrizes de Planejamento e de Marco Legal

11.2.1 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 países, 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 tendo como base as diretrizes propostas no capítulo 10.

11.2.1 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;
- IV - o sistema de acompanhamento e controle, aqui denominado Sistema de Informações Municipais.

As proposições apresentadas podem ser incorporadas ao Plano Diretor de Drenagem Urbana da bacia do Rio Cachoeira, a ser elaborado de acordo com o estabelecido no PDDS, e devem integrar este último e ter suas diretrizes incluídas no mesmo.

Desta forma, a regulamentação do Plano Diretor de Drenagem Urbana 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.

12 CONCLUSÕES

A evolução da sociedade com relação à gestão de crises e emergências tem resultado em uma maior atenção para a resolução dos problemas de inundações urbanas pelos seus governantes, sem perceber parte dela o agravamento da situação existente, seja através da impermeabilização e da ocupação irregular de áreas de risco.

As soluções técnicas para o controle das inundações são na sua maioria ações corretivas e não preventivas. Dentro do contexto das cidades, a prevenção e minimização dos problemas de inundação estão mais na alçada dos administradores e urbanistas, que realmente definem o desenho de ocupação urbana e fazem as especificações dos elementos utilizados, do que nas “mãos do corpo de engenharia”.

O presente trabalho buscou demonstrar um método de análise e avaliação dos impactos dos fenômenos hidrológicos em um sistema de macro-drenagem de forma a dar subsídios para um plano de ações global para a bacia. Estas ferramentas, notadamente a modelação hidrológico-hidráulica são de fácil acesso podem ser utilizadas de forma generalizada. O mencionado ferramental possibilitou a elaboração de manchas de inundação associados a probabilidades de ocorrência, que serviram como bases para a determinação de um zoneamento para as áreas inundáveis.

O estudo do comportamento da bacia do Rio Cachoeira possibilitou ainda avaliar que a localização das manchas de inundação abrange regiões com ocupação consolidada, atingindo as áreas de maior urbanização da bacia, causando danos e inconvenientes a população.

No caso desta bacia, diversas habitações estão situadas em zona baixa, no leito de expansão natural dos diferentes rios. Os problemas de inundação não são forçosamente consequência de uma desordem na rede de drenagem, mas antes de tudo um problema de implantação dessas habitações em zona inundável.

Apesar das medidas estruturais que poderão ser implantadas para reduzir essas zonas inundáveis, é importante ter consciência que essas áreas estarão sempre situadas em zona de risco, por duas razões principais:

- As medidas estruturais são dimensionadas para um período de retorno da cheia de projeto, que normalmente é adotado em função da rentabilidade técnico-econômica das obras a realizar. Essas medidas não garantem uma proteção além desse período de retorno. Assim é certo que precipitações maiores atingirão cedo ou tarde a bacia do Rio Cachoeira provocando novas inundações. As medidas estruturais permitirão, entretanto, reduzir a frequência;
- A falha de certas obras situadas nas redes de drenagem é possível e deve ser prevista (obra de travessia obstruída, desabamento de uma obra enterrada...). Em caso de problemas desse tipo, as zonas baixas serão as primeiras expostas.

Dessa forma, é importante conservar essa consciência do risco de inundação apesar das obras que poderão ser implantadas e aprender a conviver com o risco.

Para tal, as medidas podem ser tomadas em dois níveis:

- Em nível individual: não é necessário esperar um plano de ação coletivo para se preparar para enfrentar a inundação;
- Em nível comunitário: é necessário poder se organizar e informar antes da ocorrência dos eventos a fim de poder reagir melhor durante os períodos de crise, minimizando as improvisações.

As medidas técnicas apresentadas com o intuito de reduzir a vulnerabilidade da população presente nas áreas inundáveis deverão ser objeto de políticas de conscientização da população. Essas medidas deverão ser apresentadas e implementadas juntamente com a sociedade com o objetivo de minimizar os prejuízos causados pelas inundações.

O zoneamento das áreas inundáveis apresentado estabeleceu a divisão da região suscetível a inundações com período de retorno de 50 anos em 4 zonas. Essas zonas foram estabelecidas levando em consideração o risco e a ocupação associada a cada região. Foram apresentadas diretrizes que estabelecem critérios de ocupação que deverão ser incorporados a regulamentação existente de uso e ocupação da bacia, de modo que esse seja implementado pelos órgãos responsáveis.

O envolvimento multidisciplinar e a integração de profissionais são pré-requisitos para a utilização e implantação dessas soluções e devem ser impulsionados através da criação de ambientes de trabalho onde vigore o diálogo, a cooperação e o respeito mútuo, considerando que é impossível o desenvolvimento unilateral deste tipo de medida não-estrutural, posto que estará sujeita a críticas e poderá inclusive não ser implantado.

Os objetivos de um zoneamento de áreas inundáveis só serão plenamente alcançados, se for desenvolvido um trabalho consciente de sensibilização e conscientização, para que haja um maior engajamento da sociedade, em prol de seu valor comunitário, através da cooperação, da aceitação e da participação social.

A educação ambiental é um dos caminhos possíveis, pois proporciona o entendimento sobre o peso das atitudes individuais no meio ambiente, a relação entre o homem e os eventos críticos e a importância da conservação de características naturais, além de difundir práticas sustentáveis. Porém, é um processo lento, de longa duração e difícil avaliação, que deve ir acompanhado de motivação e envolvimento.

Juntamente com medidas de zoneamento de áreas inundáveis, recomenda-se que sejam estudadas a implementação de Programas de Ações Emergenciais. Estes programas devem avaliar a utilização de sistemas de alerta e o estabelecimentos de rotinas que visem agir diante de eventos extremos, buscando minimizar os prejuízos causados.

Enfim, a regulamentação de um zoneamento de áreas inundáveis é ainda uma prática pouco corrente, em fase de descobrimento e evolução, que gradativamente está sendo incorporada ao cenário urbano e abre caminho para futuramente ser abraçada pela população e órgãos governamentais, como mais uma ferramenta na luta contra os problemas causados pelas inundações e aumento da qualidade de vida nas cidades.

13 BIBLIOGRAFIA

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

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O. **Sustainable Development and Urbain Stormwater Management in the Context of Tropical Developing Countries**. Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. México: AIDIS, pp 523-529, 1996.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 1ª. Edição. Porto Alegre:ABRH, 2005. 266p

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

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. Oficina de Textos. São Paulo, 2005.

CUNGE, J. A. **On the subject of a flood propagation method (Muskingum method)**. Journal Hydraulic Research, 7(2), p. 205-230, 1969.

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

DUNNE, T; LEOPOLD, L. **water in environment planning**. San Francisco, CA: W.H. Freeman and Company. 818p.

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

FERRAZ, F. F.; FERRAZ, E. S.; BALLESTER, M. V. R.; MORAES, J.; VICTORIA, R. L.; MARTINELLI, L. A. **Previsão de áreas inundadas na cidade de Piracicaba (SP) através de sistema de informações geográficas (SIG)**. Revista Brasileira de Recursos Hidricos, vol 3 n. 3 p.17-27, 1998.

GRACIOSA, M. C. P. **Trincheiras de infiltração como tecnologia alternativa em drenagem urbana.** Dissertação - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.

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

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

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

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

LEOPOLD, L.N. **Hydrology for urban planning. A Guide Book on th Hydrologic Effects on Urban Land Use.** USGS circ 554, 1968. 18p.

MACEDO, D. R. **Avaliação de projetos de restauração de curso d'água em áreas urbanizadas: estudo de caso no programa drenurbs em Belo Horizonte.** Dissertação de Pós-Graduação - Departamento de Geográfica da Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

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

McCUEN, R. H.; WALESH, S. G.; RAWIS, W. J. **Control of urban stormwater runoff by detention and retention.** Washington: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1983. (Miscellaneous publication number 1428)

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

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

PARKINSON, J.; MILOGRANA, J.; CAMPOS, L. C.; CAMPOS R. **Drenagem urbana sustentável no Brasil**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Loughborough University, 2003.

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

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE, Joinville, 2011.

PORTO, R. L. L.; FILHO, K. Z. **Retenção e detenção**. Disciplina do curso de especialização em Gestão do Ambiente Construído: Planejamento e Intervenções. São Paulo: CDHU, 2004.

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

RUITER, W. **Watershed: flood protection and drainage in Asian cities**. Land & Water International, 1990. n. 68, p. 17-19.

SANTOS, M.C. DOS **Águas revoltas: história das enchentes em Santo André**. Santo André: Semasa, PMSA, 2002.

SEPLAN - Secretaria de Planejamento De Joinville. **Trabalho técnico de mapeamento das áreas permeáveis na bacia do Rio Cachoeira, Joinville, SC**. Documento interno não publicado. Joinville, SC : s.n., 2009.

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

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

SILVEIRA, W. N. **Análise histórica de inundação no município de Joinville com enfoque na bacia hidrográfica do rio Cubatão do Norte**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008. 165p.

SILVEIRA, A. L. L. **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.

TASSI, R. **Efeitos dos microreservatórios de lote sobre a macrodrenagem urbana, 2002**. Dissertação de Mestrado - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002. 142p.

TUCCI, C. E. M. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol 2 n.2 p 5-12, 1997.

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

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. 1ª. Edição. Porto Alegre: Editora ABRH/RHAMA, 2007. 393p.

TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos distribuídos**. 2010. Disponível em: <<http://blog.rhama.net/2010/02/14/modelos-hidrologicos-distribuidos/>>. Acesso em: 2011.

TUCCI, C. E. M. **Conceito dos modelos hidrológicos**. 2009. Disponível em: <<http://blog.rhama.net/2009/12/06/conceitos-dos-modelos-hidrologicos/>>. Acesso em: 2011.

TUCCI, C. E. M. **Planejamento em drenagem urbana**. 2010. Disponível em: <http://blog.rhama.net/2010/09/26/projeto-e-planejamento-em-drenagem-urbana/>. Acesso em: 2011.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. DA M. **Avaliação e controle da drenagem**. Porto Alegre: Editora ABRH, 2001. v.2.

TUCCI, C.E.M; PORTO, R.L.; BARROS, M.T. **Drenagem Urbana**, Editora da Universidade, ABRH, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995. 430 p

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

VENDRUSCULO, S. Interface entre a política nacional de recursos hídricos e a política nacional da defesa civil, com relação aos desastre hidrológicos.

Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Catarina. 2007

14 APÊNDICE A - LEVANTAMENTO DO QUADRO LEGAL E INSTITUCIONAL

Legislação Federal

Lei nº 10.257/2001

A primeira norma federal a ser citada é a Lei nº 10.257/2001, que regulamenta os arts. 182 e 183 da CR/88, e estabelece diretrizes gerais da política urbana, denominada Estatuto das Cidades. Ela dispõe sobre as normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Entre as diretrizes fixadas nessa lei para a política urbana aponta-se (art. 2º):

- o planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;
- a ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar:
 - a utilização inadequada dos imóveis urbanos;
 - a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;
 - o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivos ou inadequados em relação à infraestrutura urbana;
 - a instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como pólos geradores de tráfego, sem a previsão da infraestrutura correspondente;
 - a deterioração das áreas urbanizadas;
 - a poluição e a degradação ambiental;
- adoção de padrões de produção e consumo de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites da sustentabilidade

ambiental, social e econômica do Município e do território sob sua área de influência;

- justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização;
- adequação dos instrumentos de política econômica, tributária e financeira e dos gastos públicos aos objetivos do desenvolvimento urbano, de modo a privilegiar os investimentos geradores de bem-estar geral e a fruição dos bens pelos diferentes segmentos sociais;
- audiência do Poder Público municipal e da população interessada nos processos de implantação de empreendimentos ou atividades com efeitos potencialmente negativos sobre o meio ambiente natural ou construído, o conforto ou a segurança da população;
- regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, considerada a situação socioeconômica da população e as normas ambientais, sendo que esta lei federal não estabeleceu restrições sobre áreas de riscos às inundações, fato que deverá ser coibido pela autoridades locais;
- simplificação da legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo e das normas edilícias, com vistas a permitir a redução dos custos e o aumento da oferta dos lotes e unidades habitacionais.

Apresenta como instrumentos da Política Urbana (art. 4º)

- planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social;
- planejamento das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões;
- planejamento municipal, em especial, como disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo; zoneamento ambiental; planos, programas e projetos setoriais; planos de desenvolvimento econômico e social;
- institutos tributários e financeiros, como incentivos e benefícios fiscais e financeiros;
- institutos jurídicos e políticos, como a desapropriação; as limitações administrativas; instituição de zonas especiais de interesse social; direito

de preempção; outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso; transferência do direito de construir; operações urbanas consorciadas.

Considera que as áreas urbanas com mais de duzentos e cinquenta metros quadrados, ocupadas por população de baixa renda para sua moradia, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, onde não for possível identificar os terrenos ocupados por cada possuidor, são susceptíveis de serem usucapidas coletivamente, desde que os possuidores não sejam proprietários de outro imóvel urbano ou rural. E o possuidor pode, para o fim de contar o prazo exigido por este artigo, acrescentar sua posse à de seu antecessor, contanto que ambas sejam contínuas.

Assim, as áreas com tais características deverão ser submetidas a tratamento nas regras do direito de propriedade, caso haja um interesse público em torná-las pública.

Sobre o Plano Diretor, a lei federal estabelece que é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, e a lei municipal que o aprova deverá ser revista, pelo menos, a cada dez anos (art. 40, § 3º).

Esta lei trouxe alguns institutos de direito administrativo. O primeiro a se destacar é o direito de preempção, segundo o qual é conferido ao Poder Público municipal preferência para aquisição de imóvel urbano objeto de alienação onerosa entre particulares (art. 25).

Para tanto necessário se faz que haja lei municipal, baseada no Plano Diretor, que delimite tais áreas, que as enquadre em uma ou mais das finalidades permitidas e que fixe prazo de vigência, não superior a cinco anos, renovável a partir de um ano após o decurso do prazo inicial de vigência. Com isto o direito de preempção fica assegurado durante o prazo de vigência fixado, independentemente do número de alienações referentes ao mesmo imóvel.

Entre as situações permitidas para o exercício do direito de preempção estão o ordenamento e direcionamento da expansão urbana, criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes, criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental.

É preciso que o proprietário notifique sua intenção de alienar o imóvel, encaminhando a proposta de compra assinada pelo terceiro interessado, para que o Município, no prazo máximo de trinta dias, manifeste por escrito seu interesse em

comprá-lo, dando publicidade de sua intenção através órgão oficial e em pelo menos um jornal local ou regional de grande circulação.

Não havendo manifestação da Administração Pública municipal, o proprietário poderá realizar a alienação para terceiros, nas condições da proposta apresentada, ficando obrigado a apresentar cópia do instrumento público de alienação do imóvel.

A alienação sob outras condições que as apresentadas ao Município é nula de pleno direito, sendo admitida a aquisição do imóvel pelo valor da base de cálculo do IPTU ou pelo valor indicado na proposta apresentada, se este for inferior àquele.

Outro instituto previsto na lei federal é a outorga onerosa do direito de construir. O plano diretor poderá fixar coeficiente de aproveitamento básico único para toda a zona urbana ou diferenciado para áreas específicas dentro da zona urbana. Nas áreas que determinar o direito de construir poderá ser exercido acima do coeficiente de aproveitamento básico adotado, mediante contrapartida a ser prestada pelo beneficiário. Assim, nessas áreas poderá ser permitida alteração de uso do solo, mediante contrapartida a ser prestada pelo beneficiário.

Cabe a lei municipal específica estabelecer as condições a serem observadas para a outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso, determinando a fórmula de cálculo para a cobrança, os casos passíveis de isenção do pagamento da outorga e a contrapartida do beneficiário.

O terceiro instituto admitido é a operação urbana consorciada, que implica num conjunto de intervenções e medidas coordenadas pelo Poder Público municipal, com a participação dos proprietários, moradores, usuários permanentes e investidores privados, com o objetivo de alcançar em uma área transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e a valorização ambiental.

Cabe a lei municipal específica, baseada no plano diretor, delimitar a área para aplicação de operações consorciadas, prever as medidas de modificação de índices e características de parcelamento, uso e ocupação do solo e subsolo, bem como as alterações das normas edilícias, considerado o impacto ambiental delas decorrente, e o plano de operação urbana consorciada, contendo, no mínimo:

- definição da área a ser atingida;
- programa básico de ocupação da área;
- programa de atendimento econômico e social para a população diretamente afetada pela operação;
- finalidades da operação;

- estudo prévio de impacto de vizinhança;
- contrapartida a ser exigida dos proprietários, usuários permanentes e investidores privados em função da utilização dos benefícios previstos nos incisos I e II do § 2º do art. 32 desta Lei, cujos recursos serão aplicados exclusivamente na própria operação urbana consorciada;
- forma de controle da operação, obrigatoriamente compartilhado com representação da sociedade civil.

A referida lei poderá prever a emissão pelo Município de quantidade determinada de certificados de potencial adicional de construção, que serão alienados em leilão ou utilizados diretamente no pagamento das obras necessárias à própria operação, que poderão ser livremente negociados, mas conversíveis em direito de construir unicamente na área objeto da operação. Apresentado pedido de licença para construir, o certificado de potencial adicional será utilizado no pagamento da área de construção que supere os padrões estabelecidos pela legislação de uso e ocupação do solo, até o limite fixado em lei.

Uma vez aprovada essa lei específica serão nulas as licenças e autorizações a cargo do Poder Público municipal expedidas em desacordo com o plano de operação urbana consorciada.

Tem-se também o instituto da transferência do direito de construir, segundo o qual a lei municipal, baseada no plano diretor, poderá autorizar o proprietário de imóvel urbano, privado ou público, a exercer em outro local, ou alienar, mediante escritura pública, o direito de construir previsto no plano diretor ou em legislação urbanística dele decorrente, quando o referido imóvel for considerado necessário para fins de preservação, quando o imóvel for considerado de interesse histórico, ambiental, paisagístico, social ou cultural, concedendo-se este direito também àqueles que doarem ao Poder Público seu imóvel, ou parte dele. A lei que tratar desta matéria deverá estabelecer as condições relativas à aplicação da transferência do direito de construir.

Outro ponto a se destacar é o estudo de impacto de vizinhança, a ser admitido em lei municipal, que definirá os empreendimentos e atividades privados ou públicos em área urbana que dependerão de elaboração de estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV) para obter as licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento a cargo do Poder Público municipal.

O EIV será executado de forma a contemplar os efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população residente na área e suas proximidades, incluindo a análise, no mínimo, das seguintes questões:

- I – adensamento populacional;
- II – equipamentos urbanos e comunitários;
- III – uso e ocupação do solo;
- IV – valorização imobiliária;
- V – geração de tráfego e demanda por transporte público;
- VI – ventilação e iluminação;
- VII – paisagem urbana e patrimônio natural e cultural.

A elaboração do EIV não substitui a elaboração e a aprovação de estudo prévio de impacto ambiental (EIA), requeridas nos termos da legislação ambiental e os documentos que o integram ficarão disponíveis para consulta, no órgão competente do Poder Público municipal, por qualquer interessado.

Nos termos do art. 21, inciso XX, da Constituição Federal, cabe à União instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, estabelecidas por esta lei, que foram incorporadas pela Lei Complementar municipal nº 261/2008, que instituiu o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Joinville, a ser analisada mais adiante.

Lei nº 6.766/79

A Lei nº 6.766/79, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, admite que os Municípios possam estabelecer normas complementares relativas ao parcelamento do solo municipal para adequar o previsto nesta Lei às peculiaridades locais.

A lei federal estabelece que o parcelamento do solo urbano poderá ser feito mediante loteamento ou desmembramento. Considera loteamento a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes; já o desmembramento seria a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com aproveitamento do sistema viário existente, desde que não implique na abertura de novas vias e logradouros públicos, nem no prolongamento, modificação ou ampliação dos já existentes.

O lote é o terreno servido de infraestrutura básica cujas dimensões atendam aos índices urbanísticos definidos pelo plano diretor ou lei municipal para a zona em que se situe.

A infraestrutura básica dos parcelamentos é constituída pelos equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação.

Essa lei fixou como norma geral – assim recepcionada nos termos do art. 24 da Constituição Federal - que somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, que sejam assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal.

E admite o parcelamento em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações desde que sejam tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas ou em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção, restrição esta que se reproduz na legislação estadual. Logo, o Município deve atentar para esta regra, sendo que de acordo com a Lei Complementar municipal nº 27/96, elas compreendem as áreas do Setor Especial de Controle de Ocupação de Várzeas (SE7), nas quais devem ocorrer programas ou projetos governamentais, que por suas características, requeiram um regime de ocupação específico. Sem tais programas ou projetos por parte da municipalidade, não a ocupação não é permitida.

Em análise dessa lei federal, a mesma impõe como requisitos mínimos aos loteamentos:

- as áreas destinadas a sistemas de circulação, a implantação de equipamento urbano e comunitário, bem como a espaços livres de uso público, serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo plano diretor ou aprovada por lei municipal para a zona em que se situem.
- os lotes terão área mínima de 125 m² (cento e vinte e cinco metros quadrados) e frente mínima de 5 (cinco) metros, salvo quando a legislação estadual ou municipal determinar maiores exigências, ou quando o loteamento se destinar a urbanização específica ou edificação de conjuntos habitacionais de interesse social, previamente aprovados pelos órgãos públicos competentes;

- ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não-edificante de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica;
- as vias de loteamento deverão articular-se com as vias adjacentes oficiais, existentes ou projetadas, e harmonizar-se com a topografia local.

Com relação a ocupação ao longo das águas correntes destaca-se o conflito entre esta lei federal e o disposto no Código Florestal, conflito este abordado no Parecer nº 22 da Procuradoria Municipal de Joinville, de 28.01.2008, a ser tratado quando da análise da legislação municipal.

A lei federal permite que a legislação municipal defina, para cada zona em que se divida o território do Município, os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo, que incluirão, obrigatoriamente, as áreas mínimas e máximas de lotes e os coeficientes máximos de aproveitamento.

E também prevê que a reserva de faixa não-edificante vinculada a dutovias será exigida, Se necessária, no âmbito do respectivo licenciamento ambiental, observados critérios e parâmetros que garantam a segurança da população e a proteção do meio ambiente, conforme estabelecido nas normas técnicas pertinentes. Com isto o Poder Público competente poderá complementarmente exigir, em cada loteamento, a reserva de faixa não-edificante destinada a equipamentos urbanos, tais de abastecimento de água, serviços de esgotos, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado.

Nos termos do que estabelece a lei federal, antes da elaboração do projeto de loteamento, o processo administrativo se inicia com o pedido do interessado solicitando à Prefeitura Municipal que defina as diretrizes para o uso do solo, traçado dos lotes, do sistema viário, dos espaços livres e das áreas reservadas para equipamento urbano e comunitário, apresentando, para este fim, requerimento e planta do imóvel, valendo as diretrizes expedidas pelo prazo máximo de quatro anos.

O projeto de loteamento e desmembramento deverá ser aprovado pela Prefeitura Municipal, sendo que aos Estados caberá disciplinar a aprovação pelos Municípios de loteamentos e desmembramentos quando localizados em áreas de interesse especial, tais como as de proteção aos mananciais ou ao patrimônio cultural,

histórico, paisagístico e arqueológico, assim definidas por legislação estadual ou federal.

Nesses casos Os Estados definirão, por decreto, as áreas de proteção especial (art. 14), bem como as normas a que deverão submeter-se os projetos de loteamento e desmembramento aplicáveis, atendendo às exigências urbanísticas do planejamento municipal (art. 15 e seu § único).

Os espaços livres de uso comum, as vias e praças, as áreas destinadas a edifícios públicos e outros equipamentos urbanos, constantes do projeto e do memorial descritivo, não poderão ter sua destinação alterada pelo loteador, desde a aprovação do loteamento (art. 17). Desde a data de registro do loteamento, passam a integrar o domínio do Município as vias e praças, os espaços, livres e as áreas destinadas a edifícios públicos e outros equipamentos urbanos, constantes do projeto e do memorial descritivo (art.22).

A lei federal cria um permissivo legal para o Município, de modo a poder expropriar áreas urbanas ou de expansão urbana para re-loteamento, demolição, reconstrução e incorporação, ressalvada a preferência dos expropriados para a aquisição de novas unidades (art. 44). São considerados de interesse público os parcelamentos vinculados a planos ou programas habitacionais de iniciativa das Prefeituras Municipais ou entidades autorizadas por lei, em especial as regularizações de parcelamentos e de assentamentos (art. 53-A).

Lei nº 11.445/2007

Outra lei federal que merece destaque é a Lei nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Isto porque considera como drenagem e manejo das águas pluviais urbanas o conjunto de atividades, infraestruturas 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.

Tem como princípio fundamental disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado e a adoção de métodos,

técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas.

Admite a gestão associada, isto é, associação voluntária de entes federados, por convênio de cooperação ou consórcio público, conforme disposto no art. 241 da Constituição Federal.

Para efeitos desta lei, a ação de saneamento executada por meio de soluções individuais, desde que o usuário não dependa de terceiros para operar os serviços não é considerada como serviço público.

O plano de saneamento básico, que poderá ser específico para cada serviço, observará no mínimo:

- objetivos e metas de curto, médio e longos prazos para a universalização, admitidas soluções graduais e progressivas, observando a compatibilidade com os demais planos setoriais e programas, projetos;
- ações necessárias para atingir os objetivos e as metas, de modo compatível com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos, identificando possíveis fontes de financiamento;
- ações para emergências e contingências.

Os planos de saneamento básico deverão ser compatíveis com os planos das bacias hidrográficas em que estiverem inseridos e deverão ser revistos periodicamente, em prazo não superior a 4 (quatro) anos, anteriormente à elaboração do Plano Plurianual. Exceto quando regional, o plano de saneamento básico deverá englobar integralmente o território do ente da Federação que o elaborou.

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, admitindo-se a adoção de subsídios tarifários e não tarifários para os usuários e localidades que não tenham capacidade de pagamento ou escala econômica suficiente para cobrir o custo integral dos serviços.

A estrutura de remuneração e cobrança dos serviços públicos de saneamento básico poderá levar em consideração padrões de uso ou de qualidade requeridos ou

categorias de usuários, distribuídas por faixas ou quantidades crescentes de utilização ou de consumo.

Os subsídios necessários ao atendimento de usuários e localidades de baixa renda serão, dependendo das características dos beneficiários e da origem dos recursos:

- I - diretos, quando destinados a usuários determinados, ou indiretos, quando destinados ao prestador dos serviços;
- II - tarifários, quando integrarem a estrutura tarifária, ou fiscais, quando decorrerem da alocação de recursos orçamentários, inclusive por meio de subvenções;
- III - internos a cada titular ou entre localidades, nas hipóteses de gestão associada e de prestação regional.

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, bem como poderá considerar:

- I - o nível de renda da população da área atendida;
- II - as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas.

Via de regra, toda edificação permanente urbana será conectada às redes públicas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário disponíveis e sujeita ao pagamento das tarifas e de outros preços públicos decorrentes da conexão e do uso desses serviços. No caso de ausência dessas redes, serão admitidas soluções individuais de abastecimento de água e de afastamento e destinação final dos esgotos sanitários, observadas as normas editadas pela entidade reguladora e pelos órgãos responsáveis pelas políticas ambiental, sanitária e de recursos hídricos.

Mas esta lei apresenta uma restrição: instalação hidráulica predial ligada à rede pública de abastecimento de água não poderá ser também alimentada por outras fontes.

Lei nº 9.795/99

Em termos de educação ambiental a Lei nº 9.795/99, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, entende-a como os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades,

atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Seria um componente essencial em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal. Dessa forma, incumbiria ao Poder Público definir políticas públicas que incorporem a dimensão ambiental, promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente.

Os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - Sisnama promoveriam ações de educação ambiental integradas aos programas de conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente, havendo ainda a participação dos meios de comunicação, das organizações privadas e sociedade em geral, de modo a difundir-se, promover-se programas e a manutenção dos valores instituídos voltados a prevenção, a identificação e a solução de problemas ambientais.

As atividades vinculadas à Política Nacional de Educação Ambiental devem ser desenvolvidas na educação em geral e na educação escolar, por meio de linhas de atuação inter-relacionadas, tais como capacitação de recursos humanos e produção e divulgação de material educativo;

A capacitação de recursos humanos incluiria a preparação de profissionais orientados para as atividades de gestão ambiental e o atendimento da demanda dos diversos segmentos da sociedade no que diz respeito à problemática ambiental.

A educação ambiental formal será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino, mas não como disciplina específica.

Já por educação ambiental não formal entendem-se as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente.

Caberá ao Poder Público, em níveis federal, estadual e municipal, incentivar a difusão, por intermédio dos meios de comunicação de massa, em espaços nobres, de programas e campanhas educativas, e de informações acerca de temas relacionados ao meio ambiente, a ampla participação da escola, da universidade e de organizações não-governamentais na formulação e execução de programas e atividades vinculadas à educação ambiental não-formal, bem como a participação de empresas públicas e privadas no desenvolvimento de programas de educação

ambiental em parceria com a escola, a universidade e as organizações não-governamentais.

Para a execução de uma Política de Educação Ambiental, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, na esfera de sua competência e nas áreas de sua jurisdição, definirão diretrizes, normas e critérios para a educação ambiental, respeitados os princípios e objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental.

A eleição de planos e programas, para fins de alocação de recursos públicos vinculados à Política Nacional de Educação Ambiental, deve ser contemplado de forma equitativa, os havidos para as diferentes regiões do País, realizando-se de acordo com os seguintes critérios:

- I - conformidade com os princípios, objetivos e diretrizes da Política Nacional de Educação Ambiental;
- II - prioridade dos órgãos integrantes do Sisnama e do Sistema Nacional de Educação;
- III - economicidade, medida pela relação entre a magnitude dos recursos a alocar e o retorno social propiciado pelo plano ou programa proposto.

Os programas de assistência técnica e financeira relativos a meio ambiente e educação, em níveis federal, estadual e municipal, devem alocar recursos às ações de educação ambiental.

Lei nº 9.985/2000

De acordo com a Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, as unidades de conservação são divididas em dois grupos, com características específicas: as de Proteção Integral e as de Uso Sustentável.

Traz-se a baila esta lei federal a uma por fixar diretrizes de tratamento a unidades de conservação, a outra por fixar o conceito jurídico de parque, expressão esta tão difundida, com tantas concepções, mas que agora recebe definição em lei.

O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, salvo os casos excepcionais previstos em lei. E os Parques são uma das categorias que integram

este grupo, que poderão ser criados pelos Estados e pelos Municípios, além de pela própria União.

O Parque tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. Sua área é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites deverão ser desapropriadas.

Regra geral as unidades de conservação são criadas por ato do Poder Público, mas precedida de estudos técnicos e de consulta pública que permitam identificar a localização, a dimensão e os limites mais adequados para a unidade, sendo obrigatório o fornecimento de informações adequadas e inteligíveis à população local e a outras partes interessadas. No ato da criação poderão ser fixados os limites da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos, podendo ainda fixar normas específicas regulamentando a ocupação e o uso dos recursos dessas áreas.

A ampliação dos limites de uma unidade de conservação, sem modificação dos seus limites originais, exceto pelo acréscimo proposto, pode ser feita por instrumento normativo do mesmo nível hierárquico do que criou a unidade, desde que obedecidos os procedimentos de consulta pública estabelecidos. Já a desafetação ou redução dos limites de uma unidade de conservação só pode ser feita mediante lei específica.

Outro fato concernente às unidades de conservação, e neste caso aos Parques, é que devem possuir uma zona de amortecimento e, quando conveniente, corredores ecológicos, cabendo ao órgão responsável pela administração da unidade estabelecer normas específicas regulamentando a ocupação e o uso dos recursos da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos.

São proibidas quaisquer alterações, atividades ou modalidades de utilização em desacordo com os seus objetivos, o seu Plano de Manejo e seus regulamentos. A instalação de redes de abastecimento de água, esgoto, energia e infraestrutura urbana em geral, depende de prévia aprovação do órgão responsável por sua administração, sem prejuízo da necessidade de elaboração de estudos de impacto ambiental e outras exigências legais, regra esta aplicada também à zona de amortecimento das unidades do Grupo de Proteção Integral, bem como às áreas de propriedade privada inseridas nos limites dessas unidades e ainda não indenizadas.

A área de uma unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral é considerada zona rural, para os efeitos legais e a sua zona de amortecimento, uma vez definida formalmente, não pode ser transformada em zona urbana.

Lei nº 11.428/2006

Faz-se comentário à Lei nº 11.428/2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, uma vez que o Município de Joinville apresenta este ecossistema.

Mais uma vez sinaliza-se o disposto em lei federal, de modo a auxiliar a tomada de decisão por parte do Município, quando diante de situações que envolvam esta matéria.

É admitido o corte, a supressão e a exploração da vegetação do Bioma Mata Atlântica diferenciado, conforme se trate de vegetação primária ou secundária, nesta última levando-se em conta o estágio de regeneração.

Assim, a supressão de vegetação primária e secundária no estágio avançado de regeneração somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública, isto é, quando necessários à realização de obras, projetos ou atividades de utilidade pública, pesquisas científicas e práticas preservacionistas. A vegetação secundária em estágio médio de regeneração poderá ser suprimida nos mesmos casos de utilidade pública e nos de interesse social, e em área urbana dependerá de autorização do órgão ambiental municipal, mediante anuência prévia do órgão ambiental estadual competente.

Nos casos acima, a supressão ficará condicionada à compensação ambiental, na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica. Caso não seja possível a compensação ambiental, será feita a reposição florestal, com espécies nativas, em área equivalente à desmatada, também na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica.

Considera-se de utilidade pública as obras essenciais de infraestrutura de interesse nacional destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia, declaradas pelo poder público federal ou dos Estados.

Já o corte a supressão e a exploração da vegetação secundária em estágio inicial de regeneração do Bioma Mata Atlântica serão autorizados pelo órgão estadual competente, considerando que nos Estados em que a vegetação primária e secundária remanescente do Bioma Mata Atlântica for inferior a 5% (cinco por cento) da área original, submeter-se-ão ao regime jurídico aplicável à vegetação secundária em estágio médio de regeneração, ressalvadas as áreas urbanas e regiões metropolitanas.

Os novos empreendimentos que impliquem o corte ou a supressão de vegetação do Bioma Mata Atlântica deverão ser implantados preferencialmente em áreas já substancialmente alteradas ou degradadas. Nas regiões metropolitanas e áreas urbanas o parcelamento do solo para fins de loteamento ou qualquer edificação em área de vegetação secundária, em estágio médio de regeneração devem obedecer ao disposto no Plano Diretor do Município e demais normas aplicáveis, e dependerão de prévia autorização do órgão estadual competente.

Esta lei dispõe que a conservação, em imóvel rural ou urbano, da vegetação primária ou da vegetação secundária em qualquer estágio de regeneração do Bioma Mata Atlântica cumpre função social e é de interesse público.

Os recursos do Fundo de Restauração do Bioma Mata Atlântica poderão ser aplicados nos projetos que envolvam conservação de remanescentes de vegetação nativa, pesquisa científica ou áreas a serem restauradas, implementados em Municípios que possuam plano municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica, devidamente aprovado pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente. Terão prioridade de apoio os projetos destinados à conservação e recuperação das áreas de preservação permanente, reservas legais, reservas particulares do patrimônio natural e áreas do entorno de unidades de conservação, podendo-se beneficiar tanto áreas públicas como privadas.

Legislação Estadual

Lei nº 6.063/82

A Lei nº 6.063/82, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, disciplina esta matéria no Estado de Santa Catarina.

Assim, dispõe que o parcelamento do solo urbano no estado será feito mediante loteamento ou desmembramento (art. 1º), considerando:

I - loteamento - a subdivisão de gleba urbana em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros ou prolongamento, modificação ou ampliação de vias existentes;

II - desmembramento - a subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com aproveitamento do sistema viário existente, sem abertura de novas vias ou logradouros públicos, nem prolongamento, modificação ou ampliação dos já existentes.

Só é admissível o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas ou de expansão urbana, assim definidas na legislação municipal, sendo vedado:

- em terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
- em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento);
- em terrenos onde as condições geológicas e topográficas desaconselhem a edificação;
- em áreas de proteção especial, definidas na legislação, e naquelas onde o parcelamento do solo possa causar danos relevantes à flora e outros recursos naturais;
- em áreas onde as condições ambientais ultrapassem os limites máximos dos padrões de qualidade ambiental ou onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis.

Contudo, admite que os Municípios, em consideração às características locais, possam estabelecer, supletivamente, outras limitações desde que não conflitem com as disposições desta Lei.

Sobre o parcelamento do solo em terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações, relembra-se o disposto na Lei federal nº 6.766/79, que também disciplina da mesma forma, ou seja, só o admite quando tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas.

Contudo, nos termos da Lei Complementar municipal nº 27/96, o Município deve atentar para a regra segundo a qual para as áreas do Setor Especial de Controle de Ocupação de Várzeas (SE7) devem ocorrer programas ou projetos governamentais, que por suas características, requeiram um regime de ocupação específico. Sem tais programas ou projetos por parte da municipalidade, não a ocupação não é permitida.

Logo, cabe ao Município não só incorporar esta regra, que poderá se dar no processo administrativo de parcelamento do solo, com a solicitação de projeto de escoamento de águas devidamente aprovado pela autoridade competente, bem como estabelecer programas e projetos para tais áreas.

Compete ao Gabinete de Planejamento e Coordenação-Geral – GAPLAN - proceder ao exame e dar anuência prévia, para posterior aprovação do Município, em projetos de parcelamento, quando localizados em áreas de interesse especial, assim definidos pelo Estado ou pela União.

Consideram-se áreas de interesse especial:

- I - as necessárias à preservação do meio ambiente;
- II - as que dizem respeito à proteção aos mananciais ou ao patrimônio cultural, artístico, histórico, paisagístico e científico;
- III - as reservadas para fins de planejamento regional e urbano;
- IV - as destinadas à instalação de distritos e áreas industriais.

Na análise dos projetos de parcelamento localizados em áreas de que trata este artigo, o GAPLAN poderá ouvir outros órgãos ou entidades da Administração Pública Estadual, na conformidade de suas respectivas competências.

Os projetos de loteamento de que trata a presente Lei deverão atender aos seguintes requisitos:

- I - as áreas destinadas a sistema de circulação, à implantação de equipamento urbano e comunitário e espaços livres de uso público, não poderão ser inferiores a 35% (trinta e cinco por cento) da gleba, salvo nos casos de loteamentos destinados ao uso industrial cujos lotes forem maiores de 15.000 (quinze mil) metros quadrados;

II - os lotes terão área mínima de 360 (trezentos e sessenta) metros quadrados e frente mínima de 12 m (doze metros), salvo quando a legislação municipal determinar maiores exigências ou quando o loteamento se destinar à urbanização específica ou edificação de conjuntos habitacionais de interesse social previamente aprovados pelos órgãos públicos competentes;

III - ao longo das águas correntes e dormentes, e das faixas de domínio público das rodovias, ferrovias e dutos, é obrigatória a reserva de uma faixa “*non aedificandi*” de 15 m (quinze metros) de cada lado, salvo maiores exigências estabelecidas em lei federal ou municipal, devendo-se atentar ao que dispõe a Lei nº 4.771/65 (Código Florestal) quanto à margem dos rios.

São considerados comunitários os equipamentos de uso público de educação, saúde, cultura, esporte, lazer, treinamento profissional, associativismo e similares, quando pertencentes ao poder público (art. 8º, § 2º) e urbanos são os equipamentos públicos de abastecimento de água industrial e potável, serviços de esgoto, energia elétrica, coleta de águas pluviais, rede telefônica, coleta de lixo, gás canalizado, estações de abastecimento e de tratamento de efluentes domésticos e industriais.

Cabe ao município fixar os requisitos exigíveis para a aprovação de desmembramento de lotes decorrentes de loteamento cuja destinação de área pública tenha sido inferior à mínima exigida por esta Lei.

Os municípios não-localizados em áreas de interesse especial, aglomerados urbanos ou com projetos não-incluídos em qualquer outra situação prevista no artigo 5º desta Lei, poderão encaminhar projetos de loteamento ou desmembramento ao exame do GAPLAN, visando sua adequação às exigências da legislação federal e estadual pertinente.

Lei nº 11.076/99

A Lei nº 11.076/99 dispõe sobre a criação de zonas de perigo ambiental, assim consideradas os locais onde exista a possibilidade de ocorrência de acidentes que possam causar dano ambiental de tal magnitude que poderá comprometer uma população ou um ecossistema (art. 1º, § 1º).

De acordo com esta lei, as zonas de perigo ambiental são declaradas pelo Poder Executivo, no caso estadual, que poderá advir de sugestões das comunidades organizadas, das organizações não-governamentais - ONGs e da Defesa Civil. No ato deverá constar a delimitação da área, o grau de possibilidade do risco, os efeitos que este perigo possa causar, as condições de seu controle e os setores responsáveis pela prevenção e execução do plano de ação, quando da ocorrência do perigo (art. 2º e seu § único).

As Zonas de Perigo Ambiental deverão ter na área abrangida pelos quilômetros anterior e posterior ao local de perigo (art. 3º):

- a) a devida sinalização, planejada de forma que colabore para prevenir a possibilidade do perigo ambiental em potencial;
- b) as obras mínimas que colaborem para que os riscos de acidentes ambientais sejam minorados, tais como, amuradas de contenção, iluminação noturna, redutores de velocidade, sonorizadores, pintura de faixas no leito das estradas e rodovias;
- c) placas, no tamanho apropriado, identificando o local, o perigo ambiental em potencial e a orientação do procedimento para avisar as autoridades responsáveis pelo atendimento em caso de acidente;
- d) postos telefônicos, como equipamento mínimo que facilite o aviso das ocorrências;
- e) outros recursos necessários.

O Poder Executivo poderá firmar convênios com municípios para a execução desta Lei. Assim, abre-se espaço para o Município, através da Defesa Civil, sugerir as áreas sob sua jurisdição passíveis de se tornarem zonas de perigo ambiental.

Legislação Municipal

Lei Complementar nº 261/2008

A Lei Complementar nº 261/2008, que dispõe sobre as diretrizes estratégicas e institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município de Joinville.

Esta lei complementar dispõe sobre as diretrizes estratégicas e institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município de Joinville, 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, do Estatuto da Cidade (Lei federal nº 10.257/01), e no Planejamento Estratégico de Joinville (art.1º).

O Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município de Joinville, na condição de elemento básico do processo de implantação da política urbana e rural, prevê diretrizes e orientações para a reformulação das leis urbanísticas em vigor.

A função social da propriedade é cumprida quando a propriedade atende às exigências fundamentais de ordenação do Município.

As diretrizes estratégicas que norteiam o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Joinville estão segmentadas na (art. 3º):

I - Promoção Econômica;

II - Promoção Social: (habitação, educação e inovação, saúde, assistência social, lazer, esporte e cultura e segurança);

III - Qualificação do Ambiente Natural;

IV - Qualificação do Ambiente Construído;

V - Integração Regional;

VI - Estruturação e Ordenamento Territorial;

VII - Mobilidade e Acessibilidade; e

VIII - Gestão do Planejamento Participativo.

No que tange a abrangência do Plano Diretor para o desenvolvimento físico-territorial, buscar-se-á consolidar a Promoção Econômica no Setor Primário, Secundário e Terciário através da reformulação da Lei Complementar de Uso e Ocupação do Solo, bem como regulamentar o Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança, e na instituição dos Instrumentos de Indução do Desenvolvimento

Sustentável, objetivando a utilização dos imóveis não edificados ou subutilizados presentes em vetores industriais infraestruturados ou comerciais ou de prestação de serviços,

Já as diretrizes estratégicas relativas à promoção social visarão a reformulação da Lei Complementar de Uso e Ocupação do Solo promovendo um parcelamento do solo que evite áreas com pouca vitalidade urbana. Para a habitação, tem-se como diretriz coibir as ocupações em áreas de risco e não edificáveis.

Para a qualificação do ambiente natural é previsto ações, planos e programas que contemplem pesquisas sobre a viabilidade técnica e econômica da captação e o aproveitamento de água da chuva no ambiente construído urbano e rural, para fins não potáveis.

Sobre a qualificação do ambiente construído, as diretrizes estratégicas serão efetivadas através de ações que visem também a reformulação da Lei Complementar de Uso e Ocupação do Solo promovendo o adequado ordenamento territorial e a elaboração de planos setoriais de qualificação dos espaços urbanos e rurais de drenagem.

Das diretrizes estratégicas relativas à estruturação e ordenamento territorial têm por objetivo promover o equilíbrio entre as áreas urbanizadas, passíveis de urbanização, destinadas à produção primária e as de preservação e conservação.

As diretrizes estratégicas relativas à Gestão do Planejamento Participativo têm por objetivo aplicar os diversos instrumentos de gestão do planejamento preconizados no Estatuto da Cidade, de modo a instituir os principais instrumentos de indução e promoção do desenvolvimento sustentável, através de lei específica.

Como instrumentos de controle urbanístico, instituídos no Plano Diretor, tem-se as leis complementares: de Estruturação Territorial (Lei do Perímetro Urbano); de Ordenamento Territorial (Lei do Parcelamento, Sistema Viário, Uso e Ocupação do Solo); da Qualificação do Ambiente Construído (Código de Posturas, Usos Especiais, Mensagens Visuais e Patrimônio Histórico e Cultural) e de Qualificação do Ambiente Natural (Código do Meio Ambiente). Nesta relação inclui-se o Código Orientativo de Obras, que apresenta indicações das técnicas edilícias, atuando apenas como agente dos costumes construtivos por tratar das questões relativas à estrutura, função, forma, segurança e salubridade das construções.

A Lei Complementar de Estruturação Territorial instituirá o macrozoneamento municipal que estabelece o referencial ao zoneamento urbano e rural. Definirá as

suas características e indicará as suas vocações, em concordância com as diretrizes estratégicas que norteiam o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Joinville. O Plano Diretor já divide o território do Município de Joinville em Macrozona Rural e Macrozona Urbana, sendo a última caracterizada pela predominância dos conjuntos edificados.

O Plano Diretor também já estabelece que a Área Urbana fica subdividida em (art. 64):

I - Área Urbana de Adensamento Prioritário (AUAP) - são as regiões que não apresentam fragilidade ambiental, possuem boas condições de infraestrutura, sistema viário estruturado, transporte coletivo, equipamentos públicos comprovadamente capazes de absorver a quantidade de moradores desejada, maior volume de atividades voltadas ao setor terciário de baixo impacto e grande número de vazios urbanos;

II - Área Urbana de Adensamento Secundário (AUAS) - são as regiões que não apresentam fragilidade ambiental, possuem boas condições de infraestrutura, sistema viário estruturado, transporte coletivo, equipamentos públicos comprovadamente capazes de absorver a quantidade de moradores desejada, maior volume de atividades voltadas ao setor terciário com possibilidade de absorver atividades ligadas ao setor secundário de baixo impacto e vazios urbanos;

III - Área Urbana de Adensamento Especial (AUAE) – são as regiões que não apresentam fragilidade ambiental, possuem boas condições de infraestrutura, sistema viário estruturado, transporte coletivo, equipamentos públicos comprovadamente capazes de absorver a quantidade de moradores desejada porém apresentam características paisagísticas e históricas e/ou predominância de residências unifamiliares não sendo recomendáveis para o adensamento populacional pleno;

IV - Área Urbana de Adensamento Controlado (AUAC) - são as regiões que apresentam eventuais fragilidades ambientais, possuam mínimas condições de infraestrutura, impossibilidades para a melhoria do sistema viário, deficiência de acesso ao transporte coletivo, aos equipamentos públicos e serviços essenciais e que não reúnam condições de absorver uma quantidade maior de moradores ou de atividades econômicas;

V - Área Urbana de Proteção Ambiental (AUPA) - são as regiões que apresentam grandes fragilidades ambientais, caracterizando-se por áreas acima da cota 40,

áreas de mananciais de água, margens de rios e manguezais e áreas verdes consideradas reservas paisagísticas, que necessitam de grandes restrições de ocupação para efetiva proteção, recuperação e manutenção.

Nesta lei define-se o prazo máximo de seis (6) meses após a publicação desta lei complementar para o encaminhamento ao legislativo do Projeto de Lei Complementar de Estruturação Territorial (art. 68), destacando-se que referido projeto de lei já se encontra em trâmite.

Interessante notar que o Plano Diretor ao delegar à Lei Complementar do Ordenamento Territorial a subdivisão das Macrozonas Urbanas em setores de uso e ocupação, de acordo com suas características e destinação, o fez estabelecendo alguns parâmetros. Esses parâmetros deverão constar na Lei Complementar do Ordenamento Territorial, e são os seguintes, sendo que nada impede que a própria Lei Complementar do Ordenamento Territorial os especifique melhor:

I - Setor Especial de Interesse do Patrimônio Cultural (SEIPAC) - são as áreas contidas dentro das Macrozonas Urbanas que concentrem áreas ou imóveis de interesse do patrimônio cultural da cidade, inclusive as áreas do seu entorno paisagístico e que necessitam de políticas específicas para efetiva proteção, recuperação e manutenção;

II - Setor Especial de Interesse Social (SEIS) – são as áreas contidas dentro das Macrozonas Urbanas constituídas por porções do território destinadas prioritariamente à regularização fundiária, urbanização e à produção e manutenção de Habitação de Interesse Social - HIS, bem como à produção de loteamentos de interesse social;

III - Setor Especial de Empreendedorismo e Geração de Emprego (SEEGE) - são as áreas contidas dentro das Macrozonas Urbanas constituídas por porções do território destinadas prioritariamente à implantação de micro, pequenos e médios empreendimentos do setor terciário, secundário e primário complementar, localizados nas áreas urbanizadas, próxima aos acessos do município com cinturão verde de proteção e com baixo impacto ambiental;

IV - Setor Especial de Interesse Público (SEIP) - são as áreas contidas dentro das Macrozonas Urbanas constituída por áreas destinadas aos equipamentos comunitários de educação, desenvolvimento tecnológico e inovador, lazer, cultura, saúde, terminais de transporte coletivo, assistência social, administração e serviço público;

V - Setor Especial de Áreas Verdes (SEAV) – são as áreas que, pela sua situação e atributos naturais, devam ser protegidos e/ou requeiram um regime de ocupação especialmente adaptado a cada caso, podendo constituir Unidades de Conservação, áreas de lazer, complexos turísticos e de recreação, e as acima da cota 40, regulamentadas pela Lei Complementar nº 50/97;

VI - Setor Especial de Predominância Industrial (SEPI) - são as áreas contidas dentro da Macrozona Urbana constituídas por áreas destinadas à instalação de atividades ligadas o setor terciário e secundário complementar, incompatíveis com o uso residencial;

VII - Faixas Viárias (FV) - são áreas caracterizadas como eixos comerciais ao longo das principais vias públicas;

VIII - Faixas Rodoviárias (FR) - são áreas destinadas à proteção da paisagem, contenção da intensiva ocupação de caráter residencial e à localização preferencial de usos compatíveis com as atividades rodoviárias, de forma a atenuar seu impacto sobre a malha urbana.

A Lei Complementar de Ordenamento Territorial regulamentará o parcelamento, o sistema viário e o uso e a ocupação do solo em todo o Município, observando as diretrizes estratégicas que norteiam o Plano Diretor de Joinville. De qualquer forma, o Plano Diretor já trouxe algumas definições:

- parcelamento do solo é a subdivisão da terra, em unidades juridicamente independentes, dotadas de individualidade própria e destinadas à ocupação por funções urbanas ou rurais.
- uso do solo é a identificação que as edificações assumem em atendimento às funções básicas urbanas e rurais que são: morar, trabalhar, recrear e circular, estando aqui denominados e divididos em: residencial, comercial, industrial, institucional, primárias e especiais, podendo ainda estar subdivididos quanto as suas características peculiares: uni ou multifamiliares, atacadistas ou varejistas, privativo ou conjunto.
- ocupação do solo diz respeito à relação entre a área do lote e a quantidade de edificação que pode comportar, quer isolada ou agrupada, visando favorecer a estética urbana e assegurar a insolação, a iluminação e a ventilação da cidade e realizar o equilíbrio da densidade urbana.

No que se refere ao parcelamento do solo, à Lei de Ordenamento Territorial caberá estabelecer normas complementares à Lei Federal 6.766/79 alterada pela Lei

9.785/99, relativas aos fracionamentos e loteamentos. Para a ocupação do solo deverão ser utilizados os seguintes parâmetros limitadores da ocupação de um lote aqui denominados índices urbanísticos:

- coeficiente de Aproveitamento do Lote (CAL): corresponde a um número, pré-definido, que indica quantas vezes a área total do terreno pode ser edificada;
- Área Total Edificável (ATE): determina a área máxima de construção das edificações; é o resultado da multiplicação do Coeficiente de Aproveitamento do Lote (CAL) pela área total do lote;
- Taxa de Ocupação (TO): é a relação entre a projeção horizontal máxima da edificação e a área total do lote, expressa em percentual;
- Taxa de Permeabilidade (TP): corresponde ao percentual da área do lote a ser deixado livre de pavimentação ou construção em qualquer nível, para garantia de permeabilidade do solo.

Em razão do conteúdo da Lei de Estruturação Territorial e na Lei de Ordenamento Territorial nota-se a necessidade de se levar em conta as conclusões obtidas a partir do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Joinville, destacando que o projeto de lei da primeira já se encontra em trâmite na Câmara dos Vereadores.

O Plano Diretor estabeleceu o prazo de um (1) ano após a publicação da Lei Complementar de Estruturação Territorial para o encaminhamento ao legislativo do Projeto de Lei Complementar de Ordenamento Territorial.

A Lei Complementar da Qualificação do Ambiente Construído instituirá a reformulação da Lei Complementar nº 84/2000 (Código de Posturas Municipal), que estabelece regras urbanísticas e edilícias para a implantação de usos de infraestrutura urbana e especiais e a regulamentação para os formadores da Paisagem Urbana a saber: Paisagens Notáveis, Patrimônio Cultural, Arborização Pública e Mensagens Visuais.

E o Plano Diretor estabelece o prazo de seis (6) meses após a publicação da Lei Complementar de Ordenamento Territorial para o encaminhamento ao legislativo do Projeto de Lei Complementar de Qualificação do Ambiente Construído.

Entre os instrumentos de Gestão do Planejamento estabelecidos pelo Plano Diretor tem-se as leis complementares de Democratização da Gestão do Planejamento, de Indução do Desenvolvimento Sustentável e de Promoção do Desenvolvimento Sustentável e de Regularização Fundiária.

Assim, a Lei Complementar de Democratização da Gestão Urbana estabelece como instrumentos que garantir a participação popular na gestão das políticas públicas e na tomada de decisões sobre os grandes empreendimentos a serem realizados na cidade a Conferência Municipal das Cidades, o Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável – Conselho da Cidade e o Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança.

As Conferências Municipais da Cidade ocorrerão ordinariamente a cada dois (2) anos, cabendo-lhes, dentre outras atribuições sugerir propostas de alteração da Lei do Plano Diretor, a serem consideradas no momento de sua modificação ou revisão. Já o Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável – “Conselho da Cidade” – vinculado à Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville – IPPUJ, tem por competências:

- acompanhar e avaliar a implementação do Plano Diretor e de suas leis complementares, analisando e aconselhando sobre questões relativas à sua aplicação;
- propor a edição de normas municipais de direito urbanístico e manifestar-se sobre propostas de criação e de alteração da legislação pertinente ao desenvolvimento urbano;
- emitir parecer sobre proposta de alteração das leis que constituem o Plano Diretor;
- avaliar sobre as omissões e contradições da legislação urbanística municipal.

O Conselho é composto por Câmaras Comunitárias Setoriais, que tem como objetivo precípuo elaborar as minutas de regulamentos, planos e leis complementares e assessorar o Conselho Consultivo e Deliberativo nas suas decisões.

E o Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança avaliará os efeitos de empreendimentos ou atividades, privados ou públicos, sobre o meio urbano ou rural na área de influência do projeto, com base na alteração que exceda os justos limites da capacidade de atendimento da infraestrutura, equipamentos e serviços públicos existentes e no elevado índice de impermeabilização do solo. Salienta-se que ele não substitui a elaboração e a aprovação da Avaliação de Impacto Ambiental.

E tem-se que o Plano Diretor disciplinou que o projeto de Lei Complementar de Democratização da Gestão Urbana deverá ser encaminhado ao legislativo no prazo de seis (6) meses após a sua publicação.

Outro instrumento de Gestão do Planejamento é a Lei Complementar de Promoção do Desenvolvimento Sustentável, que permitirá uma flexibilidade no controle do uso e ocupação do solo, gerando, assim, recursos para investimentos municipais. Contudo, ficou definido o prazo de 180 (cento e oitenta) dias após a publicação da lei complementar de Ordenamento Territorial para o encaminhamento ao legislativo do seu projeto de lei complementar.

Será nessa lei que serão disciplinados os seguintes instrumentos, previstos no Plano Diretor:

- I - Consórcio Imobiliário;
- II - Direito de Superfície;
- III - Transferência do Direito de Construir;
- IV - Outorga Onerosa do Direito de Construir;
- V - Operações Urbanas Consorciadas;
- VI - Direito de Preempção;
- VII - Fundo Municipal de Promoção do Desenvolvimento.

Estes institutos jurídicos são de grande valia, já previstos na em lei federal (Estatuto das Cidades). E tal qual como definidos na lei federal, o Plano Diretor assim os definiu:

- a) Consórcio Imobiliário é um instrumento de cooperação entre o Poder Público e a iniciativa privada para fins de realizar urbanização em áreas que tenham carência de infraestrutura e serviços urbanos e contenham imóveis urbanos subutilizados ou não utilizados, facultando-se ao proprietário do imóvel atingido pela obrigatoriedade de utilização o estabelecimento de consórcio imobiliário como forma de viabilização financeira do seu aproveitamento.
- b) Direito de Superfície é o direito de propriedade incidente sobre o solo, subsolo e espaço aéreo, de modo que o proprietário de imóvel poderá conceder a terceiros o direito de superfície do seu terreno, por tempo determinado ou indeterminado, mediante escritura pública registrada no cartório de registro de imóveis.
- c) Transferência do Direito de Construir é o instrumento que concede ao proprietário de imóvel exercer em outro local, ou alienar, o seu direito de superfície, quando o seu imóvel for considerado necessário para fins de promoção, proteção e preservação, Istoé, quando um proprietário for impedido de utilizar plenamente o potencial construtivo de seu imóvel, definido na Lei de Ordenamento Territorial, por limitações relativas à preservação do patrimônio

ambiental, histórico ou cultural, caso em que poderá transferir parcial ou totalmente o potencial construtivo deste imóvel. As solicitações de transferência do direito de construir deverão ser avaliadas pelo Conselho da Cidade, e só são autorizadas nas macrozonas urbanas de Adensamento Prioritário e Secundário.

- d) Instrumento Outorga Onerosa do Direito de Construir concede alterações nos índices urbanísticos de ocupação do solo, mediante contrapartida a ser prestada pelo beneficiário, ou seja, permite-se o aumento do potencial construtivo através de utilização de valores diferenciados de taxas de ocupação e coeficiente de aproveitamento de lote/gabaritos, cujas contrapartidas poderão se dar em forma de obras, terrenos ou recursos monetários. E também serão avaliadas pelo Conselho da Cidade, sendo admitidas nas Macrozonas Urbanas de Adensamento Prioritário e Secundário.
- e) Operação Urbana Consorciada é o instrumento que autoriza o Poder Público Municipal a praticar alterações nos índices urbanísticos de parcelamento, uso e ocupação do solo e nas normas edilícias tendo como objetivo a transformação urbanística, melhorias sociais e a valorização ambiental de uma determinada região do município, que será criada por lei específica. Será avaliada pelo Conselho da Cidade mediante a apresentação pelo Poder Público do Plano de Operação, no qual constará a finalidade da operação e a contrapartida a ser exigida dos proprietários, usuários permanentes e investidores privados em função da utilização dos benefícios.
- f) Direito de Preempção confere ao Poder Público Municipal o direito de exercer a preferência para a aquisição de imóveis pré-identificados através de lei específica sempre que necessitar de áreas para a implantação de espaços públicos de lazer.
- g) Fundo Municipal de Promoção do Desenvolvimento objetiva a promoção do desenvolvimento urbano e rural, cujos recursos serão destinados à implementação de Programas de Revitalização dos Espaços Urbanos e Programas de Constituição de Espaços de Lazer, tendo por receitas os oriundos dos instrumentos de indução e promoção do desenvolvimento sustentável, os termos de ajustamento de conduta e os estudos prévios de impacto de vizinhança.

Salienta-se que o Município poderá, sendo de interesse público, através de legislação específica e com o aval do Conselho da Cidade, instituir os demais

instrumentos urbanísticos preconizados pela Lei nº 10.257/2001 - Estatuto da Cidade (art. 122).

Cumprê lembrar a existência de Instrumentos Complementares previstos no Plano Diretor. Eles visam promover o desenvolvimento sustentável através de planos e programas, elaborados e implementados de forma sistemática e contínua, capazes de orientar os sucessivos governos municipais na gestão do planejamento, sendo os Planos de Integração Regional, os Planos Diretores de Especificidades e os Planos Setoriais. Deles, entre os Planos Setoriais, destaca-se o Plano de Saneamento Ambiental, que tem por componente essencial e imprescindível o programa integrado de drenagem urbana e rural.

Lei Complementar nº 299/2009

A Lei Complementar nº 299/2009, que dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável – “Conselho da Cidade” e regulamenta a Conferência Municipal da Cidade, conforme determinam os incisos I e II do art. 82 da Lei Complementar nº 261/2008, que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município de Joinville.

Disciplina que a Conferência Municipal da Cidade é a instância que privilegia a construção e a implementação das políticas públicas no âmbito municipal, de acordo com as especificidades de cada gestão e, de acordo com a Lei Complementar nº 261/2008, cabendo ao Poder Executivo a convocação, organização e coordenação das Conferências Municipais da Cidade, abertas à participação de todos os cidadãos (art. 1º e 2º) e ocorrerá a cada 2 anos.

São suas atribuições (art. 4º):

- apreciar e recomendar as diretrizes da política urbana do Município;
- sugerir ao Poder Executivo, adequações nas ações estratégicas, destinadas à implementação dos objetivos, diretrizes, planos, projetos e programas;
- sugerir propostas de alteração da Lei Complementar que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Joinville, a serem consideradas no momento de sua modificação ou revisão;

- eleger os representantes da sociedade civil para as Câmaras Comunitárias Setoriais do Conselho da Cidade.

Sobre o Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável – “Conselho da Cidade”, dispõe que é órgão propositivo, consultivo e deliberativo em matéria de política urbana relativa ao planejamento municipal, vinculado à Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville – IPPUJ e regulamentado conforme determinações desta lei complementar, com as seguintes competências:

- acompanhar e avaliar a implementação do Plano Diretor e de suas leis complementares, analisando e aconselhando sobre questões relativas à sua aplicação;
- propor a edição de normas municipais de direito urbanístico e manifestar-se sobre propostas de criação e de alteração da legislação pertinente ao desenvolvimento urbano;
- emitir parecer sobre proposta de alteração das leis que constituem o Plano Diretor;
- acompanhar a implementação dos instrumentos urbanísticos previstos no Plano Diretor;
- zelar pela integração das políticas setoriais em consonância com as diretrizes do Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Joinville;
- avaliar sobre as omissões e contradições da legislação urbanística municipal, propondo alterações e/ou inserções;
- acompanhar, avaliar e sugerir políticas e propostas elaboradas pelas Câmaras Comunitárias Setoriais;
- acompanhar e avaliar as políticas urbanas, nacional e estadual, e sua interferência com o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Joinville.

O Conselho da Cidade será presidido pelo Diretor Presidente da Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville – IPPUJ, a quem caberá o voto de desempate e o poder de polícia nas reuniões do Conselho Consultivo e Deliberativo.

As Câmaras Comunitárias Setoriais têm como objetivo precípua assessorar o Conselho da Cidade nas suas decisões, bem como propor estratégias de indução

aos investidores no espaço urbano de forma a viabilizar propostas não implementadas por motivos diversos de sua adequabilidade ao modelo de desenvolvimento proposto e propor minutas de regulamentos, planos e leis complementares.

De acordo com a Lei Complementar nº 261/08, as Câmaras Comunitárias Setoriais estão assim denominadas (art. 14):

- I – Câmara Comunitária de Promoção Econômica;
- II – Câmara Comunitária de Promoção Social;
- III – Câmara Comunitária de Qualificação do Ambiente Natural;
- IV – Câmara Comunitária de Qualificação do Ambiente Construído;
- V – Câmara Comunitária de Integração Regional;
- VI – Câmara Comunitária de Estruturação e Ordenamento Territorial;
- VII – Câmara Comunitária de Mobilidade e Acessibilidade.

Cada Câmara será constituída por 5 (cinco) membros titulares, representantes do Poder Público e 5 (cinco) membros titulares, representantes dos seguintes segmentos sociais: entidades empresariais, de trabalhadores, e profissionais, acadêmicas e de pesquisa, organizações não Governamentais e movimentos sociais.

Lei Complementar nº 27/96

A Lei Complementar nº 27/96, trata do Uso e Ocupação do Solo atualiza as normas de uso e ocupação. Ela redefine o perímetro urbano e institui o parcelamento do solo e a ocupação na forma de condomínios residenciais no Município de Joinville.

Estabelece que o uso e a ocupação do solo urbano far-se-ão com base no zoneamento territorial, estabelecido segundo os usos predominantes a que se destinam e considerando a capacidade de infraestrutura instalada e os condicionantes ambientais e urbanísticos existentes.

Divide o Município em áreas, entre as quais:

- a) Área Urbana de Ocupação Não Prioritária (AUNP), caracterizada pela limitação na oferta de infraestrutura básica, pela baixa densidade de ocupação e pela existência de condições físico-naturais que restringem a urbanização, e tem com

objetivo conter a expansão da malha urbana, ficando a Prefeitura desobrigada de investimentos na região.

- b) Área Urbana de Ocupação Prioritária (AUP), caracteriza-se pela oferta de infraestrutura básica, maior densidade de ocupação e existência de condições físico-naturais que favoreçam a urbanização, tendo como objetivo o desenvolvimento da malha urbana.

Por sua vez a AUP apresenta uma subdivisão, na qual tem-se a categoria dos Setores Especiais (SE), que possuem características ambientais ou que por sua posição na estrutura urbana, requerem um tratamento de uso e ocupação específico, caso a caso, de maneira diferenciada das demais zonas de uso e ocupação específico.

Os Setores Especiais são subdivididos em:

- Setor Especial de Áreas Verdes (SE5), são áreas que, pela sua situação e atributos naturais, devem ser preservadas e/ou requerem um regime de ocupação especialmente adaptado, podendo constituir áreas residenciais de ocupação restrita, áreas de lazer, complexos turísticos, recreação e turismo
- Setor Especial de Controle de Ocupação de Várzeas (SE7), são áreas sujeitas a inundações, nas quais devem ocorrer programas ou projetos governamentais, que por suas características, requeiram um regime de ocupação específico.

Contudo, em virtude do Plano Diretor, esta lei apesar de continuar válida, por não ter sido revogada expressamente, se mostra desatualizada ante a sinalização feita na própria Lei Complementar nº 261/2008, que dispõe sobre sua reformulação. O objetivo é reformular suas diretrizes e seus parâmetros, inclusive sobre a impermeabilização do solo, de modo a utilizar como parâmetro limitador da ocupação de um lote, dentre outros, a Taxa de Permeabilidade (TP), corresponde ao percentual da área do lote a ser deixado livre de pavimentação ou construção em qualquer nível, para garantir a permeabilidade do solo.

Lei Complementar nº 29/96

A Lei Complementar nº 29/96, institui o Código Municipal do Meio Ambiente.

O Município de Joinville poderá mobilizar e coordenar suas ações e recursos humanos, financeiros, materiais, técnicos e científicos, bem como a participação da população, na consecução dos objetivos e interesses estabelecidos nesta Lei Complementar. Entre os objetivos apontados nesta lei tem-se a definição e o controle da ocupação e uso dos espaços territoriais, de acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano do Município e o estabelecimento de diretrizes específicas para a proteção de mananciais hídricos, através de planos de uso e ocupação de áreas de drenagem de bacias e sub-bacias hidrográficas (art. 5º).

Como instrumentos da política do meio ambiente de Joinville apresenta-se o estabelecimento de incentivos fiscais com vistas à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental e a educação ambiental.

Compete à Fundação Municipal do Meio Ambiente - FUNDEMA, ouvido o Conselho Municipal do Meio Ambiente – COMDEMA:

- estabelecer diretrizes específicas para a proteção dos mananciais e participará de elaboração de planos de ocupação de áreas de drenagem de bacias ou de sub-bacias hidrográficas;
- assessorar a administração, na elaboração e revisão do planejamento local, quanto aos aspectos ambientais, expansão urbana e proposta para a criação de novas unidades de conservação ambiental e de outras áreas protegidas;
- participar do zoneamento e de outras atividades de uso e ocupação do solo;
- autorizar, de acordo com a legislação vigente, o corte e a exploração racional ou qualquer outra alteração de cobertura vegetal nativa, primitiva ou regenerada.

Na análise de projetos de uso, ocupação e parcelamento do solo, a FUNDEMA, no âmbito de sua competência, deverá manifestar-se, dentre outros, necessariamente nos seguintes aspectos:

- reserva de áreas verdes e proteção de interesses arquitetônicos, urbanísticos, paisagísticos, históricos, arqueológicos, culturais, espeleológicos e ecológicos;
- utilização de áreas com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), bem como de terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações;
- saneamento de áreas já aterradas, com material nocivo à saúde;
- ocupação de áreas onde o nível de poluição local impeça condições sanitárias mínimas;
- proteção do solo, da fauna, de cobertura vegetal e das águas superficiais, subterrâneas, fluentes, emergentes e reservadas;
- sistema de abastecimento de água;
- viabilidade geotécnica, quando o projeto atingir áreas de risco geológico, assim definidas pelo órgão competente.

Esta lei adota a classificação das águas interiores estabelecida pelo CONAMA, bem como para os padrões de qualidade das águas, sendo que neste caso também seguirá o disposto na legislação estadual, até que haja regulamentação municipal.

Sobre o saneamento básico estabelece que os serviços correlatos como abastecimento de água e coleta estão sujeitos ao controle da Fundação Municipal do Meio Ambiente - FUNDEMA, sem prejuízo daquele exercido por outros órgãos competentes, cabendo-lhe aprovar projetos que envolvam a construção, reconstrução, reforma, ampliação e operação de sistemas de saneamento básico, bem como a perfuração e a operação de poços tubulares profundos e/ou artesianos. O proprietário ou usuário do imóvel é obrigado a executar adequadas instalações domiciliares de abastecimento, armazenamento, distribuição e esgotamento de água. Quando não existir rede coletora de esgoto, as medidas adequadas ficam sujeitas à aprovação da FUNDEMA, sem prejuízo das competências de outros órgãos, que fiscalizará a sua execução e manutenção, sendo vedado o lançamento de esgotos “*in natura*” a céu aberto ou na rede de águas pluviais.

Esta lei estabelece como vegetação de preservação permanente as situadas:

- ao longo dos rios ou de qualquer curso de água, em faixas marginais, cuja largura mínima será de:

30m (trinta metros) para os cursos d'água de menos de 10m (dez metros) de largura;

50m (cinquenta metros) para os cursos d'água que tenham mais de 10m (dez) a 50m (cinquenta metros) de largura;

100m (cem metros) para cursos d'água que tenham mais de 50m (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

- ao redor das nascentes e olhos d'água é vedado o desmatamento num raio de 50m (cinquenta metros).

Sobre este ponto a Lei federal nº 6.766/79, que disciplina o Parcelamento do Solo Urbano, como já exposto anteriormente, admite que os Municípios possam estabelecer normas complementares relativas ao parcelamento do solo municipal para adequar o previsto nesta Lei às peculiaridades locais. Estabelece que para as áreas ao longo das águas correntes e dormentes será obrigatória a reserva de uma faixa não-edificante de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica como requisitos mínimos aos loteamentos:

A Lei estadual nº 6.063/82, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, também já citada anteriormente, disciplina que ao longo das águas correntes e dormentes é obrigatória a reserva de uma faixa “*non aedificandi*” de 15 m (quinze metros) de cada lado, sendo que ao final admite maiores exigências, quer estabelecidas em lei federal, quer municipal, devendo-se atentar ao que dispõe a Lei nº 4.771/65 (Código Florestal) quanto à margem dos rios.

Mas como visto, tanto nos termos do Código Florestal – Lei 4.771/67, como nesta Lei Complementar nº 29/96, que institui o Código Municipal do Meio Ambiente – cujo teor repete o disposto naquela lei - considera como área de vegetação de preservação permanente áreas mais largas.

Como assinalado no Parecer nº 22, de 28.01.2008, da Procuradoria do Município de Joinville, surge aqui um conflito de normas, que, ao final, entende pela aplicação dos parâmetros adotados no Código Municipal do Meio Ambiente.

Deve-se destacar que, a despeito das razões técnicas que as justifiquem, as medidas das áreas de vegetação permanente ao longo dos rios ou de qualquer curso de água estabelecidas pelas normas ambientais são de difícil aplicabilidade em perímetro urbano, pois os meios de reverter o quadro atual de ocupação existente nessas áreas são inviáveis.

Deste modo, o mais factível é valer-se de um Termo de Ajuste de Conduta, tal qual previsto na Lei Complementar 276/2008, que será abordado, tendo como marco temporal o Parecer 22 da PMJ.

As áreas nativas de valor histórico, arqueológico e paisagístico, assim caracterizadas pela Lei Orgânica do Município são considerados de proteção prioritária, e seu corte será autorizado pela FUNDEMA. O Poder Público promoverá direta ou indiretamente reflorestamentos, incentivando tecnicamente o plantio de espécies nativas nas suas propriedades, podendo manter para tal objetivo viveiros de mudas, que suprirão também as demandas dos interessados.

Os projetos urbanísticos, que envolvam áreas maiores que 25 (vinte e cinco) hectares, ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental, a critério dos órgãos competentes dependerão da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), a serem aprovados pela FUNDEMA, sem prejuízo do atendimento, em caráter supletivo, das demais obrigações perante os órgãos estaduais e federais do SISNAMA.

As áreas ainda não urbanizadas e adjacentes aos cursos d'água, bem como nos fundos de vale deverão ser transformadas, na medida do possível, em extensas áreas verdes, de modo a se tornarem capazes de recuperar, gradativamente, os recursos hídricos existentes na área do Município e restaurar a flora:

Segundo as definições estabelecidas nesta lei, tem-se:

- faixas de drenagem – são as extensões de terrenos situados ao longo das águas correntes e fundos de vale, dimensionados para garantir o perfeito escoamento das águas pluviais das bacias hidrográficas.
- fundos de vale – são as depressões alongadas entre montes ou qualquer outras superfícies e que servem de escoamento natural às águas pluviais.
- áreas não edificáveis – são as áreas comprometidas e atingidas pelas faixas de drenagem, situadas nas áreas urbanas do Município, em cada uma das margens dos rios, córregos, arroios e riachos que compreendem as águas correntes, estipuladas pela Tabela 28, desde que a legislação federal ou estadual não façam maiores exigências.

Tabela 28 – Faixa Não Edificante

ÁREA CONTRIBUINTE HECTARES	FAIXA NÃO EDIFICANTE (de cada lado da margem) METROS
0 a 25	04
25 a 50	06
51 a 75	10
76 a 100	16
101 a 200	20
201 a 350	28
351 a 1000	32
1001 a 1300	36

Para as áreas compreendidas acima de 1.300 (um mil e trezentos) hectares, a faixa não edificante será dimensionada, em cada caso específico, pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Joinville - IPPUJ, ouvida a FUNDEMA.

São requisitos essenciais das faixas de drenagem:

- apresentar largura mínima capaz de acomodar satisfatoriamente um canal aberto (valeta) cuja seção transversal viabilize o escoamento das águas pluviais da bacia hidrográfica à montante do ponto considerado.
- para a determinação da seção de vazão, deverá a bacia hidrográfica ser interpretada como totalmente urbanizada e ocupada.
- os elementos necessários aos cálculos de dimensionamento hidráulico, tais como das chuvas, coeficiente de escoamento “*run off*”, tempos de concentração, coeficiente de distribuição das chuvas, tempos de ocorrência, entre outros, serão definidos pelo órgão técnico, levando sempre em consideração as condições mais críticas.
- na faixa de drenagem mínima, calculada de acordo com a tabela de que trata este artigo, deve ser considerada a implantação de pistas laterais destinadas ao trânsito de veículos e de pessoas voltados à manutenção dos cursos d'água, a critério do órgão competente.

Os imóveis a serem loteados que apresentarem cursos d'água de qualquer porte ou fundos de vale deverão receber as diretrizes de arruamento vinculadas às faixas de proteção de que trata a presente Lei Complementar. Em razão da categoria em que se encontrar o curso d'água, a Prefeitura Municipal poderá exigir aterros, respeitadas

sempre as faixas mínimas de drenagem, O art. 96, § 2º, do Código Municipal de Meio Ambiente, admite, que a critério do órgão competente, possa o proprietário promover a execução das tubulações necessárias aos cursos d'água, obedecidos os projetos da Prefeitura Municipal.

As áreas especiais de preservação de fundos de vale, cuja implantação compete à FUNDEMA, deverão ter seu uso e ocupação voltados para parques – na acepção de praças - lineares envolvendo as atividades destinadas à prática de recreação e ao lazer.

Salienta-se que para as construções já existentes nas áreas especiais de preservação de fundos de vale e que, quanto ao uso ou ocupação de solo, se apresentem em desconformidade com o previsto nesta lei, serão mantidas enquanto perdurarem os efeitos dos respectivos alvarás. Porém, no caso de reformas e/ou alterações das construções, as mesmas só serão autorizadas se atenderem as regras estabelecidas na lei.

Sobre a arborização no Município, destaca-se que se refere a qualquer tipo e porte de árvore, em logradouros públicos ou em propriedade privada, sendo seu corte e poda proibidos, atribuindo à FUNDEMA a sua fiscalização, respeitada a competência dos órgãos federais e estaduais, com os quais firmará convênio para atendimento dessa finalidade.

No tocante a educação ambiental, verifica-se que há a adoção do mesmo enfoque e regramento contido na legislação federal, de modo a se mostrar o instrumento capaz de buscar a conscientização da população acerca das questões do meio ambiente, com vias à preservação, ao planejamento e ao uso racional dos recursos naturais. Estabelece que a coordenação ficará a cargo da FUNDEMA, mas as atividades poderão ser desenvolvidas pelos órgãos e entidades responsáveis pelo programa no Município.

Quando se der fora do contexto escolar, a Educação Ambiental será feita por meio de campanhas de esclarecimento, palestras, debates, cursos de capacitação, desenvolvimento de programas de preservação ambiental envolvendo associações comunitárias e de comemoração de datas referenciais e outras datas significativas para o andamento do processo educativo.

Esta lei prevê que o Município de Joinville, mediante convênio ou consórcio possa repassar ou conceder auxílio financeiro a instituições públicas ou privadas sem fins lucrativos, para execução de serviços de relevante interesse ambiental, bem como

conceder benefício fiscal mediante a redução de até 50% (cinquenta por cento) do valor do imposto imobiliário aos imóveis particulares que contenham árvores ou associações vegetais relevantes, declaradas imunes ao corte a título de estímulo à preservação.

E os proprietários de terrenos integrantes do setor especial de áreas verdes receberão a título de estímulo a preservação, isenção do imposto imobiliário ou redução proporcional ao índice de área verde existente no imóvel, conforme a Tabela 29.

Tabela 29 – Relação entre Cobertura Florestal e IPTU

Cobertura Florestada (%)	Isenção ou Redução do IPTU (%)
acima de 80	100
de 50 a 80	80
de 30 a 49	50

Destaca-se que nas matérias de competência federal e/ou estadual, esta lei será aplicada somente após a celebração dos convênios com os respectivos órgãos federais e estaduais competentes.

Destacam-se, também, algumas leis complementares posteriores ao Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável:

Lei Complementar 276/2008

A Lei Complementar 276/2008, que dá nova redação à Lei Complementar nº 235/2007, que dispõe sobre a celebração de Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta, a ser firmado entre o Executivo Municipal e pessoas físicas ou jurídicas para a regularização de imóveis que tenham sido construídos em desconformidade com a Lei Complementar nº 27/96 (Lei de Uso e Ocupação do Solo).

Esta Lei dispõe que os órgãos responsáveis pela aplicação e cumprimento da Lei Complementar nº 27/96 ficam autorizados a celebrar Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta com pessoas físicas ou jurídicas, responsáveis pela

construção, instalação, ampliação e/ou reformas de edificações que tenham sido construídas em desacordo com a Lei Complementar nº 27/1996.

O Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta destinar-se-á a permitir a regularização das edificações mencionadas, através de compensações.

A comprovação da anterioridade da edificação a esta lei complementar se dará com a apresentação de documentação pertinente, e em caso de dúvida, quando houver necessidade, será feita vistoria “*in loco*” no prazo de 30 (trinta) dias após análise da documentação apresentada.

Não farão parte dos Termos de Compromissos de Ajustamento de Conduta as irregularidades causadas por usos desconformes e por desconformidade com a legislação federal e/ou estadual (art 1º).

As compensações, constantes desta lei complementar, estão baseadas nos fundamentos que norteiam o instrumento Outorga Onerosa do Direito de Construir, previsto no Estatuto da Cidade. A Outorga Onerosa do Direito de Construir autoriza o Poder Público Municipal a conceder alterações nos índices urbanísticos de ocupação do solo mediante compensações a ser prestada pelo beneficiário.

As alterações mencionadas constituem-se na autorização para o aumento do potencial construtivo através de utilização de valores diferenciados de índice de aproveitamento do lote, taxa de ocupação, gabarito, recuos frontais, afastamentos laterais e de fundos, afastamentos mínimos acrescidos, construção com platibanda nas divisas, distancia entre edificações e vagas de estacionamento (art. 2º).

As compensações dar-se-ão em forma de recursos monetários, da seguinte forma:

I - compensações para a concessão de aumento do potencial construtivo com acréscimo no índice da Taxa da Ocupação (TO), - ½ UPM (meia Unidade Padrão Municipal) por metro quadrado edificado a mais do que o permitido para o uso e a zona em que situa;

II - compensações para a concessão de aumento do potencial construtivo com o acréscimo no índice do Coeficiente de Aproveitamento do Lote (CAL) ou Gabarito, - 1/2 UPM (meia Unidade Padrão Municipal) por metro quadrado edificado a mais do que o permitido para o uso e a zona em que situa;

III - compensações para a concessão de redução de recuo frontal:

até 4,00m (quatro metros) – ½ UPM (meia Unidade Padrão Municipal) por área a mais edificada sobre o recuo frontal oficial;

até 3,00m (três metros) – 1 UPM (uma Unidade Padrão Municipal) por área a mais edificada sobre o recuo frontal oficial;

até 2,50m (dois metros e meio) – 1 UPM (uma Unidade Padrão Municipal) por área a mais edificada sobre o recuo frontal, nos casos que o terreno possua duas frentes ou mais e a irregularidade apresentar-se na frente considerada secundária;

IV - compensações para a concessão de redução de afastamento lateral, de fundos e acrescidos e distância entre edificações em até 50% (cinquenta por cento) do exigido para o uso e a zona em que se situam – 1 UPM (uma Unidade Padrão Municipal) por área a mais edificada sobre o afastamento;

V - compensações para a concessão da edificação sobre as divisas laterais e/ou fundos:

uma (1) Unidade Padrão Municipal - UPM por metro linear edificado a mais sobre a divisa, para os usos permitidos;

duas (2) Unidades Padrão Municipal - UPM por metro linear edificado a mais sobre a divisa, para os usos não permitidos;

uma (1) Unidade Padrão Municipal - UPM por área a mais edificada sobre os afastamentos laterais e/ou de fundos para a edificação de terceiro piso sobre a divisa;

VI – compensações para a concessão de redução do número de vagas para estacionamento e pátio de carga e descarga – 10 (dez) Unidades Padrão Municipal - UPM, por vaga;

Quando a edificação apresentar irregularidades distintas, as compensações serão computadas para cada caso.

Ainda, fica garantido o direito de regularização para reformas e ampliações, sem necessidade de celebração de Termo de Compromisso, quando a construção estiver localizada em áreas oriundas de anexação ao Município de Joinville, com a devida comprovação de projetos aprovados pelos órgãos competentes dos municípios cedentes das áreas.

A celebração do Termo de Compromisso não impede a execução de eventuais multas aplicadas antes da protocolização do requerimento. Todavia, desde a data da protocolização até a vigência do Termo de Compromisso, ficarão suspensas, em relação aos fatos que deram causa à celebração da notificação, a aplicação de

novas sanções administrativas contra a pessoa física ou jurídica que o houver firmado (art. 4º e 5º).

O produto das compensações acordadas no Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta para fins de regularização deverá ser utilizado obrigatoriamente no Fundo Municipal de Desenvolvimento Urbano e será utilizado para o Programa de Melhoria de Calçadas e Praças Públicas 40% (quarenta por cento) e para o Programa de Melhoria e Qualificação do Sistema de Controle Urbanístico da SEINFRA – Secretaria de Infraestrutura Urbana 60% (sessenta por cento) (art. 7º).

Esta lei complementar terá vigência até a aprovação da Lei Complementar de Ordenamento Territorial, conforme definições do Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Joinville - Lei Complementar n.º 261/2008 (art. 9º).

Lei Complementar 41/97

A Lei Complementar 41/97, que institui o Fundo de Desenvolvimento e Urbanização de Joinville, estabelece que este fundo é destinado a atender aos Programas de Desenvolvimento Econômico e Implantação de Infraestrutura Urbana no Município de Joinville (art.1º e 2º) e será administrado pela CONURB.

Outrossim, veda a aplicação ou utilização desses recursos do Fundo em operações estranhas aos objetivos desta lei complementar e dispõe que poderão ser aplicados, após consulta ao Conselho de Acompanhamento do Fundo, nas áreas de obra de infraestrutura urbana, melhorias no transporte público e em seus terminais e melhorias no gerenciamento do trânsito urbano e em projetos vinculados a geração de emprego e renda (art. 3º e 4º).

Lei Complementar nº 79/1999

Aponta-se a Lei Complementar nº 79/1999, que dispõe sobre as imunidades e isenções tributárias no Município de Joinville.

Estabelece que a isenção é a dispensa de pagamento de tributo, em virtude de disposição expressa nesta lei-complementar (art. 3º). Ela pode ser geral, quando tomada por decisão do Poder Executivo (art. 4º, inciso I), ou em caráter individual, por despacho do Secretário da Fazenda, em requerimento no qual o interessado faça prova do preenchimento das condições e do cumprimento dos requisitos previstos para a sua concessão (art. 4º, inciso II).

Dispõe ainda sobre as situações de isenção total (integral) ou parcial, bem como sobre a cobrança de taxa de licença para publicidade, o que pode ser de valia para a implementação de medidas não estruturais, como forma de estímulo.

Também disciplina que o terreno localizado em área de preservação permanente, de acordo com a legislação federal a respeito, será objeto de depreciação, na planta de valores para efeito de lançamento do IPTU, relativa à área correspondente, o que será processado a requerimento do interessado (art. 10).

E cita-se também aqui a Lei Complementar nº 172/2004, que concede benefícios fiscais aos imóveis pertencentes ao patrimônio das Sociedades Desportivas e Recreativas sem fins lucrativos. Por esta lei são isentos dos tributos municipais (impostos e taxas), exceto aqueles relacionados com a iluminação pública, água e esgoto e contribuição de melhoria, os imóveis pertencentes ao patrimônio das sociedades desportivas e recreativas, sem fins lucrativos e declaradas de Utilidade Pública Municipal.

Traz-se a baila esta lei como ilustrativa da possibilidade de conceder-se benefício fiscal, caso seja da conveniência da Administração Pública Municipal por em prática a implementação de medidas não estruturais estimulando o particular através do mecanismo de isenção, lembrando que poderia ser integral ou parcial.

Lei Complementar 119/2002

A Lei Complementar 119/2002, estabelece normas para a construção de cisternas no Município de Joinville.

Dispõe que, nas novas edificações, independentemente de seu uso, em que seja obrigatória a construção de cisternas, destinadas à reservação de água potável,

estas serão construídas observando-se, obrigatoriamente, o estabelecido pela Norma Técnica nº 5626/98, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

O projeto construtivo das cisternas, composto de planta baixa, cortes longitudinal e transversal e elevações, em escala compatível, será parte integrante do processo de licenciamento das edificações acima mencionadas.

Assim, o mesmo órgão responsável pelo licenciamento das novas edificações será responsável pela análise e aprovação deste projeto, já que será documento anexo, salvo disposição contrária estabelecida em norma, que vier a ser editada.

Lei Complementar nº 216/2006

A Lei Complementar nº 216/2006, obriga os agentes imobiliários situados no Município de Joinville, a informar em todos os contratos de locação e compra e venda de imóvel, o zoneamento permitido, de acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município de Joinville.

A referida informação deverá constar no corpo dos contratos de locação e/ou compra e venda de imóveis, mais precisamente na cláusula onde conste o "Objeto do Contrato". A obrigatoriedade da informação sobre o zoneamento servirá para que o interessado em alugar ou comprar imóvel, saiba antecipadamente se o zoneamento permite ou não o tipo de atividade que será desenvolvida no local. Contudo, caberá à Prefeitura Municipal de Joinville, criar mecanismos que facilitem o acesso sobre as condições de zoneamento aos agentes imobiliários, por meio de ficha de informação, ou outros a seu critério.

Lei Complementar nº 220/2006

A Lei Complementar nº 220/2006, dispõe sobre o reaproveitamento das águas pluviais nos casos que especifica (anexado o projeto de nº 29/05).

As águas pluviais provenientes dos telhados, sacadas, terraços, marquises e outros espaços abertos existentes em edificações destinadas a estabelecimentos industriais, comerciais, de serviços e públicos, condomínios residenciais horizontais

e/ou verticais que tenham construção acima de 750,00 m² (setecentos e cinquenta metros quadrados), deverão ser canalizadas para reservatório específico.

A construção do sistema de captação deverá atender às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e da fiscalização Sanitária do Município de Joinville.

As edificações acima descritas, construídas até a data da vigência desta lei complementar, terão prazo de 10 (dez) anos para adaptação dos sistemas, obedecendo aos critérios a serem regulamentados pelo Poder Executivo.

As novas edificações deverão trazer em seu projeto hidráulico a destinação das águas pluviais conforme determinado por esta lei complementar.

Toda água captada deverá ser coletada e armazenada em reservatório próprio, sendo que a capacidade deste reservatório deverá ser regulamentada pelo Poder Executivo.

A água captada e depositada nos reservatórios deverá ser destinada para fins não potáveis, em atividades que não necessitem do uso da água tratada, proveniente da rede pública de abastecimento, tais como vasos sanitários, lavação de veículos, lavação de roupas, irrigação de hortas, jardins e plantações.

Os reservatórios utilizados no armazenamento da água captada pelas chuvas de que trata esta lei, deverão ser mantidos em boas condições de higiene, de forma a evitar a contaminação desta água e a consequente proliferação de doenças. A fiscalização destes reservatórios ficará a cargo do Executivo Municipal, através do seu órgão competente, que ainda não foi regulamentado.

Toda edificação, seja nova ou não, que não esteja contemplada nos critérios descritos, também poderá beneficiar-se da captação da água pluvial, desde que seu projeto arquitetônico e hidráulico esteja de acordo com esta lei complementar.

A lei dispõe, ainda, que caberá ao Poder Executivo e aos órgãos específicos a elaboração de campanhas de conscientização da população referente ao uso racional da água, de acordo com esta lei complementar.

Destaca-se que esta lei é anterior ao Decreto estadual nº 99/2007. Este decreto obriga que todas as obras, públicas e privadas, financiadas ou incentivadas pelo Governo do Estado de Santa Catarina, implantem sistema de captação e retenção de águas pluviais. Assim, se constata a busca por solução capaz a reduzir a velocidade de escoamento de águas para as bacias hidrográficas em áreas urbanas, com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem.

Aproveita-se para trazer a baila alguns projetos de lei que já se encontram em curso na Câmara de Vereadores:

- a) Projeto de Lei Ordinária PLO 193/09 - Autoriza o Poder Executivo a aderir ao Programa Operacional do Fundo de Desenvolvimento Municipal do Estado de Santa Catarina PRO-FDM, mediante assinatura de convênio com a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável, com a interveniência do BADESC - Agência Catarinense de Fomento S.A., visando à melhoria da infraestrutura urbana do Município de Joinville.
- b) Projeto de Lei Ordinária PLO 174/06- Acrescenta parágrafo único ao art. 1º, e acrescenta inciso VII, ao art. 5º, da Lei Municipal nº 3.000, de 26 de julho de 1984, que institui o Fundo Municipal de Terras, Habitação Popular e Saneamento.
- c) Projeto de Lei Complementar PLC 32/2008 - Institui o Instrumento de Controle Urbanístico do Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Joinville - "Estruturação Territorial", que estabelece e define o macrozoneamento no Município e dá outras providências.
- d) Projeto de Lei Complementar PLC 4/2009 - Inclui denominação de usos no Anexo III - Classificação de Uso, da Lei Complementar nº 27/96, que atualiza as normas de uso e ocupação, redefine o perímetro urbano e institui o parcelamento do solo e a ocupação na forma de condomínios residenciais no Município de Joinville.
- e) Projeto de Lei Complementar PLC 15/2009 - Altera o Anexo IX - Descrição Geral das Áreas e das Zonas e dos Setores, parte integrante da Lei Complementar nº 27/96, que atualiza as normas de uso e ocupação do solo de Joinville.
- f) Projeto de Lei Complementar PLC 17/2009 - Altera o Anexo IV - Quadros de Usos Admitidos e Índices Urbanísticos, parte integrante da Lei Complementar nº 27/96, que atualiza as normas de uso e ocupação do solo de Joinville.
- g) Projeto de Lei Complementar PLC 18/2009 - Inclui a categoria de uso institucional (E1.3 e E2.3) no art. 54 da Lei Complementar nº 27/96, que atualiza as normas de uso e ocupação e redefine o perímetro urbano e institui o parcelamento do solo e a ocupação na forma de condomínios residenciais no Município de Joinville.
- h) Projeto de Lei Complementar PLC 20/2009 - Dispõe sobre a celebração de Termo de Ajuste de Conduta, a ser firmado entre o Executivo e pessoas físicas

ou jurídicas para a regularização de parcelamentos do solo já constituídos, adequando a Lei Complementar nº 27/96 - Lei de Uso e Ocupação do Solo.

- i) Projeto de Lei Complementar PLC 27/2009 - Inclui denominação de uso do Anexo III - Classificação de Uso, da Lei Complementar nº 27/96, que atualiza as normas de uso e ocupação, redefine o perímetro urbano e institui o parcelamento do solo e a ocupação na forma de condomínios residenciais no Município de Joinville.
- j) Projeto de Lei Complementar PLC 20/2008 - Altera e dá nova redação à Lei Complementar nº 27/96, que atualiza as normas de parcelamento, uso e ocupação do solo no Município de Joinville.
- l) Projeto de Lei Complementar PLC 14/2007 - Institui a aprovação de glebas particulares já ocupadas e consolidadas anteriormente às Leis Complementares nºs 27/96, nº 10/94, e posteriormente, a Lei Federal nº 6.766/79.
- m) Projeto de Lei Complementar PLC 12/2005 - Determina a obrigatoriedade da apresentação do estudo prévio de impacto de vizinhança (EPIV) para concessão de licença, autorizações e alvarás aos empreendimentos de impacto, públicos, privados ou por operações consorciadas (Anexado o projeto de lei complementar nº19/07).
- n) Projeto de Lei Complementar PLC 19/2007 - Dispõe sobre a obrigatoriedade do estudo de impacto de vizinhança (Anexado ao projeto de lei complementar nº12/05).

15 ANEXO A – DESENHOS

- ✓ Desenho 1 - Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Delimitação da Bacia e Sub-Bacias
- ✓ Desenho 2 - Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira Uso e Ocupação - Delimitação dos Bairros
- ✓ Desenho 3 - Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Geologia
- ✓ Desenho 4 - Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Pedologia
- ✓ Desenho 5 - Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Áreas Permeáveis e Impermeáveis
- ✓ Desenho 6 - Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - Caracterização Hidráulica
- ✓ Desenho 7 – Postos Pluviométricos
- ✓ Desenho 8 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Mancha de Inundação – TR=05 anos
- ✓ Desenho 9 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Mancha de Inundação – TR=10 anos
- ✓ Desenho 10 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Mancha de Inundação – TR=25 anos
- ✓ Desenho 11 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Mancha de Inundação – TR=50 anos
- ✓ Desenho 12 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Proposta de Zoneamento das Áreas Inundáveis

- LEGENDA:
HIDROGRAFIA
- MACRODRENAGEM HIDROGRAFIA CANAL ABERTO
 - MACRODRENAGEM HIDROGRAFIA CANAL FECHADO
 - MICRODRENAGEM/TALVEGUE

- TOPOGRAFIA
- CURVAS DE NÍVEL DE 5 EM 5 METROS

- BACIAS HIDROGRÁFICAS
- BACIA DO RIO CACHOEIRA
 - SUB-BACIAS
 - POSTO PLUVIOMÉTRICO

IDENTIFICAÇÃO DAS SUB-BACIAS		
Número Bacia	Sigla da PMJ	Nome Sub-Bacia
SB-01	CA-NC	NASCENTE DO RIO CACHOEIRA
SB-02	CA-LA	LEITO ANTIGO DO RIO CACHOEIRA
SB-03	CA-BR	RIO BOM RETIRO
SB-04	CA-LT	RIO LUIZ TONNEMANN
SB-05	CA-WB	RIO WALTER BANDT
SB-06	CA-AV	RIO ALVINO VOHL
SB-07	CA-AR	CANAL DA RUA ARACAJU
SB-08	CA-CS	CANAL DA RUA SALVADOR
SB-09	CA-MI	RIO MIRANDINHA
SB-10	CA-MA	RIO MORRO ALTO
SB-11	CA-AM	VERTENTE RUA AGUA MARINHA
SB-12	CA-PF	VERTENTE PARQUE DE FRANCE
SB-13	CA-LS	VERTENTE LAGOA SAGUACU
SB-14	CA-MT	RIO MATHIAS
SB-15	CA-BL	VERTENTE BUSCHILE & LEPPER
SB-16	CA-UO	VERTENTE UNIDADE DE OBRAS
SB-17	CA-PG	VERTENTE PONTA GROSSA
SB-18	CA-VI	VERTENTE VICK
SB-19	CA-PE	VERTENTE RUA PEDRO ALVARES CABRAL
SB-20	CA-MD	VERTENTE RUA MATILDE AMIM
SB-21	CA-NO	VERTENTE RUA NORUEGA
SB-22	CA-JA	RIO JAGUARAO
SB-23	CA-BU	RIO BUVEVA
SB-24	CA-BC	RIO BUCAREIN
SB-25	CA-IA	RIO ITAUM-ACU
AD-01		ÁREA DE DRENAGEM 1
AD-02		ÁREA DE DRENAGEM 2
AD-03		ÁREA DE DRENAGEM 3
AD-04		ÁREA DE DRENAGEM 4
AD-05		ÁREA DE DRENAGEM 5
AD-06		ÁREA DE DRENAGEM 6
AD-07		ÁREA DE DRENAGEM 7
AD-08		ÁREA DE DRENAGEM 8
AD-09		ÁREA DE DRENAGEM 9
AD-10		ÁREA DE DRENAGEM 10
AD-11		ÁREA DE DRENAGEM 11
AD-12		ÁREA DE DRENAGEM 12
AD-13		ÁREA DE DRENAGEM 13

REFERÊNCIAS:

- PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE - SC, 2011.

APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE-SC.			
TÍTULO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA DELIMITAÇÃO DA BACIA E SUB-BACIAS			
ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER			
Nº DESENHO	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
01	MAR/2011	1:50.000	01/01

LEGENDA:

- HIDROGRAFIA
- BACIA HIDROGRÁFICA
- BAIRRO
- ESPECIAL
- COMERCIAL
- INDUSTRIAL
- RESIDENCIAL
- RODOVIA

REFERÊNCIAS:

- PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE - SC, 2011.

APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE-SC.			
TÍTULO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA USO E OCUPAÇÃO - DELIMITAÇÃO DOS BAIRROS			
ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER			
Nº DESENHO	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
02	MAR/2011	1:50.000	01/01

LEGENDA:

- HIDROGRAFIA
- BACIA HIROGRÁFICA

LEGENDA:

- Sigla - Litotipo
- A4scg, Gnaiss, Granulito, Gnaiss Granulítico
 - Q2a, Areia, Cascalho

REFERÊNCIAS:

- PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO CACHOEIRA – JOINVILLE – SC, 2011.

APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE-SC.			
TÍTULO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA GEOLOGIA			
ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER			
Nº DESENHO	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
03	MAR/2011	1:50.000	01/01

LEGENDA:

- HIDROGRAFIA
- BACIA HIROGRÁFICA

LEGENDA:

Sigla - Tipo de Solo

- B CXa, CAMBISSOLO HÁPLICO Aluminio típico, horizonte A moderado, textura argilosa, relevo ondulado, fase Floresta Ombrófila Densa, substrato gnaíse.
- C CXaI, CAMBISSOLO HÁPLICO alítico gleissólico típico relevo suavemente ondulado.
- C CYa + GXa, CAMBISSOLO FLÚVICO Aluminio gleissólico, horizonte A proeminente, textura argilosa + GLEISSOLO HÁPLICO Aluminio típico, horizonte A moderado, textura argilosa.
- B GXa, CAMBISSOLO HÁPLICO Aluminio típico, horizonte A moderado, textura argilosa, fase Floresta Ombrófila Densa, relevo plano, substrato sedimentos recentes do quaternário.
- D Manguezal, Solo indiscriminado de mangue.
- C PAa, ARGISSOLO AMARELO Aluminio típico, horizonte A moderado, textura argilosa, fase Floresta Ombrófila Densa, relevo fortemente ondulado, substrato gnaíse.
- C RLd, NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, horizonte A proeminente, textura argilosa, fase Floresta Ombrófila Densa, relevo montanhoso, substrato gnaíse.

NOTAS:

- 1 - Os tipos de solo conforme metodologia sugerida pelo Soil Conservation Service (SCS) esta apresentado na legenda.

REFERÊNCIAS:

- PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO CACHOEIRA – JOINVILLE – SC, 2011.

APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS URBANAS:
ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE-SC.

TÍTULO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
PEDOLOGIA

ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER

Nº DESENHO	04	DATA :	MAR/2011	ESCALA :	1:50.000	FOLHA :	01/01
------------	----	--------	----------	----------	----------	---------	-------

720.000

715.000

710.000

7.090.000

7.085.000

7.080.000

LEGENDA:

- HIDROGRAFIA
- BACIA 01-CA-NC - NASCENTE DO CACHOEIRA
- SUB-BACIAS DA BACIA 01-CA-NC - NASCENTE DO CACHOEIRA
- ÁREAS PERMEÁVEIS DE USO RESTRITO
- ÁREAS PERMEÁVEIS DE USO IRRESTRITO
- ÁREAS IMPERMEÁVEIS

NOTAS:

1- OS LIMITES DAS SUB-BACIAS FORAM DEFINIDOS COM BASE NA TOPOGRAFIA E NOS PROJETOS CADASTROS DE DRENAGEM PLUVIAL DA PML.

REFERÊNCIAS:

- PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE - SC, 2011.

APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS URBANAS:
ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE-SC.

TÍTULO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
ÁREAS PERMEÁVEIS E IMPERMEÁVEIS

ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER

Nº DESENHO:	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
05	MAR/2011	1:50.000	01/01

LEGENDA:
HIDROGRAFIA:

- MACRODRENAGEM HIDROGRAFIA CANAL ABERTO
- MACRODRENAGEM HIDROGRAFIA CANAL FECHADO
- SISTEMA VIÁRIO

BACIAS HIDROGRÁFICAS:

- BACIA DO RIO CACHOEIRA

NOTA:

1- OS LIMITES DAS SUB-BACIAS FORAM DELIMITADOS COM BASE NA TOPOGRAFIA E NOS PROJETOS CADASTROS DE DRENAGEM PLUVIAL DA PMJ.

REFERÊNCIAS:

- PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE - SC, 2011.

0 150 300 450 600 1200m

1:15.000

ESCALA GRÁFICA

APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS URBANAS:
ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE-SC.

TÍTULO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
IDENTIFICAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER

Nº DESENHO	DATA	ESCALA	FOLHA
06	MAR/2011	1:15.000	01/01

LEGENDA:
HIDROGRAFIA

MACRODRENAGEM HIDROGRAFIA CANAL ABERTO

MACRODRENAGEM HIDROGRAFIA CANAL FECHADO

BACIAS HIDROGRÁFICAS

BACIA DO RIO CACHOEIRA

NOTA:

1- A ÁREA DE INUNDAÇÃO FOI OBTIDA CONSIDERANDO OS SEGUINTE CRITÉRIOS:

- PRECIPITAÇÃO COM TR = 5 ANOS;
- CONDIÇÕES ATUAL DE IMPERMEABILIZAÇÃO E OCUPAÇÃO DA BACIA;
- VAZÕES DE PICO DOS HIDROGRAMAS DE CHEIA EM CADA TRECHO;
- SITUAÇÃO ATUAL DA REDE DE DRENAGEM;
- ESCOAMENTO EM REGIME PERMANENTE VARIADO;

2 - A ÁREA DE INUNDAÇÃO TOTAL É DE 7,16 KM²;

3 - A MANCHA DE INUNDAÇÃO É RESULTADO DA UNIÃO DAS MANCHAS OBTIDAS PARA CADA SUB-BACIA ESTUDADA.

REFERÊNCIAS:

- PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO CACHOEIRA – JOINVILLE – SC, 2011.

05001000150020004000m

1:50.000

ESCALA GRÁFICA

APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS URBANAS:
ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER

Nº DESENHO

08

DATA :

MAR/2011

ESCALA :

1:50.000

FOLHA :

01/01

LEGENDA:
HIDROGRAFIA

- MACRODRENAGEM HIDROGRAFIA CANAL ABERTO
- MACRODRENAGEM HIDROGRAFIA CANAL FECHADO

BACIAS HIDROGRÁFICAS

- BACIA DO RIO CACHOEIRA

NOTA:

- A ÁREA DE INUNDAÇÃO FOI OBTIDA CONSIDERANDO OS SEGUINTES CRITÉRIOS:
 - PRECIPITAÇÃO COM TR = 10 ANOS;
 - CONDIÇÕES ATUAL DE IMPERMEABILIZAÇÃO E OCUPAÇÃO DA BACIA;
 - VAZÕES DE PICO DOS HIDROGRAMAS DE CHEIA EM CADA TRECHO;
 - SITUAÇÃO ATUAL DA REDE DE DRENAGEM;
 - ESCOAMENTO EM REGIME PERMANENTE VARIADO;
- A ÁREA DE INUNDAÇÃO TOTAL É DE 10,73 KM²;
- A MANCHA DE INUNDAÇÃO É RESULTADO DA UNIÃO DAS MANCHAS OBTIDAS PARA CADA SUB-BACIA ESTUDADA.

REFERÊNCIAS:

- PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE - SC, 2011.

APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS URBANAS:
ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE-SC.

TÍTULO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=10 ANOS

ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER

Nº DESENHO	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
09	MAR/2011	1:50.000	01/01

LEGENDA:
HIDROGRAFIA

MACRODRENAGEM HIDROGRAFIA CANAL ABERTO

MACRODRENAGEM HIDROGRAFIA CANAL FECHADO

BACIAS HIDROGRÁFICAS

BACIA DO RIO CACHOEIRA

NOTA:

1- A ÁREA DE INUNDAÇÃO FOI OBTIDA CONSIDERANDO OS SEGUINTE CRITÉRIOS:

- PRECIPITAÇÃO COM TR = 25 ANOS;
- CONDIÇÕES ATUAL DE IMPERMEABILIZAÇÃO E OCUPAÇÃO DA BACIA;
- VAZÕES DE PICO DOS HIDROGRAMAS DE CHEIA EM CADA TRECHO;
- SITUAÇÃO ATUAL DA REDE DE DRENAGEM;
- ESCOAMENTO EM REGIME PERMANENTE VARIADO;

2 - A ÁREA DE INUNDAÇÃO TOTAL É DE 14,06 KM²;

3 - A MANCHA DE INUNDAÇÃO É RESULTADO DA UNIÃO DAS MANCHAS OBTIDAS PARA CADA SUB-BACIA ESTUDADA.

REFERÊNCIAS:

- PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO CACHOEIRA – JOINVILLE – SC, 2011.

APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE-SC.			
TÍTULO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS			
ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER			
Nº DESENHO	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
10	MAR/2011	1:50.000	01/01

LEGENDA:
HIDROGRAFIA

MACRODRENAGEM HIDROGRAFIA CANAL ABERTO

MACRODRENAGEM HIDROGRAFIA CANAL FECHADO

BACIAS HIDROGRÁFICAS

BACIA DO RIO CACHOEIRA

NOTA:

1- A ÁREA DE INUNDAÇÃO FOI OBTIDA CONSIDERANDO OS SEGUINTE CRITÉRIOS:

- PRECIPITAÇÃO COM TR = 50 ANOS;
- CONDIÇÕES ATUAL DE IMPERMEABILIZAÇÃO E OCUPAÇÃO DA BACIA;
- VAZÕES DE PICO DOS HIDROGRAMAS DE CHEIA EM CADA TRECHO;
- SITUAÇÃO ATUAL DA REDE DE DRENAGEM;
- ESCOAMENTO EM REGIME PERMANENTE VARIADO;

2 - A ÁREA DE INUNDAÇÃO TOTAL É DE 16,17 KM²;

3 - A MANCHA DE INUNDAÇÃO É RESULTADO DA UNIÃO DAS MANCHAS OBTIDAS PARA CADA SUB-BACIA ESTUDADA.

REFERÊNCIAS:

- PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO CACHOEIRA – JOINVILLE – SC, 2011.

APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE-SC.			
TÍTULO: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS			
ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER			
Nº DESENHO	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
11	MAR/2011	1:50.000	01/01

LEGENDA:

- Canais Fluviais.
- Instituições de Ensino : Municipais e Estaduais.
- Pronto atendimento.
- Hospitais.
- Unidades básicas de saúde.
- Terminais de onibus.
- Principais Vias de Circulação.

Zoneamento da zona inundável:

- N-U : Zona não urbanizada
 - Preservar a capacidade de escoamento e de armazenamento de cheias proibindo novas construções.
- RF-U : Zona urbanizada por um risco de referência forte
 - Não aumentar os riscos permitindo, entretanto, a evolução das construções existentes, principalmente para reduzir a vulnerabilidade.
- RF-Ud : Zona densamente urbanizada por um risco de referência forte
 - Construções poderiam ser autorizadas visando garantir a continuidade da vida e permitir a renovação urbana favorecendo a redução da vulnerabilidade.
- RM-U : Zona urbanizada por um risco de referência moderado
 - Permitir um desenvolvimento urbano compatível com a exposição aos riscos.

REFERÊNCIAS:

- PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO CACHOEIRA – JOINVILLE – SC, 2011.

APLICABILIDADE DE MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS NO CONTROLE DE CHEIAS URBANAS:
ESTUDO DE CASO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA - JOINVILLE-SC.

TÍTULO: PROPOSTA DE ZONEAMENTO NAS ÁREAS INUNDÁVEIS

ANAXIMANDRO STECKLING MÜLLER

Nº DESENHO	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
12	MAR/2011	1:50.000	01/01