

Priscila Dionara Krambeck Braun

**Proposta metodológica de análise para a gestão de bacias
hidrográficas sujeitas a inundações**

Tese submetida ao Programa de Pós-
graduação em Engenharia Civil da
Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau de
Doutor em Engenharia Civil.
Orientador: Prof. Dr.Carlos Loch

Florianópolis
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Braun, Priscila Dionara Krambeck

Proposta metodológica de análise
para a gestão de bacias hidrográficas sujeitas a inundações.
/ Priscila Dionara Krambeck Braun; Orientador, Carlos Loch
- Florianópolis, SC, 2013.
224 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina,
Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Civil.

Inclui referências

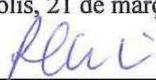
1. Engenharia Civil. 2 Planejamento urbano. 3. Gestão de
Bacias hidrográficas. 4. Proposta metodológica. I. Loch, Carlos.
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Priscila Dionara Krambeck Braun

**PROPOSTA METODOLÓGICA DE ANÁLISE PARA A GESTÃO
DE BACIAS HIDROGRÁFICAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de Doutor, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 21 de março de 2013.

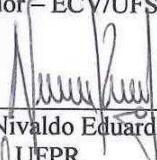


Prof. Dr. Roberto Caldas de Andrade Pinto
Coordenador do PPGEC

Banca Examinadora:



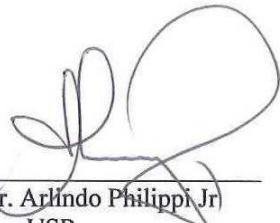
Prof. Dr. Carlos Loch
Orientador – ECV/UFSC



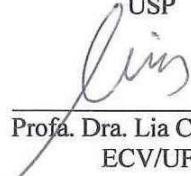
Prof. Dr. Nivaldo Eduardo Rizzi
UFPR



Prof. Dr. Francisco H. de Oliveira
UDESC/UFSC



Prof. Dr. Arlindo Philippi Jr
USP



Prof.ª. Dra. Lia Caetano Bastos
ECV/UFSC



Prof. Dr. Rafael A. dos R. Higashi
ECV/UFSC



Prof. Dr. Jürgen W. Philips
ECV/UFSC

A meu esposo Christian, agradeço e dedico pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incertezas, muito comuns para quem tenta trilhar novos caminhos.

A minhas filhas Victoria e Lara dedico e lembro: *querer é poder!*

A meus pais Moacir e Mary que dignamente me apresentaram à importância da família e ao caminho da honestidade e da persistência.

Sem vocês nenhuma conquista valeria a pena.

AGRADECIMENTOS

Em especial, ao Prof. Dr. Carlos Loch, pela incansável dedicação e empenho na orientação, pela generosidade em compartilhar sua vasta experiência de ensino e pela inspiração e liberdade de criação que tornou possível este trabalho.

Ao coordenador e aos professores do programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, pelos conhecimentos transmitidos durante o curso.

À Prof. Dra. Beate Frank, pelas suas ideias inovadoras, auxílio e incentivo, que muito ajudaram na formulação deste trabalho.

À equipe do Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Santa Catarina, aqui representados pelas minhas colegas Mirtz Orige Oliveira e Yuzi Zanardo Rosenfeldt.

A Guilherme Braghirolli, monitor do curso de Engenharia Florestal na área de geoprocessamento da Fundação Universidade Regional de Blumenau, pela paciência e ajuda fornecida na elaboração e montagem dos mapas que fazem parte deste trabalho.

Aos meus colegas de curso, em especial ao meu amigo Tadeu de Souza Oliveira, pelas incansáveis discussões e pelo incentivo constante.

Aos meus pais Moacir e Mary Krambeck, pelo incentivo e estímulo.

De forma muito especial a meu esposo Christian e a minhas filhas Victoria e Lara, por todos os momentos que doaram carinho, compreensão e paciência ao longo de todo curso, minha eterna gratidão.

A CAPES pela concessão de bolsa de doutorado ao autor.

A todos os que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização desta tese: técnicos, professores, funcionários e amigos, que ao longo destes quatro anos de pesquisa deram preciosas contribuições. Foram tantos que seria impossível nomeá-los. Tenho, porém, a certeza de guardar no coração e na memória a imagem de todos eles.

E finalmente, agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado confortando-me nos momentos difíceis e compartilhando dos momentos felizes.

“[...] a consciência dos impactos de origem hidrológica e as medidas associadas para tratar estes impactos devem ser integradas as políticas de estado atuais e futuras e aos planos de desenvolvimento das cidades.”

(PRASAD et al., 2009)

RESUMO

A gestão de recursos hídricos no que concernem as interfaces com os aspectos relacionados às políticas urbanas de gestão do território em bacias cuja questão central decorre de “pressões de natureza urbana” carece de uma mentalidade cartográfica. Planejar e gerenciar o território envolve tipicamente conhecer o território e os atores envolvidos. Cabe ao município, promover a integração das políticas locais de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estadual de recursos hídricos. Buscando auxiliar os municípios, o trabalho estrutura uma metodologia que auxilie na gestão de bacias hidrográficas sujeitas à inundação, pautada no conhecimento dos três atores envolvidos: o meio físico, através da análise das características morfométricas, pluviométricas e fluviométricas da bacia; o meio antrópico, através da correlação entre a forma de ocupação do território e as inundações e da análise da percepção da comunidade em relação às inundações e a atuação do poder público; e a legislação, através da análise da evolução da legislação no nível federal, estadual e municipal, no que tange as áreas de APP e ANEA e sua correlação direta com o planejamento de áreas urbanas, dando ênfase ao uso de geotecnologias e das informações do Cadastro Técnico Multifinalitário. A metodologia proposta permite que o poder público municipal possa direcionar suas ações com informações mais abrangentes e consistentes, levando em consideração o todo, além de permitir a realização de análises focadas no objetivo do projeto a ser realizado. Permitiu concluir, ainda, que apesar da predisposição natural da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia para inundações, a forma de ocupação do território tende a intensificar este processo, uma vez que, altera as características da bacia e propicia o aumento da vazão média do rio. Do ponto de vista legal, as normas que regulam as APP's estão entre as mais mal trabalhadas da legislação brasileira, uma vez que cada esfera de governo utiliza parâmetros diferentes para a faixa de preservação, o que contribui significativamente para o descumprimento da lei.

Palavras-chave: planejamento urbano, gestão de bacias hidrográficas, proposta metodológica.

ABSTRACT

The management of water resources in what regards the interfaces with those aspects associated to the urban policies of territorial management, especially in river basins whose main issue stems from "pressures that are urban in nature", lacks a cartographic mind-set. Planning for and managing a territory typically involves knowing the territory and players involved. It is incumbent on the municipality to promote the integration between the local policies for the use, occupation and conservation of the land and the environment, and the federal and state policies involving water resources. As an attempt to help the municipalities, this paper sets up a methodology that could help managing hydrographic basins subject to floods, based on the knowledge about the three key players involved: a) the physical medium, through the analysis of the morphometric, pluviometric, and hydrologic characteristics of the basin, b) the anthropic medium, through the analysis of how the territory was occupied and how this is related with the flood problems, and an analysis on the community's awareness about floods and the actions taken by the government since it is the role of the municipal government to proceed to a dialogue with society, and c) the legislation, through the analysis of its evolution at the federal, state, and municipal levels, in what concerns the APA (Federal environmental protection) and ANEA (non-building and non-landfill) designated areas, and its direct correlation with the planning in urban areas, emphasizing the use of geotechnologies and information from the CTM (Multipurpose Technical Cadastre). The proposed methodology allows the municipal administration to direct its actions towards a more comprehensive, consistent information, taking into account the entire context, besides enabling the conduction of analyses focused on the project to be achieved. Furthermore, this paper allows the following conclusion: despite the Garcia River's hydrographic basin being naturally prone to floods, the manner in which its territory is occupied tends to intensify the flooding process, since the occupation changes the basin's characteristics and induces a larger average river flow. From a legal standpoint, the rules regulating the APPs (permanent preservation areas) are among the worst-conceived items in the Brazilian law, as each governmental sphere uses different parameters regarding the conservation strips, which actively contributes to the non-compliance of the law.

Keywords: urban planning, management of hydrographic basins; methodological proposition

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenvolvimento da cidade na margem de um rio.....	19
Figura 2: Inundações em Blumenau, SC.....	23
Figura 3: Consequências das chuvas intensas de novembro de 2008: Foto 1 – Bairro Centro, Prainha; Foto 2 – Bairro Garcia, Rua Amazonas; Foto 3 – Bairro Jardim Blumenau, Rua Hermann Huscher; Foto 4 – Bairro Bom Retiro, Rua Hermann Hering.....	33
Figura 4: Notícias vinculadas no Jornal de Santa Catarina sobre inundações bruscas e escorregamentos ocorridos na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	34
Figura 5: Cadastro fragmentado da rede de drenagem urbana da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia, Blumenau/SC.....	37
Figura 6:Ciclo Hidrológico Global.....	39
Figura 7: Processos do ciclo hidrológico em bacias hidrográficas..	40
Figura 8: Equação geral e simplificada do balanço hídrico.....	41
Figura 9: Principais problemas decorrentes da urbanização que incidem sobre a quantidade e qualidade da água.....	45
Figura 10: A influência da urbanização nos diferentes componentes do ciclo hidrológico.....	46
Figura 11: Principais atribuições dos PPRí's.....	52
Figura 12: Distribuição espacial dos municípios que apresentam problemas de inundações e/ou alagamentos na área urbana e pontos de estrangulamento no sistema de drenagem - Brasil – 2011.....	54
Figura 13: Evolução da legislação de Recursos Hídricos no Brasil.....	56
Figura 14: Princípios da Declaração de Bathurst.....	66
Figura 15: SIG como ferramenta para análise e planejamento da paisagem.....	69
Figura 16: Mapa de Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia no município de Blumenau.....	70
Figura 17: Rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	71
Figura 18: Perfil Planialtimétrico da cidade de Blumenau no sentido norte-sul.....	72
Figura 19: Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	72
Figura 20: Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	73

Figura 21: Mapa Hipsométrico da bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	74
Figura 22: Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	75
Figura 23: Mapa de Cobertura Florestal da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	76
Figura 24: Bairros do Município de Blumenau/SC localizados na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	77
Figura 25: Modelo de Análise Proposto.....	82
Figura 26: Etapas Organizacionais da Pesquisa.....	84
Figura 27: Fluxograma metodológico proposto.....	87
Figura 28: Principais cursos da água que compõem a bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	98
Figura 29: Perfil longitudinal do Ribeirão Garcia.....	100
Figura 30: Localização da Estação Meteorológica Garcia de Blumenau.....	101
Figura 31: Mapa de Isozonas.....	107
Figura 32: Mapas de Classes de Adensamento para os anos de 1978, 1993, 2003 e 2009.....	118
Figura 33: Mapa de Classes de Impermeabilização para os anos de 1978, 1993, 2003 e 2009.....	120
Figura 34: Mapa (1864) com a demarcação dos lotes coloniais.....	126
Figura 35: Estrutura fundiária colonial detectada na malha urbana do bairro Garcia, ano 2009, localizado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	127
Figura 36: Avanço da urbanização sobre a bacia hidrográfica do ribeirão Garcia.....	130
Figura 37: Área de Proteção permanente (APP) estabelecida pelo Decreto Municipal nº 1.567/80, localizado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	132
Figura 38: Detalhamento zonas amostrais.....	138
Figura 39: Modelo questionário aplicado.....	140
Figura 40: Perfil longitudinal da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia com a espacialização das áreas amostrais.....	143
Figura 41: Linha do tempo das leis urbanísticas do Município de Blumenau/SC: 1883 –2010.....	155
Figura 42: Área de APP para o Ribeirão Garcia, segundo a Legislação Ambiental Federal, Estadual e Municipal.....	161

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Média do numero de dias de chuva mensais para a estação da ANA nº 02649009 (Garcia).....	103
Gráfico 2: Média das Alturas Pluviométricas Mensais para a estação da ANA nº 02649009 (Garcia).....	103
Gráfico 3: Total de dias de chuva anuais para a estação da ANA nº 02649009 (Garcia).....	104
Gráfico 4: Totais pluviométricos anuais para a estação da ANA nº 02649009 (Garcia).....	104
Gráfico 5: Gráfico de Altura de Chuva e Tempo de Duração.....	110
Gráfico 6: Gráfico de curvas e intensidade – duração – frequência.....	112
Gráfico 7: Número de dias anuais com altura pluviométrica ≤ 10 mm para o período de 1941 – 2000.....	114
Gráfico 8: Número de dias anuais com altura pluviométrica > 10 mm e ≤ 30 mm para o período de 1941 – 2000.....	114
Gráfico 9: Número de dias anuais com altura pluviométrica > 30 mm para o período de 1941 – 2000.....	115
Gráfico 10: Crescimento das áreas ocupadas dentro da área de APP delimitada pelo Decreto Municipal nº 1.567/1980.....	134
Gráfico 11: (a) Faixa etária dos entrevistados e (b) Nível de escolaridade.....	141

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Áreas no município de Blumenau mais vulneráveis a ocorrência de enxurradas.....	25
Quadro 2: Relação de dados utilizados na pesquisa.....	80
Quadro 3: Descrição das etapas organizacionais da pesquisa.....	85
Quadro 4: Método proposta para se atingir os objetivos específicos e para análise do meio físico, antrópico e da legislação.....	91
Quadro 5: Índices morfométricos da bacia do Ribeirão Garcia.....	94
Quadro 6: Valores de k tabelados por Weise e Reid.....	106
Quadro 7: Valores de K (Gumbel) para N= 59.....	107
Quadro 8: Fatores de conversão para as chuvas de 24, 1 e 0,1 hora.....	108
Quadro 9: Caracterização das zonas amostrais.....	136
Quadro 10: Resultados do questionário.....	142
Quadro 11: Principais diferenças entre o Código Florestas de 1965 e o Código Florestal.....	150
Quadro 12: Larguras em faixas de preservação em áreas de preservação permanente.....	152
Quadro 13: Área de APP estabelecidas pelo Código de Meio Ambiente de Blumenau (Lei Complementar 747/2010).....	158
Quadro 14: Área de ANEA estabelecidas pelo Código de Meio Ambiente de Blumenau (Lei Complementar 747/2010).....	159
Quadro 15: Limites de APP estabelecidos pelos Códigos Ambientais a nível federal, estadual e municipal para o Ribeirão Garcia.....	160

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Picos de cheias (acima de 8,5 m) registrados em Blumenau/SC.....	26
Tabela 2: Percentual de municípios que sofreram inundações e/ou alagamentos, por fatores agravantes, segundo as grandes regiões – 2011.....	55
Tabela 3: Dados da Estação Meteorológica de Indaial/SC.....	75
Tabela 4: Área em km ² e projeção da população (total), número de domicílios e densidade (habitantes por km ²), pela nova divisão de bairros – Blumenau – 2010 situados na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	78
Tabela 5: Áreas em % por tipo de cobertura e ocupação para os bairros pertencentes à Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	78
Tabela 6: Caracterização temporal Físico-topográfica e hidrológica da bacia hidrográfica para os anos de 1958, 1972, 1983, 1993 e 2003.....	95
Tabela 7: Comprimento e gradiente (Gc) dos cursos da água da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	99
Tabela 8: Precipitação máxima diária.....	105
Tabela 9: Determinação das curvas de Altura de Chuva – Duração (IDF).....	108
Tabela 10: Determinação das curvas de intensidade, duração e frequência.....	111
Tabela 11: Quantidade de dias anuais com alturas pluviométricas nas três categorias pré-estabelecidas: a) ≤ 10 mm; b) > 10 e ≤ 30 mm; e c) > 30 mm.....	113
Tabela 12: Vazões Médias Mensais por período.....	116
Tabela 13: Áreas ocupadas pelas diferentes classes de adensamento urbano na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia para os anos de 1978, 1993, 2003 e 2009.....	119
Tabela 14: Percentual de impermeabilização na bacia hidrográfica para os anos de 1978, 1993, 2003 e 2009.....	121
Tabela 15: Alterações nas variáveis morfométricas.....	122
Tabela 16: Evolução da área urbana na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	129
Tabela 17: Levantamento espaço-temporal das áreas ocupadas dentro da área de APP do Decreto 1.567/1980.....	133
Tabela 18: Quantificação das áreas de APP ao longo do Ribeirão Garcia.....	160

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADI – Ação Direta de Inconstitucionalidade
ANA – Agência Nacional de Águas
ANEA – Área não edificante
APP – Área de Proteção Permanente
ARG – Área de risco geológico
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTM – Cadastro Técnico Multifinalitário
DNOS – Departamento Nacional de Obras e Saneamento
EBM – Escola Básica Municipal
EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EPBT – Empresas Públicas de Bacias Territoriais
GTC – Grupo Técnico Científico
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICP – Comissão Internacional para a Proteção
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
PPRi – *Plan de préventiondes risques d'inondation*
SIG – Sistemas de informações geográficas
ZPA – Zonas de Proteção Ambiental
MP – Ministério Público

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	23
1.2 ANÁLISE CRÍTICA.....	25
1.3 ESTRATÉGIA DA PROPOSTA.....	28
1.4 INEDITISMO DA PROPOSTA.....	28
1.5 CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA.....	30
1.6 RELEVÂNCIAS DO TRABALHO.....	31
1.7 JUSTIFICATIVA.....	32
1.8 OBJETIVOS.....	38
1.8.1 Objetivo Geral.....	38
1.8.2 Objetivos Específicos.....	38
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	38
2.1 O CICLO HIDROLÓGICO.....	38
2.2 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO URBANONO BRASIL E SEUS IMPACTOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	43
2.3 GERENCIAMENTOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES NA COMUNIDADE EUROPÉIA.....	47
2.4 O GERENCIAMENTO DE BACIA HIDROGRÁFICAS INUNDÁVEIS NO BRASIL.....	53
2.5 O PAPEL DO MUNICÍPIO NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	59
2.6 O PLANO DIRETOR E A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	62
2.7 CADASTROS TÉCNICOMULTIFINALITÁRIO (CTM) E GESTÃO TERRITORIAL.....	65
2.8 GEOTECNOLOGIAS COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	67
3 ÁREA DE ESTUDO.....	70
3.1 A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO GARCIA.....	70
4 MATERIAIS E MÉTODO.....	79
4.1 MATERIAIS.....	79
4.2 MODELO DE ANÁLISE.....	81
4.3 MÉTODO.....	83
4.3.1Etapas Organizacionais da pesquisa.....	83
4.3.2 Fluxograma metodológico de análise proposta para bacias hidrográficas sujeitas a inundações.....	87
4.3.3 Método para alcançar objetivos específicos.....	90
5 MEIO FÍSICO.....	93
5.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA.....	93
5.1.1 Análise dos resultados.....	96
5.2 CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.....	101
5.2.1 Determinação das curvas de intensidade – duração – frequências (IDF).....	102

5.2.2	Análise dos resultados pluviométricos.....	105
5.2.3	Análise do Regime Pluviométrico.....	112
5.3	CARACTERIZAÇÃO FLUVIOMÉTRICA.....	115
5.3.1	Análise dos resultados da Caracterização Fluviométrica.....	121
5.4	ANÁLISE DO MEIO FÍSICO.....	122
6	MEIO ANTRÓPICO.....	123
6.1	ESTRUTURA FUNDIÁRIA IMPLANTADA EM BLUMENAU.....	124
6.1.1	Efeitos da Estrutura Fundiária colonial na estrutura fundiária.....	126
6.1.2	Efeitos da Legislação na ocupação do solo.....	128
6.2	PERCEPÇÕES DA POPULAÇÃO RESIDENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO GARCIA.....	134
6.2.1	Análise de áreas amostrais da bacia.....	134
6.2.2	Avaliação da percepção da população residente na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.....	139
6.3	ANÁLISES DO MEIO ANTRÓPICO.....	145
7	LEGISLAÇÃO.....	146
7.1	A CONSTITUIÇÃO E O CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO.....	147
7.2	A POLÍTICA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA.....	151
7.3	CONFRONTAÇÕES DA LEGISLAÇÃO FEDERAL E ESTADUAL.....	153
7.4	O PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE BLUMENAU E AS LEIS COMPLEMENTARES.....	155
7.5	ANÁLISES DA LEGISLAÇÃO.....	159
8	PROPOSTA.....	162
8.1	INTRODUÇÃO.....	162
8.2	PARÂMETROS PARA EMBASAMENTO DE POLITICAS PÚBLICAS.....	163
8.2.1	Necessidades do conhecimento da realidade para a implementação das políticas públicas.....	163
8.2.2	A incorporação do Cumprimento da Legislação nas políticas públicas e na mentalidade da população.....	164
8.2.3	Necessidade de avaliações técnicas.....	165
8.3	GASTOS DE RECURSOS EM PREVENÇÃO.....	166
8.4	ELEMENTOS NECESSÁRIOS PARA A TOMADA DE DECISÃO.....	167
8.5	PARÂMETROS NECESSÁRIOS PARA A INTERVENÇÃO NA ÁREA.....	168
9	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	169
9.1	CONCLUSÕES.....	169
9.2	RECOMENDAÇÕES.....	173
	REFERÊNCIAS.....	174
	ANEXO 1 – Cobrança pela área impermeabilizada do lote.....	189

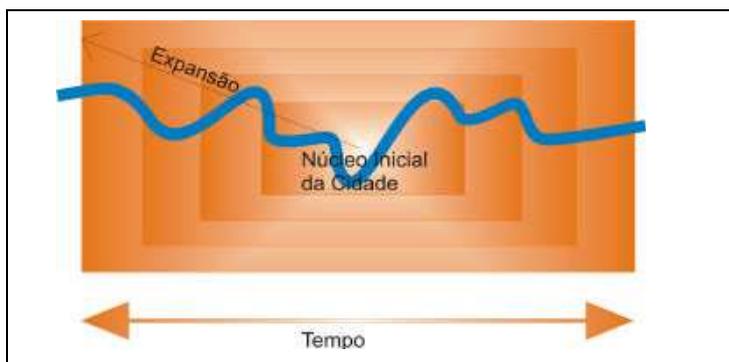
ANEXO 2 : Alturas pluviométrica mensais para o período compreendido entre 1941 e 2000, na estação meteorológica Garcia/Blumenau (02649009).....	199
ANEXO 3: Dias de Chuva mensais da Estação Garcia/SC (026490009) para o período compreendido entre 1941 e 2000.....	204
ANEXO 4: Dados Fluviométricos de Vazões Medias Mensais da Estação Garcia/ Blumenau – 83820000.....	209
ANEXO 5: Dados Fluviométricos de Vazões Medias Mensais da Estação Arrozeira/Rio dos Cedros – 83675000.....	212
ANEXO 6: Serie Histórica Completa com dados fluviométricos de vazões mensais para a Estação Garcia/ Blumenau (83820000) para o período compreendido entre 1929 e 2000.....	218

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil teve início logo após a consolidação da nova nação-Estado e se acelerou a medida que vingavam as bases lançadas em 1850 (promulgação da lei das terras e a supressão da importação de escravos) na acelerada implantação do trabalho assalariado como relação de produção predominante no país. Os trabalhadores desprovidos de seus meios de subsistência afluíam às cidades, onde se tornariam assalariados na produção e circulação de mercadorias. No processo, as cidades, além de começarem a crescer, iam perdendo suas características em contraponto ao campo, uma vez que incorporavam agora a produção de mercadorias para se transformarem em aglomerados urbanos. Desde então rapidez e intensidade tem caracterizado o processo de urbanização (DEÁK e SCHIFFER, 2004).

O desenvolvimento urbano, do ponto de vista espacial, ocorreu a partir das zonas mais baixas, próximas às várzeas dos rios ou à beira mar, em direção às colinas e morros, em função do crescimento populacional, da necessária interação da população com os corpos hídricos, utilizados como fonte de alimento e dessedentação, além de via de transporte (PORATH, 2004) (Figura 1).

Figura 1: Desenvolvimento da cidade na margem de um rio.



Fonte: PORATH, 2004.

A maioria dos países em desenvolvimento experimentou uma expansão urbana com precária infraestrutura. Em função da rápida expansão da população urbana, do baixo nível de conscientização, da inexistência de planos de longo prazo, da utilização precária de medidas

não estruturais e da manutenção inadequada dos sistemas de controle de cheias, os problemas relacionados com as águas urbanas estão cada vez mais frequentes.

Segundo Canholi (2005), as várzeas de rios, em muitos casos, passaram a ser incorporadas ao sistema viário por meio das denominadas “vias de fundo-de-vale”. Para tanto, córregos foram retificados e canalizados a céu aberto ou confinados em galerias, a fim de permitir a construção dessas vias marginais sobre os antigos meandros. Consequentemente, as várzeas que antes estavam sazonalmente sujeitas a alagamentos, foram suprimidas, o que ocasionou, além da aceleração dos escoamentos, o aumento considerável dos picos de vazão e, por conseguinte, das inundações. Essas vias de fundo de vale, ao longo do tempo, atraem intensa ocupação, o que torna impraticável a adoção de medidas que visem à ampliação dos sistemas de drenagem existentes nestes locais, em virtude dos altos custos sociais envolvidos e pelos elevados investimentos necessários em obras hidráulicas de grande porte.

À medida que os municípios se urbanizam, ocorrem, em geral, os seguintes impactos: (i) aumento das vazões máximas (em até sete vezes), devido à impermeabilização da superfície; (ii) aumento da produção de sedimentos, devido à exposição dos solos e a produção de resíduos sólidos e (iii) deterioração da qualidade da água, devido à lavagem das ruas, ao transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgoto cloacal na rede pluvial. Esses processos estão fortemente interligados quanto aos impactos indesejáveis sobre a sociedade (COLISCHONN e TUCCI, 1998).

Segundo Cardoso Neto (1998), o caminho percorrido pela água da chuva sobre uma superfície nem sempre pode ser topograficamente bem definido, pois devido às canalizações das águas, por caminhos nem sempre tecnicamente embasados, se perde a coerência com o relevo. Quando instalado o processo de urbanização de uma bacia hidrográfica, o percurso do escoamento superficial passa a ser determinado pelo traçado das ruas e acaba se comportando, quantitativamente e qualitativamente, de forma bem diferente do seu comportamento original.

Dentre os diversos fatores que influenciam de maneira determinante a eficácia com que os problemas relacionados à drenagem urbana podem ser resolvidos, segundo Maksimovic, Tejada-Guibert e Roche (2001) se destacam:

- Meios legais e institucionais que possam elaborar uma política factível de drenagem urbana;

- Uma política de ocupação de áreas de várzeas de inundação em consonância com a política de drenagem urbana;
- Meios técnicos e recursos financeiros que tornem viável a aplicação desta política;
- Empresas que dominem as tecnologias para implantação das obras necessárias;
- Entidades capazes de desenvolver atividades de comunicação social e que promovam a participação popular (Comitês de Bacia);
- Organismos que possam estabelecer critérios e aplicar leis e normas com relação ao setor (Agências de Bacia).

É necessário considerar, durante o processo de planejamento das medidas locais, a realidade complexa e sua evolução ao longo do tempo em toda a bacia. Portanto, a opinião pública deve ser formada através de campanhas educativas e de processos participativos.

A falta de regulamentação e de fiscalização do uso e ocupação do solo em áreas densamente ocupadas contribui para o aumento recorrente das inundações, acarretando diversos prejuízos, dentre os quais, surtos de leptospirose, destruição de moradias, perdas econômicas, gastos com a recuperação dos danos e, principalmente, óbitos. De modo geral, as soluções adotadas para minimizar os problemas causados pelas inundações apresentam caráter localizado.

Os problemas de inundações devem ser tratados de forma integrada a outros problemas urbanos, permitindo que o planejamento da cidade esteja ligado ao planejamento da água, tendo a bacia hidrográfica como referência.

De forma a auxiliar os gestores públicos na tarefa de planejar, gerenciar, prevenir e prover soluções para os problemas de inundações, algumas ferramentas tem sido aplicadas e avaliadas. Entre estas, citam-se as técnicas de modelagem hidrológica que auxiliam no gerenciamento dos recursos hídricos, com o intuito de melhor quantificar e caracterizar os eventos de cheias nas áreas urbanas.

O interesse em representar os processos hidrológicos é algo inerente à evolução do homem, visto que, a observação da natureza sempre despertou a curiosidade em descobrir a dinâmica dos processos que nela ocorrem. Descobriu-se, a partir daí, que as repostas para as indagações de como os processos ocorriam encontrava-se não só na natureza, mas, também, em como o homem intervinha nela (GÓES, 2009).

Se a modelagem auxilia na compreensão dos processos hidrológicos e subsidia a tomada de decisão, ressalta-se a importância de propor metodologias que auxiliem o poder público a gerir e monitorar

bacias hidrográficas localizadas em áreas urbanas, visto que, na maioria das vezes, a quantidade e a qualidade dos dados disponíveis são reduzidos.

Um dos maiores desafios do planejamento do uso da terra é o que se refere ao uso sustentável do ambiente que se baseia em uma dinâmica de transformação com igual ênfase, nas dimensões ambientais e humanas da paisagem e na consideração de intervalo temporal que abranja diferentes gerações humanas (FORMAN, 1995).

Planejar e gerenciar bacias hidrográficas envolve tipicamente administrar um problema de alocação de espaço (SHEAFFER e WRIGHT, 1982). Nesse cenário destaca-se a necessidade de ações preventivas, onde ainda forem possíveis, e corretivas, onde o problema já se encontra instalado. As ações do poder público devem ser realizadas de maneira integrada, baseadas em informações técnicas, abrangendo toda a bacia hidrográfica, esteja ela inserida num ou em vários municípios.

Portanto, o presente trabalho parte da hipótese de que existe uma lacuna na gestão de recursos hídricos no que concerne às interfaces com os aspectos relacionados às políticas urbanas de gestão do território em bacias cuja questão central para os recursos hídricos decorra de “pressões de natureza urbana”. É com base neste pressuposto que a tese se estrutura, conforme descrito a seguir.

O capítulo 1 abrange a introdução, formulação do problema, análise crítica, estratégias, ineditismo, contribuição científica, relevância do trabalho, justificativa e os objetivos: geral e específicos. O capítulo 2, denominado Revisão Bibliográfica tem por objetivo aprofundar as questões relacionadas à gestão do território, visando elucidar os desafios e as perspectivas para o gerenciamento dos recursos hídricos em bacias urbanizadas e sujeitas a inundações. O capítulo 3 apresenta a área onde será realizado o estudo de caso. O capítulo 4 apresenta os materiais e métodos utilizados no estudo. O Capítulo 5 apresenta a análise do meio físico através da caracterização morfométrica, pluviométrica e fluviométricas da bacia e suas alterações ao longo dos anos.

O Capítulo 6 apresenta a análise do meio antrópico e busca verificar a estrutura fundiária implantada em Blumenau, os efeitos da estrutura fundiária colonial na estrutura urbana atual do município e os efeitos da legislação na ocupação do solo e suas relações com o problema de inundações bem como, apresenta a percepção da comunidade residente na área de estudo em relação ao problema de inundações e em relação à atuação do poder público. O Capítulo 7, por sua vez, faz uma análise da legislação ambiental, nas três esferas:

federal, estadual e municipal, dando ênfase às áreas de APP (Área de Preservação Permanente) e ANEA (Área não edificável). O Capítulo 8 faz uma análise da proposta e o Capítulo 9 apresenta as discussões e conclusões inerentes a este estudo.

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A formulação do problema desta tese é fruto de uma análise crítica sobre as repetidas inundações que vem ocorrendo na região do Vale do Itajaí em SC, especificamente em Blumenau (Figura 2).

Figura 2: Inundações em Blumenau, SC.



(a) Enchente em 1948, Blumenau.
Fonte: Arquivo Histórico de Blumenau



(b) Enchente em 1973, Blumenau.
Fonte: Marek Para JulioZadrosny.



(c) Enchente em 1983, Blumenau.
Fonte: Arquivo Histórico de Blumenau.



(d) Enchente em 2008, Blumenau.
Fonte: do autor.

Muitos estudos têm sido desenvolvidos no rio Itajaí-Açu, mas poucos em seus afluentes e suas sub-bacias com grande área de contribuição.

Grande parte dos problemas decorrentes das inundações é resultado de um planejamento urbano historicamente deficiente e de uma legislação de ocupação territorial, muitas vezes, inadequada, ao

deixar de contemplar fatores importantes tais como hidrografia, hidrologia, morfologia e clima.

As inundações do rio Itajaí-açu, que adentram nos vales dos pequenos rios afluentes, como as inundações de 48, 73 e 83, formando quase um espelho d' água do nível do Itajaí-açu na foz de cada ribeirão, não tem sido os eventos mais comuns.

Os eventos de inundações mais comuns são enchentes produzidas na própria bacia dos ribeirões ou rios. Estas inundações, dado o curto tempo de concentração, são inundações bruscas, chamadas de enxurradas.

As enxurradas são provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais se escoam de forma rápida e intensa. Nessas condições, ocorre um desequilíbrio entre o leito do rio e as vazões provocadas por chuvas de alta intensidade e pequena duração, provocando transbordamento.

Os fundos de vale, a inclinação do terreno, ao favorecer o escoamento, contribuem para intensificar a torrente e causar danos. Esse fenômeno costuma surpreender por sua violência e menor previsibilidade.

Os principais fatores que contribuem para a vulnerabilidade da área são: (a) compactação e impermeabilização do solo; (b) construção adensada de edificações no leito secundário dos ribeirões; (c) desmatamento de encostas e assoreamento dos ribeirões; (d) acumulação de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d' água.

Segundo dados, da Secretaria de Defesa Civil de Blumenau, das áreas do município mais vulneráveis a ocorrência de enxurradas (Quadro 1), três encontram-se situadas na bacia hidrográfica do ribeirão Garcia.

O poder público do município tem adotado diversas medidas isoladas para a mitigação dos problemas oriundos desses eventos, sem que haja um conhecimento integrado do meio e uma sistematização do processo para a tomada de decisão.

Quadro 1: Áreas no município de Blumenau mais vulneráveis a ocorrência de enchurradas.

BAIRRO	RUAS	BAIRRO	RUAS
Progresso	Rua Brilhante	Gloria	Rua Grewsmuehl
	Rua São Boaventura		Rua Belo Horizonte
	Rua Anapolina		Rua Brusque
	Rua Gustavo Meyer		Rua Glória
	Rua Alberto Puhler		
	Rua Loteamento Arthur		
	Rua Rui Barbosa		
Valparaíso	Rua Antônio Zendron	Velha	Rua Hermann Kratz
	Rua Espírito Santo		Rua Irmã Aluysianis
	Rua José do Patrocínio		

Visando suprir esta lacuna este trabalho busca propor uma metodologia que auxilie o poder público do município na gestão de bacias hidrográficas sujeitas a inundações.

1.2 ANÁLISE CRÍTICA

A história das enchentes caminha lado a lado com a história da colonização e do desenvolvimento da colônia Blumenau. A primeira grande cheia registrada em Blumenau, de 16,30 metros em relação ao nível do mar, remonta o ano de 1852, dois anos após a fundação da colônia. A maior até hoje registrada data de 1880 e atingiu o nível de 17,10 metros em relação ao nível do mar. Desde então a cidade já foi inundada mais de 69 vezes.

A análise dos 71 eventos de inundações com cotas acima de 8 metros no município de Blumenau (Tabela 1), permite concluir que aproximadamente 86 % dos eventos tiveram tempo de recorrência de no máximo 3 (três) anos. Vale salientar que as inundações não apresentam sazonalidade, ou seja, não existe período do ano em que o fenômeno prevaleça, entretanto verifica-se uma tendência maior de ocorrência no inverno e primavera.

Tabela 1: Picos de cheias (acima de 8,5 m) registrados em Blumenau, SC.

Ano	Data (dia/mês)	Cota acima de 8,5 m do nível do mar			
		Outono	Inverno	Primavera	Verão
1852	29/10			16,30	
1855	20/11			13,30	
1862	**/11			9,00	
1864	17/09		10,00		
1868	27/11			13,30	
1870	11/10			10,00	
1880	23/09		17,10		
1888	****			12,80	
1891	18/06	13,80			
1898	01/05	12,80			
1900	**/06	12,80			
1911	02/10			9,86	
1911	29/10			16,90	
1923	20/06	9,00			
1925	14/05	10,30			
1926	14/01				9,50
1927	09/10			12,30	
1928	18/06	11,76			
1928	15/08		10,82		
1931	02/05	10,70			
1931	14/09		10,90		
1931	18/09		11,28		
1932	25/05	9,85			
1933	04/10			11,65	
1935	24/09			11,40	
1936	06/08		10,15		
1939	27/11			11,20	
1943	03/08		10,25		
1946	02/02				9,20
1948	17/05	11,60			
1950	17/10			9,20	
1953	01/11			9,40	
1954	08/05	9,30			
1954	22/11			12,28	
1955	20/05	10,36			
1957	22/07		9,10		
1957	02/08		10,10		
1957	18/08		12,86		
1957	16/09		9,24		

Ano	Data (dia/mês)	Cota acima de 8,5 m do nível do mar			
		Outono	Inverno	Primavera	Verão
1961	12/09		10,10		
1961	30/09			9,40	
1961	01/11			12,18	
1962	21/09		9,04		
1963	29/09			9,42	
1966	13/02				9,82
1969	06/04	9,89			
1971	09/06	10,10			
1972	02/08		10,80		
1972	29/08		11,07		
1973	25/06		11,05		
1973	28/07		9,10		
1973	29/08		12,24		
1975	04/10			12,40	
1977	18/08			9,00	
1978	26/12				11,15
1979	10/05	9,75			
1979	09/10			10,20	
1980	22/12				13,02
1983	04/03				10,35
1983	20/05	12,46			
1983	09/07		15,34		
1983	24/09			11,50	
1984	07/08			15,46	
1990	21/07		8,82		
1992	29/05	12,80			
1992	01/07		10,62		
1997	01/02				9,44
2001	01/10			11,02	
2008	24/11			11,52	
2009	06/10			8,17	
2010	26/05	8,64			
2011	31/08		8,70		
2011	09/09		12,90		
%		23,50	29,40	36,80	10,30

Fonte: CEOPS (2012).

O que faz com que se torne imprescindível que o município tenha procedimentos e políticas de trabalho adequadas a suas necessidades no que tange a gestão de bacias hidrográficas sujeitas a inundações.

Diante deste quadro, de inundações recorrentes, alguns questionamentos devem ser analisados, que podem estar diretamente ligados ao problema de pesquisa.

Dentre as hipóteses a serem analisadas seguem as que se destacam:

a) A ação antrópica gera alterações no meio físico que intervém nas características hidrológicas da bacia hidrográfica a ser analisada;

b) O poder público do município não leva em conta as características do meio físico e antrópico na gestão de bacias hidrográficas sujeitas à inundação.

c) A legislação ambiental existente não considera as transformações na bacia hidrográfica pelo uso e ocupação do solo.

1.3 ESTRATÉGIA DA PROPOSTA

Um dos maiores desafios do poder público está relacionado com o planejamento do uso da terra, principalmente no que se refere ao uso sustentável do ambiente. Neste sentido, a utilização de fotografias aéreas e imagens de satélite, gerando produtos cartográficos compatíveis às análises do uso e ocupação do solo, associadas ao uso da ferramenta SIG, torna-se de fundamental importância, pois contribui com a análise da dinâmica temporal das transformações das bacias hidrográficas.

Não se pode admitir que o planejamento da ocupação de bacias hidrográficas se dê sem que haja um prévio conhecimento das características do meio físico, antrópico e da legislação; parâmetros básicos para que se possa definir o que seja viável implantar e de que forma.

O presente trabalho apresenta uma proposta metodológica, apoiada no uso de dados de sensoriamento remoto e dos sistemas de informações geográficas (SIG), que auxilie o poder público municipal na gestão de bacias hidrográficas sujeitas a inundações tendo como base a bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia, no município de Blumenau/SC. Do ponto de vista específico pretende fornecer subsídios para que o gestor publique possa tomar decisões e planejar a bacia hidrográfica pautada em informações técnicas sobre o meio.

1.4 INEDITISMO DA PROPOSTA

A integração do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) e do planejamento de uso do solo à gestão de recursos hídricos e sua articulação com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH),

visando o controle de inundações até então não tem sido tema frequente de estudos no meio científico brasileiro.

Entre as diretrizes gerais para a implantação do PNRH (art.3º) percebe-se um ponto em comum, todas estão voltadas à articulação da gestão da água com a gestão de outros recursos e com outros níveis de gestão. Em certa medida, essas diretrizes ajudam a desenvolver estratégias para alcançar os objetivos da política, em bacias específicas. Ao analisar as diretrizes, percebe-se que a PNRH contempla a própria natureza fluida da água, que a faz presente em qualquer ambiente sem respeitar limites político-administrativos ou propriedades e torna seu gerenciamento complexo. Em função da localização de uma bacia hidrográfica específica e dos conflitos nela observados, algumas diretrizes poderão ser mais relevantes para sua gestão que outras. No tocante a esta pesquisa saliento a diretriz que trata da articulação entre a gestão dos recursos hídricos com o uso de solo:

“A articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo é adotado como diretriz porque os tipos de uso da terra são os principais fatores de contaminação e escassez dos recursos hídricos. O cuidado com a água, portanto, implica cuidados com o solo. Mas a gestão do uso da terra, exceto nas Unidades de Conservação - cuja gestão é federal, estadual ou municipal -, é competência dos municípios. A articulação de que trata essa diretriz significa, portanto, que o organismo gestor de recursos hídricos e os municípios devem se articular para compatibilizar as respectivas gestões, tendo em vista a proteção da água (BRASIL, 1997).”

Aos municípios, cabe um quinhão na gestão dos recursos hídricos. Cabe a eles promover a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estadual de recursos hídricos (Art. 31º da Lei 9.433/1997). De fato, a água é de domínio do Estado ou da União, e por isso o Município não exerce controle sobre a água. Entretanto, muitas das ações que interferem diretamente na qualidade e na quantidade de água são ações de responsabilidade municipal, como é o uso do solo e o saneamento básico. Os correspondentes planos municipais, portanto, devem ser articulados com os planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas. Essa é uma exigência nova para os

municípios, que a percebem às vezes como ingerência na sua autonomia, porque ainda lhes falta conhecimento do efeito de sua ação sobre a bacia hidrográfica e dos impactos nos municípios vizinhos.

O ineditismo da proposta reside no fato de propor uma metodologia que auxilie o poder público a atender as exigências do Art. 31 da Lei 9.433/1997 e em evidenciar a utilização do CTM como ferramenta importante no processo.

“Art.31. Na Implantação da política Nacional de Recursos Hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estadual de recursos hídricos (BRASIL, 1997).”

Busca-se desenvolver uma metodologia de trabalho que possa ser replicada para as demais sub-bacias do rio Itajaí-Açu e que auxilie o gestor público na tomada de decisão na proposição de medidas integradas que visem à mitigação das inundações.

1.5 CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA

O modelo proposto pretende contribuir como uma mudança de paradigma, ou seja, uma nova forma de planejar o ambiente, focado no conhecimento do meio físico, antrópico e na legislação.

A pesquisa trata da integração (ou articulação, como diz a Lei 9.433/97) do planejamento do uso do solo como plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica, com enfoque no controle de inundações, buscando estabelecer a articulação entre as formas de uso e ocupação do solo urbano e a política de saneamento básico. Aspectos de natureza fundiária e urbanística serão avaliados, com o propósito de determinar o nível de conformidade com padrões aceitáveis de urbanização e conservação ambiental vis-à-vis a normativa em vigor no país e, em particular, em relação à normativa urbanística presente no município inserido na bacia em estudo.

Dentre outros aspectos, pretende-se analisar o quadro institucional relacionado ao planejamento, gestão e fiscalização do uso do solo; a dinâmica do processo de expansão urbana, destacando suas características principais e a resultante espacial desse processo; as práticas urbanísticas que configuram a expansão irregular e clandestina;

a coerência dos instrumentos de gestão urbana, identificando eventuais superposições e contradições entre os instrumentos de origem federal, municipal e estadual.

Os cenários serão construídos com o auxílio de geotecnologias e pretende confirmar que a expansão urbana promoveu alterações significativas no meio físico contribuindo para o aumento no nível das inundações compromete o controle das inundações urbanas na bacia em tela, dificultando a implantação de medidas que visem solucionar ou amenizar os problemas oriundos das inundações.

1.6 RELEVÂNCIAS DO TRABALHO

O crescimento urbano nos países em desenvolvimento, dentre eles o Brasil, tem sido realizado de forma insustentável, com a deterioração do meio ambiente e conseqüentemente da qualidade de vida. No Brasil aproximadamente 77% da população é urbana e no município de Blumenau, onde será realizado o trabalho, esta taxa sobe para aproximadamente 92%.

Existe uma visão limitada do que é a gestão integrada do solo urbano e de sua infraestrutura e grande parte dos problemas, dentre os quais: a) a falta de tratamento de esgoto; b) a não implementação da rede de drenagem urbana; c) ocupação do leito de inundação ribeirinha; d) impermeabilização e canalização de rios urbanos com aumento da vazão de cheia e sua frequência; e) deterioração da qualidade de água devido à falta de tratamento dos efluentes, são gerados, em parte, pela falta de conhecimento da população e dos profissionais de diferentes áreas que não possuem informações adequadas sobre os problemas e suas causas, e pela concepção inadequada dos profissionais para o planejamento e controle dos sistemas (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2009).

O poder público, assim como uma parcela importante dos profissionais (engenheiros e arquitetos) que atuam no meio urbano está desatualizado quanto à visão ambiental e geralmente busca soluções que não levam em conta o meio onde serão inseridas.

O presente trabalho pretende propor uma metodologia e desenvolver conhecimento para embasar soluções e ações numa outra perspectiva. Com os resultados, pretende-se oferecer subsídios para melhorar o planejamento territorial, propiciando, assim, uma melhor qualidade de vida à população.

1.7 JUSTIFICATIVA

No Brasil e no mundo, as cidades se deparam com grandes desafios. O padrão de vida dos moradores das cidades tem diminuído de forma acentuada e os órgãos públicos são praticamente incapazes de agir com eficiência para alterar este fato.

As adversidades climáticas têm afetado significativamente o Estado de Santa Catarina, em especial a região do Vale do Itajaí, ao longo de sua história. Essas adversidades são relacionadas com diferentes padrões ambientais atmosféricos.

Em outubro de 1990 as fortes chuvas associadas à construção de casas sem as mínimas condições de moradias (sub-moradias) desmatamentos em larga escala, aterros e ocupação de linhas de drenagem natural, resultaram em uma enxurrada que atingiu principalmente o entroncamento entre os bairros Garcia, Gloria e Progresso, no Distrito do Garcia, na região sul do município e resultou na morte de 21 pessoas.

Em novembro de 2008 o Estado de Santa Catarina e em especial o Vale do Itajaí foram atingidos por um conjunto de eventos que ocasionaram a destruição de muitas casas, edifícios, fabricas, escolas, lavouras, pastagens, estradas, e resultou na morte de 24 pessoas (Figura 3). A grande intensidade de chuvas acarretou escorregamentos e inundações em todos os pequenos cursos da água, que por sua vez geraram a destruição das margens e das estruturas nelas edificadas: pontes, estradas, casas, estruturas estas edificadas em áreas legalmente destinadas a proteção permanente (SANTA CATARINA, 2009).

Em novembro de 2011, o Vale do Itajaí, com ênfase para as cidades de Blumenau e Rio do Sul, volta a ser assolada por inundações e deslizamentos de terra. Segundo balanço da Defesa Civil Estadual, dos 303 mil habitantes, residentes na cidade de Blumenau, cerca de 280 mil foi de alguma maneira afetada pelas chuvas. Desses, 15 mil foram desalojados (abrigados em casas de parentes) e 41 mil estão desabrigados (em abrigos temporários).

Os impactos econômicos e sociais desse conjunto de “desastres” foram e ainda são enormes. Esses impactos se distribuem entre todos os setores da economia, tanto para o setor privado como público.

Figura 3: Consequências das chuvas intensas de novembro de 2008: Foto 1 – Bairro Centro, Prainha; Foto 2 – Bairro Garcia, Rua Amazonas; Foto 3 – Bairro Jardim Blumenau, Rua Hermann Huscher; Foto 4 – Bairro Bom Retiro, Rua Hermann Hering.



Apesar das varias inundações que ocorreram no rio Itajaí-Açu e seus contribuintes desde 1852, quando não ocorrem inundações por um longo período de tempo a população e os gestores públicos perdem a memória dos eventos críticos e acabam por ocupar áreas de risco de inundação e deslizamentos. A memória sobre inundações se dissipa com o passar do tempo e a população deixa de considerar o risco e como não há planejamento do espaço a ocupação ocorre e os prejuízos são significativos (Figuras 4).

Figura 4: Notícias vinculadas no Jornal de Santa Catarina sobre inundações bruscas e escorregamentos ocorridos na bacia do Ribeirão Garcia.

 <p>Palestra de Aumond na Câmara Vereadores Fonte: Gilmar de Souza, JSC, 1990</p>	<p>Descrição da Notícia</p>		
	<p>Jornal de Santa Catarina</p>	<p>11 e 12/11/1990</p>	<p>Blumenau</p>
<p>Geólogo recomenda interdição na região sul de Blumenau</p>			
<p>Segundo Aumond, "Uma grande faixa da região Sul de Blumenau deve ser interdita de imediato, pois o subsolo se comporta como uma verdadeira bombarelógio que pode ser ativada com a violação indevida do espaço físico" Rua Coripós e Beco Araranguá também são regiões de alta periculosidade. "é preciso planejar para evitar que alguns locais sejam soterrados por um mar de lama (...)" Jurandir Moser questiona a ação da Prefeitura, que não recolhe o lixo nem dispõe de fiscais nas regiões atingidas. Acredita, ainda, que palestras informativas para a população sobre os riscos deveriam ser incentivadas.</p>			
 <p>Barraco destruído no Garcia Fonte: Cleide de Oliveira, DC, 1990</p>	<p>Descrição da Notícia</p>		
	<p>Diário Catarinense</p>	<p>23/12/1990</p>	<p>Blumenau</p>
<p>Técnicos querem interditar área</p>			
<p>"Ecologistas, geólogos, engenheiros e técnicos insistem na necessidade de interditar boa parte da região sul da cidade, que possui um solo mais heterogêneo, com fissuras, dobras, trincas. Eles alertam que a área deve ser isolada para impedir que o homem se instale nela (...) a fiscalização deve ser intensificada, contendo o avanço de ocupações indevidas (...) Os ecologistas estão tentando a criação da Fundação Municipal do Meio Ambiente, extinta na última reforma administrativa."</p>			
 <p>Bombeiro e cadáver Fonte: JSC, 1990</p>	<p>Descrição da Notícia</p>		
	<p>Jornal de Santa Catarina</p>	<p>15/10/1990</p>	<p>Glória e Progresso</p>
<p>Blumenau revive momentos de pânico e destruição</p>			
<p>"A chuva torrencial que caiu na madrugada de domingo em Blumenau não durou mais do que 30 minutos, mas deixou um rastro de destruição e tristeza nos bairros Progresso e Glória, onde morreram 20 pessoas e muitas ficaram feridas, além de dezenas desabrigadas."</p>			

Figura 4: Notícias vinculadas no Jornal de Santa Catarina sobre inundações bruscas e escorregamentos ocorridos na bacia do Ribeirão Garcia (continuação).

	Descrição da Notícia		
	Diário Catarinense	15/10/1990	Garcia e Progresso
	As Chuvas, O drama de Blumenau		
<p>“Os deslizamentos atingiram ruas e encostas dos bairros e provocaram o desabamento de cerca de 12 casas. A maioria das vítimas pertencia a três famílias. Segundo os bombeiros, o número de mortos pode chegar a 30.” A rua Belo Horizonte a que mais sofreu com os desmoronamentos de encostas (casas 852 a 1476 foram as mais atingidas) e, no bairro Progresso, a lama e o entulho mataram pelo menos cinco pessoas na rua São Boaventura. Com casas ainda ameaçam desabar e, segundo a Defesa Civil, o prejuízo atinge Cr\$ 300 milhões.</p>			
	Descrição da Notícia		
	Jornal de Santa Catarina	15/08/1996	Ribeirão Fresco
	Comunidade alerta para degradação ambiental		
<p>A equipe do Santa pelos Bairros constata no Ribeirão Fresco o descuido com as áreas verdes. No bairro moram cerca de 2 mil famílias que, segundo o morador Dimas Lima, falta conscientização por parte de todos. Os principais problemas são de drenagem, deposição de entulhos nas águas do ribeirão e irregularidade na coleta do lixo, desmatamentos e a ocupação das encostas.</p>			
	Descrição da Notícia		
	Jornal de Santa Catarina	24/07/1997	Morro do Arthur
	Áreas de preservação estão sendo ameaçadas		
<p>“(…) os trabalhos desenvolvidos pela prefeitura no sentido de retirar os moradores de área de risco para loteamentos populares não está evitando que novas ocupações clandestinas aconteçam.” “No levantamento da Acaprena as ocupações irregulares estão se deslocando do Morro do Arthur para as áreas florestais de preservação permanente no bairro Nova Rússia. ‘São grandes as áreas de florestas que estão sendo desmembradas e vendidas em pequenos lotes’, revela Bacca.”</p>			

Bombeiros nos locais atingidos
Fonte: Maurício Vieira, JSC, 1990

Ribeirão Fresco
Fonte: Gilberto Hertz, JSC, 1996

Morro do Arthur
Fonte: Arthur Moser, JSC, 1997

Figura 4: Notícias vinculadas no Jornal de Santa Catarina sobre inundações bruscas e escorregamentos ocorridos na bacia do Ribeirão Garcia (continuação).

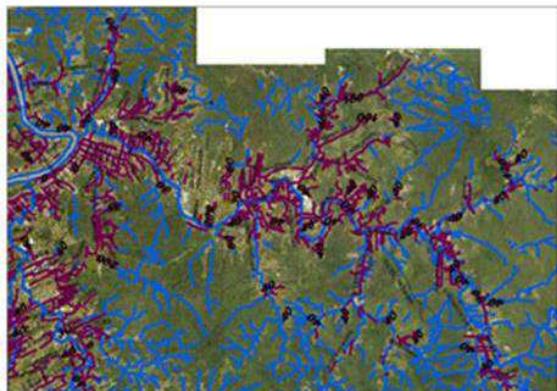
 <p>Casa parcialmente destruída no Garcia Fonte: Gilmar de Souza, JSC, 1999</p>	Descrição da Notícia		
	Jornal de Santa Catarina	15/09/2000	Vorstadt e Garcia
	Chuva causa novo deslizamento		
<p>Por causa de um deslizamento de terra, uma residência no alto da rua Pedro Krause (Vorstadt) estava prestes a cair sobre outra. No Garcia, mais uma casa foi parcialmente destruída com a queda de um muro de concreto. O principal motivo é a chuva intensa dos últimos dias. No Vorstadt existem, ainda, pelo menos 50 residências na mesma situação de perigo.</p>			

Fonte: Jornal de Santa Catarina.

Ao examinar melhor os fatos que levaram aos desastres, bem como acarretaram tamanha gravidade, fica evidente que não é apenas na precipitação pluviométrica que reside à justificativa. Certamente a chuva desencadeou o desastre, mas foi à vulnerabilidade dos municípios que fez com que o evento assumisse a dimensão de tragédia. (SANTA CATARINA, 2009).

As informações disponíveis ao gestor público são fragmentadas o que dificulta a tomada de decisões. Ficando o gestor público a mercê de pressões sociais e políticas. Um exemplo é o Cadastro da Rede e Microdrenagem do Município de Blumenau. O Município de Blumenau não dispõe de um cadastro da Rede de Microdrenagem, as poucas informações de que se dispõe tem origem em formulários preenchidos de forma rudimentar, sem nenhuma informação espacial, pelos técnicos quando atendem chamadas de manutenção na rede de drenagem (Figura 5).

Figura 5: Cadastro Fragmentado da rede de drenagem urbana da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia, Blumenau, SC.



Legenda:

- Rede de drenagem natural.
- Rede de microdrenagem cadastrada.



- (a) Cadastro da rede de drenagem urbana na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia realizado a partir de relatórios de manutenção da rede de microdrenagem.
- (b) Relatório de campo dos serviços realizados na microdrenagem da Rua George F. Murdoch.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 Objetivo Geral

Estruturar uma proposta metodológica que auxilie na gestão de bacias hidrográficas sujeitas a inundações.

1.8.2 Objetivos Específicos

a) Analisar o meio físico, caracterizando morfométricamente, pluviométricamente e fluviométricamente a bacia piloto.

b) Analisar o meio antrópico da bacia piloto considerando o modelo de crescimento urbano e a percepção da comunidade quanto aos problemas de inundação urbana.

c) Analisar a legislação a nível municipal, estadual e federal no tocante as áreas de APP.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura buscou abordar as diversas questões relacionadas aos cursos da água em áreas urbanas, discutindo a importância desses recursos no assentamento de populações, estabelecimento de cidades e estruturação da paisagem, assim como os principais impactos que estes meios vêm sofrendo em função do processo de urbanização.

A pesquisa reuniu algumas importantes experiências de gerenciamento de recursos hídricos e inundações urbanas em países da União Europeia com sistemas de Estado Unitário e Federativo com o propósito de contribuir para o aprofundamento do tema frente à realidade brasileira.

Por ultimo busca fazer uma análise da evolução do Plano Diretor do Município de Blumenau de forma a contextualizar a área de estudo do ponto de vista legal.

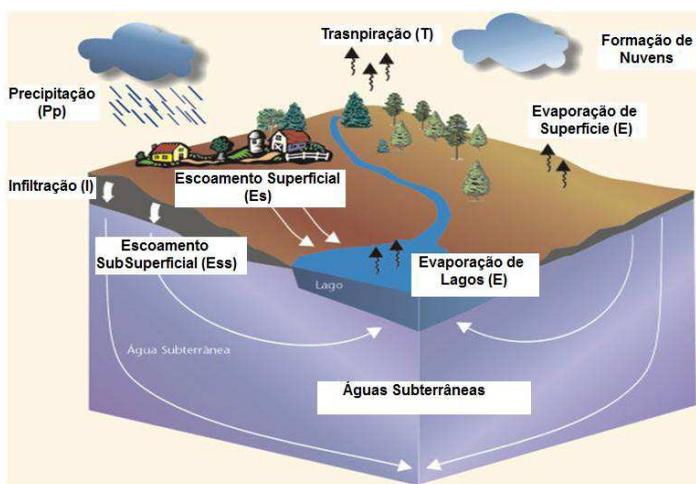
2.1 O CICLO HIDROLÓGICO

O ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, incluindo todos os prováveis processos hidrológicos (RIZZI, 2013).

O movimento da água da superfície, do subterrâneo e da vegetação para a atmosfera e de volta para a terra sob a forma de

precipitação define a trajetória do ciclo hidrológico (Figura 6). O ciclo é o processo natural de evaporação, condensação, precipitação, detenção e escoamento superficial, infiltração, percolação da água no solo e nos aquíferos, escoamentos fluviais e interações entre esses componentes. O ciclo hidrológico pode ser descrito a partir do vapor de água presente na atmosfera, o qual em determinadas condições meteorológicas condensa e forma as micro gotículas de água que, em razão da turbulência natural, se mantêm suspensas no ar. O agrupamento das micro gotículas forma um aerossol que é representado pelas nuvens (CASTILHO JR., 2003).

Figura 6: Ciclo Hidrológico Global.



Fonte: RIZZI, 2013

O ciclo da água no globo é acionado pela energia solar. Esse ciclo retira água dos oceanos através da evaporação da superfície do mar e da superfície terrestre. Anualmente cerca de $5,5 \times 10^6 \text{ km}^3$ de água é evaporada, utilizando 36% de toda a energia solar absorvida pela terra, cerca de $1,4 \cdot 10^{22}$ Joules por ano (IGBP, 1993).

Essa água entra no sistema de circulação geral da atmosfera, que depende das diferenças de absorção de energia (transformação em calor) e da refletância entre os trópicos e as regiões de maior latitude, como as áreas polares. O sistema de circulação da atmosfera é extremamente dinâmico e não linear, dificultando sua previsão quantitativa. Esse sistema cria condições de precipitação pelo resfriamento do ar úmido que forma as nuvens, gerando precipitação na forma de chuva e neve

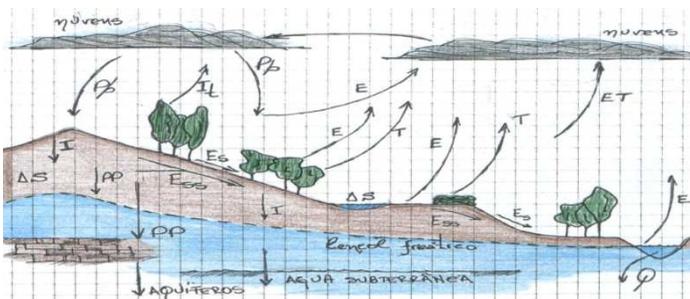
(entre outros) sobre os mares e a superfície terrestre. O fluxo sobre a superfície terrestre é positivo (precipitação menos evaporação), resultando nas vazões dos rios em direção aos oceanos.

O fluxo vertical dos oceanos é negativo, com maior evaporação do que precipitação. O volume evaporado adicional se desloca para os continentes através do sistema de circulação da atmosfera e precipita, fechando o ciclo. Em média, a água importada dos oceanos é reciclada cerca de 2,7 vezes sobre a terra através do processo precipitação – evaporação, antes de escoar de volta para os oceanos (IGBP, 1993). Esse ciclo utiliza a dinâmica da atmosfera e os grandes reservatórios de água, que são os oceanos ($1.350 \times 10^6 \text{ km}^3$), as geleiras ($25 \times 10^6 \text{ km}^3$) e os aquíferos ($8,4 \times 10^6 \text{ km}^3$). Os rios e lagos, biosfera e atmosfera possuem volumes insignificantes se comparados com os anteriores (TUCCI, 2004).

A bacia hidrográfica é o elemento fundamental de análise do ciclo hidrológico na fase terrestre (RIZZI, 2013). Os processos hidrológicos na bacia hidrográfica possuem duas direções predominantes de fluxo: um vertical e outro longitudinal. O vertical é representado pelos processos de precipitação e evapotranspiração e o Longitudinal pelo escoamento na direção dos gradientes da superfície (escoamento superficial e rios) e do subsolo (escoamento subterrâneo) (TUCCI, 1997).

Segundo Rizzi (2013) interpretando o ciclo hidrológico em bacias hidrográficas (Figura 7) pode se definir as equações do balanço hídrico na bacia (Figura 8).

Figura 7: Processos do ciclo hidrológico em bacias hidrográficas.



Fonte: RIZZI, 2013.

Figura 8: Equação geral e simplificada do balanço hídrico.

$$P_p = I_t + E + T + E_s + E_{ss} + I + \Delta S + PP \text{ (equação geral)}$$

$$P_p - E_t - Q - \Delta S = 0 \text{ (equação simplificada)}$$

P_p = precipitação
 I_t = interceptação
 E_t = Evapotranspiração
 ΔS = Armazenamento de água no solo e depressões
 I = Infiltração
 E_s = escoamento superficial
 E_{ss} = escoamento sub-superficial
 P_p = percolação profunda ou infiltração profunda
 E = evaporação da água nas superfícies
 T = Transpiração de diferentes coberturas do solo
 Q = vazão do rio (deflúvio)

Os parâmetros do balanço hídrico podem ser assim resumidos:

a) Precipitação (P_p): em hidrologia, a precipitação é entendida como toda água que provém do meio atmosférico e atinge a superfície terrestre (TUCCI, 2004). Diferentes formas de precipitação são: neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve, formas que se diferenciam em função do estado em que a água se encontra. A formação das precipitações está ligada à ascensão das massas de ar. A movimentação das massas depende de fatores como a convecção térmica, o relevo e a ação frontal da massa (PINTO et al., 1976).

b) Interceptação (I_t): é o processo pelo qual a água da chuva é temporariamente retida pelas copas das árvores. A cobertura florestal atua como uma barreira para a precipitação, ao impedir que uma porcentagem de gotas de chuva atinja o solo. A interceptação é a primeira abstração hidrológica da precipitação e sua quantidade depende tanto das características das chuvas (intensidade, altura e duração) como da cobertura vegetal do solo (tipo, densidade, espécie, etc.) e tempo ou época do ano que ocorre (RIZZI, 2013).

c) Infiltração (I): o processo de infiltração é definido como o fenômeno de penetração da água nas camadas do solo, movendo-se impulsionada pela gravidade para as cotas mais baixas, através dos vazios, até atingir

uma camada suporte, formando a água de solo (PINTO et al.,1976). A infiltração se restringe a camada superficial do solo. A taxa de infiltração do solo depende muito das condições iniciais de umidade deste solo (RIZZI, 2013).

d)Escoamento superficial (Es): o escoamento superficial representa a parte do ciclo hidrológico que estuda o deslocamento das águas de superfície da Terra (PINTO et al., 1976). Conhecido também sob a denominação de deflúvio superficial é a lamina de água formada pelo excesso de chuva que não é infiltrado no solo e que se acumula inicialmente nas pequenas depressões do micro relevo. O escoamento superficial sobre o solo saturado é formado por pequenos filetes de água que em razão da gravidade esta escoando para os pontos mais baixos do solo. Se a água que escoo pela superfície encontra uma superfície de solo não saturado pode se infiltrar novamente. Vários fatores podem afetar o processo de escoamento superficial, e os principais seriam a declividade do terreno e as características de infiltração do solo.

e)Escoamento sub-superficial (Ess): é o fluxo de água através da matriz do solo no sentido paralelo a declividade. O escoamento sub-superficial pode ocorrer em meio saturado, quando o perfil do solo já atingiu sua capacidade de campo, ou em meio insaturado quando a água se movimenta devido à força de capilaridade (RIZZI, 2013).

f)Percolação profunda (Pp): é o movimento vertical da água no perfil do solo, após a mesma se infiltrar pela superfície do solo. O movimento de percolação esta condicionada a permeabilidade ou condutividade hidráulica do solo e ao gradiente de potencial formado pela gravidade e pela tensão de umidade (RIZZI, 2013).

g)Evapotranspiração (Et): o processo de evapotranspiração representa a soma total de água de superfície que retorna à atmosfera (solo, gelo, neve e vegetação). É a soma entre o processo de evaporação e de transpiração. O processo de transpiração é influenciado pelos seguintes fatores ambientais: estação, temperatura, radiação solar, umidade relativa e velocidade do vento. As estações do ano associadas às condições solares afetam a temperatura das folhas das plantas e, conseqüentemente, o processo de transpiração (TUCCI, 2004)

h)Evaporação (E): o processo de evaporação é definido como a taxa de transferência para a atmosfera, da fase líquida para a fase de vapor, da

água contida em um reservatório natural qualquer ou em um domínio definido na escala experimental (RAMOS et al., 1989). A evaporação da água para a atmosfera depende de vários fatores, dentre os quais, as condições climatológicas e de relevo, a umidade, a velocidade do vento, a disponibilidade de água e energia, a vegetação e as características do solo (TUCCI, 2004).

i) Vazão ou Deflúvio (Q): é a quantidade ou volume de água que sai da bacia após todas as perdas possíveis ocorrerem. Refere-se à fração de água da chuva que provem dos escoamentos, superficial, sub-superficial, de base e da precipitação direta sobre os corpos da água. As características do escoamento dependem do tipo de rede de drenagem e da topografia da bacia hidrográfica, além das características do curso principal da mesma.

O comportamento hidrológico de cada bacia e a saída de caudais e sedimentos aos rios é determinado pelas condições de clima (precipitação, temperatura) e pelas características geomorfológicas (topografia, litologia e solos) sobre as que se assentam uma determinada vegetação e usos do solo, configurando, assim, sua morfologia e regime.

2.2 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO URBANO NO BRASIL E SEUS IMPACTOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

O Brasil é um dos países que sofreu uma das urbanizações mais rápidas de todo o mundo. Em 50 anos passou de um país predominantemente rural para um país eminentemente urbano, onde 82% da população residem em cidades. Esse processo de transformação do habitat e da sociedade brasileira produziu uma urbanização predatória, desigual e, sobretudo, iníqua.

O fenômeno de urbanização provocou o agravamento do histórico quadro de exclusão social, tornando mais evidente a marginalização e a violência que, atualmente, são motivos de grande apreensão, tanto por moradores e usuários, quanto para os governos das cidades.

Segundo Erba (2007), na maioria das grandes cidades latino-americanas o acesso ao solo urbano se dá por meio da informalidade imobiliária e urbanística. A forma de ocupação do solo urbano pode ser entendida através de três grandes lógicas de ação social:

a) A lógica do Estado: segundo a qual a sociedade civil e os indivíduos se submetem a uma decisão do poder público que assume a

responsabilidade de definir a seleção que garantirá o maior grau de bem estar social. Neste caso, o Estado define a forma, a localização e o objetivo público que facilitará o acesso e usufruto do solo urbano;

b) A lógica do mercado: este seria o mecanismo social que possibilita o encontro entre os que desejam comprar terrenos em áreas urbanas e os que dispõem de ofertas. Neste caso as transações podem se dar de duas formas, no mercado formal, quando o objeto da transação está de acordo com as normas jurídicas e urbanísticas da cidade em que está inserida, ou no mercado informal;

c) A lógica da necessidade: neste caso a motivação está condicionada pela pobreza, isto é, pela incapacidade de suprir uma necessidade básica.

Na ausência de regulamentações urbanas nas cidades brasileiras, os interesses imediatos do mercado prevaleceram sobre todas as demais considerações, tornando o espaço urbano objeto de renovação constante, de descaracterização cultural, perda de identidade e de memória (PEREIRA, 2009).

Ao processo de densificação e a ausência de regulamentação urbana que está ocorrendo nas áreas já ocupadas, se soma a frequente formação de novos assentamentos em diferentes setores da cidade, em particular em zonas de alta sensibilidade ambiental e não aptas à ocupação humana ou economicamente inviáveis para o desenvolvimento do mercado formal de terras. Este movimento tem gerado repercussões negativas na área social, ambiental, legal, econômica e política, não só para os milhões de pessoas que residem em assentamentos informais, mas também para os governos das cidades e para a população em geral (FERNANDES, 2004).

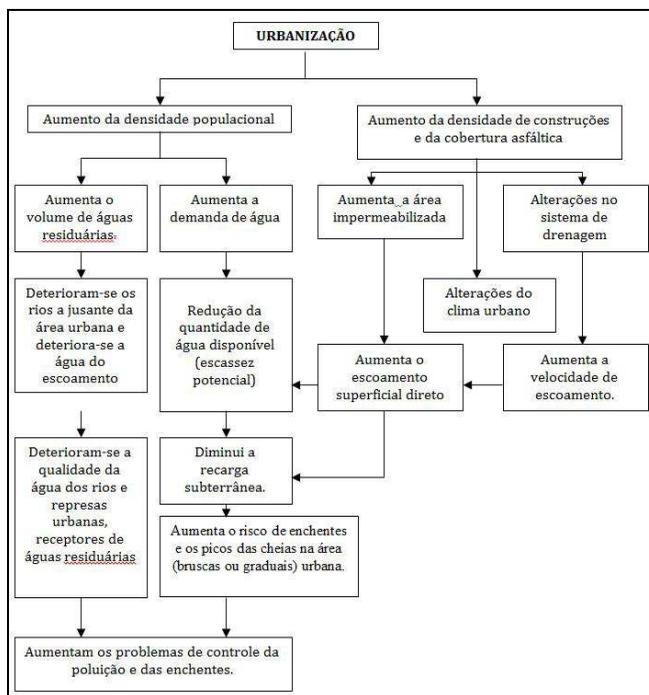
Os problemas não são novos. Fazem parte do cotidiano de nossas cidades e cada vez mais se avolumam: periferias longínquas e desprovidas de serviços e equipamentos urbanos essenciais; favelas, invasões, vilas e alagados nascem e se expandem; a retenção especulativa de terrenos é constante; o adensamento e a verticalização sem precedentes podem ser verificados com frequência; a poluição de águas, do solo e do ar assume grandes proporções.

As alterações produzidas pelo homem, no ambiente, ocorrem sempre de forma rápida e variada, provocando alterações muitas vezes irreversíveis que afetam não só os ecossistemas, mas também a própria população (PORATH, 2004).

Segundo Tucci (2005) esse processo é decorrente da falta de controle do espaço urbano que produz efeito direto sobre a infraestrutura

de água: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, inundações ribeirinhas e resíduos sólidos (Figura 9).

Figura 9: Principais problemas decorrentes da urbanização que incidem sobre a quantidade e qualidade da água.



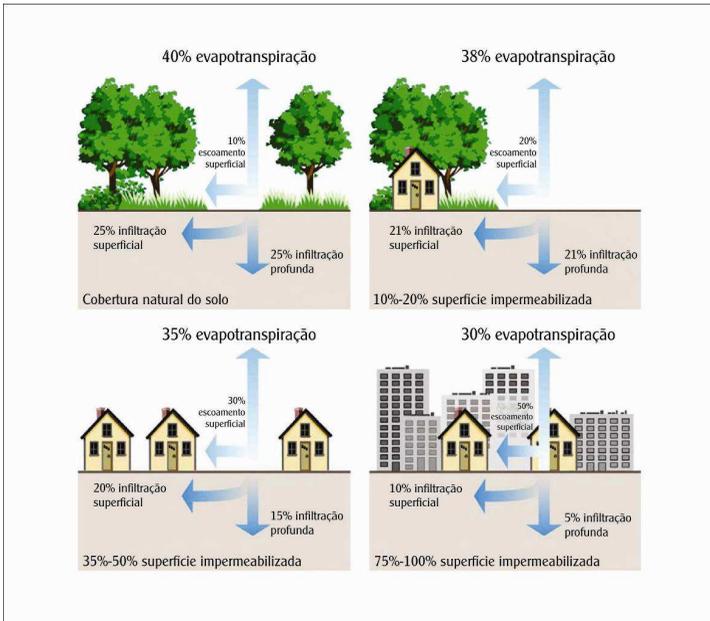
Fonte: Tundisi e Tundisi (2011).

O processo de urbanização provoca alterações sensíveis no ciclo hidrológico. O comportamento do escoamento superficial direto sofre alterações significativas em decorrência do processo de urbanização de uma bacia, principalmente como consequência da impermeabilização da superfície, o que gera maiores picos e vazões (Figura 10).

Já na primeira fase de implantação de uma cidade, o desmatamento pode causar um aumento dos picos e volumes e, conseqüentemente, da erosão do solo. Se o desenvolvimento posterior ocorrer de forma desordenada, estes resultados podem ser agravados com o assoreamento de canais e galerias, diminuindo sua capacidade de condução de água.

Os problemas advindos de um mau planejamento não se restringem ao local de estudo, uma vez que a introdução de uma rede de drenagem ocasiona uma diminuição considerável no tempo de concentração e maiores picos a jusante (MARSALEK e WATT, 1983; CARDOSO NETO, 1998; MOTA, 1999; MAKSIMOVIC, TEJADA-GUIBERT, ROCHE, 2001; ASHLEY et al., 2007).

Figura 10: A influência da urbanização nos diferentes componentes do ciclo hidrológico.



Fonte: WMO/GWP (2008).

Existe uma visão limitada do que é a gestão integrada do solo urbano e da sua infraestrutura e grande parte dos problemas destacados acima é gerada pela falta de conhecimento dos profissionais e da população, que não possuem informações adequadas sobre os problemas e suas causas, pela concepção inadequada dos profissionais de engenharia para o planejamento e controle dos sistemas, por uma visão setorializada do planejamento urbano e pela falta de capacidade gerencial dos municípios (ASHLEY et al., 2007).

Os impactos deste processo de urbanização são agravados por deficiência e/ou falta de metodologia e tecnologias sistematizadas para

compatibilizar de maneira adequada a forma urbana à capacidade de suporte do meio físico. Os modelos e padrões de urbanização utilizados no Brasil provêm de países desenvolvidos, inseridos normalmente em ecossistemas com clima temperado, cuja dinâmica é essencialmente diferente da brasileira. Por isto, estes modelos são pouco atentos às abordagens ecossistêmicas da dinâmica geo-hidro morfológica dos biomas (sub) tropicais e biodiversos (AFONSO e BARBOSA, 2005).

Não menos importantes que os impactos hidrológicos, os impactos de origem não hidrológica, que no caso específico do Brasil e da área de estudo possuem relevância bastante significativa. Devido as suas características particulares, os impactos não hidrológicos mais importantes são provenientes da ocupação do solo e do comportamento político administrativo (TUCCI, 1993).

Dentre os problemas relacionados à ocupação do solo, destacam-se as consequências da proliferação de loteamentos executados inadequadamente, decorrentes, na maioria das vezes, da venalidade e da ausência de fiscalização apropriada. Como consequência da inobservância das normas, terrenos totalmente inadequados, tais como cabeceiras íngremes e várzeas de inundação, são ocupadas. A migração interna faz com que grandes contingentes populacionais se instalem em condições extremamente desfavoráveis, desprovidas das mínimas condições de urbanidade, inviabilizando a imposição das mais básicas normas de atenuação de inundações e gerando problemas sociais graves.

Dentro da realidade brasileira, a hipertrofia acelerada e desordenada das cidades faz com que dificilmente se possa impedir o loteamento e a ocupação de áreas vazias, já que não há interesse do poder público em desapropriá-las e ocupá-las adequada e racionalmente, fazendo com que surjam áreas extensas e adensadas sem qualquer critério (CARDOSO NETO, 1998).

A vida em cidades continua a ser um desafio, pois em qualquer que seja a sua escala, a cidade é uma organização viva, dinâmica, com suas diversificadas partes em permanente interação e, conseqüentemente, conflitos de interesse sempre se apresentam.

2.3 GERENCIAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS SUJEITAS A INUNDAÇÕES NA COMUNIDADE EUROPÉIA.

Esta seção apresenta as Tendências da União Europeia no que tange a gestão dos recursos hídricos, dando destaque ao modelo de gestão adotado na Alemanha e na França. Uma vez que a experiência francesa tem servido de modelo para outros sistemas de gestão,

inclusive o brasileiro e a Alemanha, por sua vez, foi o primeiro país a contar com uma agência de bacia; a agência do Rhurque cuja fundação remonta ao ano de 1913.

Além disto, segundo Ashley et al. (2007) os países analisados foram tomados como representativos dos seguintes modelos de gestão hídrica:

a) Alemanha: gestão centralizada dos recursos hídricos com aplicação de cobrança por captação de água e por lançamento de efluentes para fins de financiamento do sistema de gestão e de obras de drenagem, de esgoto, e outras, mas com relativa descentralização em organismos de bacia;

b) França: gestão descentralizada em organismos de bacia, baseada em forte aplicação da cobrança pelo uso da água e por emissão de efluentes para fins de financiamento do sistema de gestão e de obras de controle da poluição.

Por muitos anos, foram desenvolvidas políticas de proteção contra inundações na União Europeia baseadas na criação de barreiras e desvios contra inundações. Segundo Kelly e Graven (2007), tal abordagem se tornou insustentável, haja vista que os efeitos das mudanças climáticas têm se tornado mais pronunciados e os governos têm apresentado uma consciência ambiental em relação à qualidade e uso do solo mais acentuado. A alta densidade populacional e a redução do tamanho dos lotes, em algumas áreas, têm levado a uma mudança na abordagem do gerenciamento de inundações.

Medidas estruturais como barreiras mais altas (barragens) ou a elevação de estruturas de proteção (diques) tem sido substituídas por uma nova abordagem que focada no gerenciamento de cheias de uma maneira mais sustentável, como a criação de “espaços para a água”, cuja finalidade é criar áreas que possam ser utilizadas para acomodar as águas durante e após um evento extremo. Esta mudança de estratégia tem gerado efeitos indiretos em outras áreas, tais como, planejamento urbano, projetos de conscientização social e nos métodos construtivos (ASHLEY et al., 2007).

O foco dos sistemas integrados de gerenciamento de cheias que estão sendo desenvolvidos e implementados por toda a Europa, tem sido as técnicas inovadoras de construção de residências e o planejamento urbano. Entretanto, a implementação dessas estratégias vem ocorrendo em diferentes níveis e com diferentes metodologias, em função das necessidades específicas de cada região (CARNEIRO, 2008).

A maioria dos países europeus possui seus próprios regulamentos e responsabilidades para a proteção contra inundações e o

gerenciamento de riscos, uma vez que estes regulamentos estão diretamente relacionados com outras leis (planejamento urbano, água, habitação, meio ambiente, agricultura, etc.). Alguns países estão focados, principalmente, em medidas de prevenção, enquanto outros canalizam seus esforços no gerenciamento de inundações. Apesar de os países que formam a comunidade europeia apresentarem estratégias e regulamentos diferentes, algumas estratégias são comuns no enfrentamento de inundações, dentre as quais podemos citar a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento (EC, WISE N°60, 2007).

O desenvolvimento de políticas e estratégias voltadas à prevenção e proteção sustentável de cheias é regulado através das diretrizes da UM/ECE, cujas principais orientações são (CE, WISE N° 60/ 2007):

a) Devem ser adotadas ações adequadas para criar estruturas legais, administrativas e econômicas que sejam estáveis e tecnicamente capacitadas. Estas estruturas devem permitir que todos os setores, público, privado e voluntário possam contribuir para a prevenção de cheias, segurança de barragens e na mitigação dos efeitos das cheias no que tange à saúde, segurança, propriedade, ambiente aquático e terrestre;

b) Devem ser priorizadas medidas integradas que visem o gerenciamento de águas na bacia hidrográfica como um todo;

c) Todas as atividades humanas com potencial de afetar a saúde humana e o patrimônio arquitetônico, ambiental e ecológico devem ser submetidas à avaliação de impacto ambiental. Esta avaliação deve considerar o impacto da intervenção em relação à área imediata e o entorno, incluindo os efeitos de borda;

d) O planejamento e o desenvolvimento urbano e rural devem levar em conta aspectos que visem à redução e à prevenção de cheias, o que inclui a provisão de áreas destinadas à retenção de águas.

Vale salientar que, como o risco de inundações varia muito de uma bacia para outra, à Diretiva 2007/60/CE – Inundação concentra-se numa abordagem de planejamento comum e não na identificação de medidas específicas que deverão ser tomadas. Os planos de gestão dos riscos de inundações identificarão os objetivos e ações para reduzir estes riscos e proteger as vidas humanas, as atividades econômicas, os ecossistemas e o patrimônio cultural.

Segundo Ramos (2007) a política de gestão e proteção dos recursos hídricos na Alemanha combina instrumentos de comando e controle, onde os Estados e o Governo Federal exercem uma função reguladora e fiscalizadora extremamente forte, com a aplicação de alguns instrumentos econômicos, dentre os quais se destacam a cobrança

pelo uso da água superficial e subterrânea; a cobrança pela poluição e mais recentemente, a partir de 2010, a cobrança pela área impermeabilizada do lote (ANEXO 1).

Os problemas que extrapolam os limites estaduais são tratados no âmbito do Grupo Interestadual das Águas (LAWA), onde se fazem presentes representantes dos estados envolvidos. O grupo busca propor soluções e também harmonizar as leis estaduais relativas ao assunto (KRAMER e JÄGER, 1998).

Em rios transfronteiriços sujeitos a inundações são criadas ICP - Comissão Internacional para a Proteção, cuja finalidade principal é a de assegurar a cooperação internacional para o gerenciamento do rio (LAMOTHE et al., 2005). Os objetivos das políticas públicas, nesta região, são determinados pelo ICP e os Estados membros têm independência para atingi-los.

O plano de ação contra inundações na Alemanha compreende normalmente, objetivo e estabelece prazos e metas e visa:

1. Reduzir os riscos de danos;
2. Reduzir os níveis de inundação do baixo curso do rio a partir da regulação das partes altas;
3. Aumentar a conscientização acerca das inundações – traçar mapas de risco para as planícies de inundações e áreas passíveis de inundações;
4. Melhorar o sistema de alerta contra inundações - aumentado o tempo de alerta em relação ao evento.

Por sua vez a política de gestão de recursos hídricos francesa tem servido de modelo em todo o mundo por ter sido um dos países precursores na aplicação da cobrança pelo uso da água combinada com a gestão participativa e integrada por bacias hidrográficas.

O agente-chave na prevenção de inundações francesa são as Empresas Públicas de Bacias Territoriais (EPBT) cuja finalidade é o gerenciamento equilibrado dos recursos hídricos e a preservação e gerenciamento das áreas úmidas, nas bacias e sub-bacias hidrográficas. As EPBT's são corporações públicas que coordenam "collectivités territoriales", que são representados por autoridades locais e territoriais. Eles agem em conformidade com o princípio da subsidiariedade, especificamente na área de prevenção de inundações (FRANÇA, 2001b).

De acordo com Camphuis (2007), o gerenciamento de riscos de inundações está fundamentado em três instâncias: a) na política governamental, que é essencialmente esboçada e implementada pelo Ministério do Meio Ambiente. O gerenciamento baseia-se na aplicação

da legislação que tem se tornado mais severa. O gerenciamento é implementado em nível local pelas agências estaduais locais sob a autoridade do Prefeito que age em cada um dos 100 Departamentos; b) Na ação dos prefeitos de cada uma das 36.778 (2003) municípios responsáveis pela prevenção de riscos dentro dos seus territórios e; c) Na responsabilidade dos proprietários privados.

Em termos de divisão de responsabilidade, o governo e o parlamento elaboram leis que cada Prefeito deve aplicar em seu Departamento. Isto depende da mobilização via departamentos descentralizados do Governo e servidores locais que são designados por Lei como responsáveis pela aplicação legal (FRANÇA, 1997).

É dever dos Ministérios elaborar políticas, métodos e ferramentas para viabilizar a implementação das leis, bem como, monitorar o progresso de suas aplicações e reportá-lo ao Governo (FRANÇA, 2001a).

A Lei designa o Prefeito de cada um dos 36.000 municípios franceses como responsável pela manutenção local da ordem e segurança, pelo gerenciamento do uso do solo e, portanto, pela exposição aos riscos resultantes de novas construções, além de informar aos cidadãos locais da existência de riscos tecnológicos e naturais. O Prefeito está envolvido na prevenção de riscos naturais, no gerenciamento de situações críticas ligadas a alertas de cheias e inundações e por fornecer a população informações preventivas para a proteção contra tais riscos (FRANÇA, 1997).

Nenhum prefeito, segundo Carneiro (2008), particularmente aqueles dos municípios menores, pode assumir as responsabilidades conferidas a ele por Lei sem o suporte técnico necessário providenciado pelos Departamentos. A ação prévia do Governo Central também garante que uma abordagem padronizada seja adotada para todo o país. É da competência do Governo Central: a) estabelecer o risco nos níveis nacional e departamental; b) impor padrões ao Prefeito em relação ao gerenciamento do uso do solo e c) substituir o Prefeito no gerenciamento de situações críticas em eventos de inundações quando estas excedem sua jurisdição.

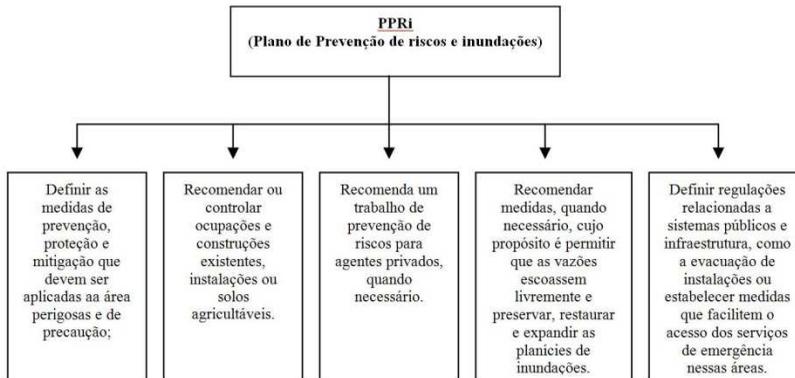
É responsabilidade de cada habitante ficar informado dos riscos aos quais está exposto, procurar tal informação e proteger a si mesmo e sua propriedade das inundações.

A legislação francesa, segundo Camphuis (2007), criou uma ferramenta para regular a construção e ocupação em áreas sujeitas a inundações. Isto é chamado de “*Plan de prévention des risques d’inondation*” (PPRi). O propósito é evitar ao máximo os riscos à vida

humana, danos a propriedades e à economia e preservar as planícies de inundações através do controle de construções em áreas expostas a riscos. O PPRi estabelece, quanto ao nível de risco, duas áreas: a) Áreas perigosas – áreas diretamente expostas a riscos, também conhecidas como áreas “vermelhas”, onde, como regra geral, toda construção ou novas instalações são proibidas e b) Áreas de precaução – áreas que não estão diretamente expostas a riscos, também conhecidas como áreas “azuis”, nas quais as construções podem agravar riscos existentes ou gerar novos.

O PPRi é solicitado pelo Prefeito aos Departamentos, que então elaboram o plano mais adequado que deve ser submetido a um período de consulta pública. Este plano é um instrumento legal coercitivo de interesse público contra terceiros. Medidas de prevenção, proteção e mitigação estabelecidas pelo PPRi podem ser obrigatórias dentro de um período de 5 anos, que pode ser reduzido em casos emergenciais (FRANÇA, 2001). As principais atribuições do PPRi são apresentadas na Figura 11.

Figura 11: Principais atribuições dos PPRi's.



Fonte: Adaptado de Camphuis (2007).

Na prática, não existe obrigação legal de conformidade entre as diretrizes do PLU e do SCOT (Plano Diretor de Ordenamento Territorial) e o PPRi. Os municípios podem questionar as diretrizes do PPRi sobre seu território, como uma ingerência do Estado no interesse municipal. São normalmente contestados os zoneamentos estabelecidos no PRI que muitas vezes impedem formas desejadas de desenvolvimento local. Um exemplo é a autorização de construir em

zonas inundáveis onde os níveis habitáveis estejam colocados mais altos do que o nível da cheia mais importante registrada.

Os países da União Europeia, independentemente do sistema de Estado, vêm mudando o foco das suas políticas de gestão de inundações, de medidas estruturais de controle para a priorização de medidas não estruturais. O entendimento é que medidas estruturais justificam-se quando economicamente viáveis ou socialmente indispensáveis. A abordagem comum consiste na regulação do uso do solo nas áreas inundáveis e em “dar espaço para o rio”, ou seja, em não permitir a ocupação abaixo da cota máxima de inundação, ao invés de priorizar investimentos em estruturas de proteção contra inundações, como a colocação de diques de contenção nas margens dos rios (LAMOTHE et al., 2005).

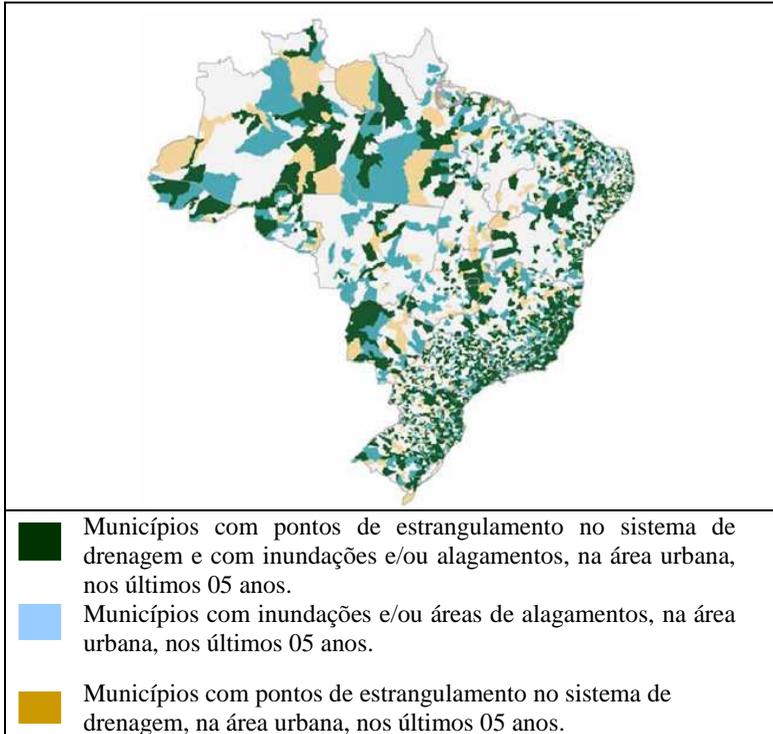
A utilização do conceito de resiliência, apropriado da ecologia, decorre dessa abordagem. A aplicação prática do conceito implica, portanto, em mudança de paradigma. Deixa de ser preponderante a engenharia construtiva e entra em cena o planejamento de longo prazo, voltado para o desenvolvimento de cidades sustentáveis capazes de conviver com as variações do ciclo hidrológico (KELLY e GARVIN, 2007).

2.4 O GERENCIAMENTO DE BACIA HIDROGRÁFICAS INUNDÁVEIS NO BRASIL

As enchentes urbanas são um problema crônico no Brasil. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2011 (IBGE, 2011), 52,2% dos municípios brasileiros declararam ter problemas de inundação e/ou alagamentos (Figura 12).

Diferenciações no uso do solo urbano podem contribuir para a ocorrência de alagamentos e inundações. Dos 2.274 municípios que declararam ter estes problemas em sua área urbana nos últimos cinco anos, 60,7% informaram haver ocupação urbana em áreas inundáveis naturalmente por cursos d'água e 48,1% informaram a existência de áreas urbanas irregulares em baixios naturalmente inundáveis.

Figura 12: Distribuição espacial dos municípios que apresentam problemas de inundações e/ou alagamentos na área urbana e pontos de estrangulamento no sistema de drenagem - Brasil – 2011.



Fonte: IBGE (2011).

Diferenciações no uso do solo urbano podem contribuir para a ocorrência de alagamentos e inundações. Dos 2.274 municípios que declararam ter estes problemas em sua área urbana nos últimos cinco anos, 60,7% informaram haver ocupação urbana em áreas inundáveis naturalmente por cursos d'água e 48,1% informaram a existência de áreas urbanas irregulares em baixios naturalmente inundáveis.

Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2011), os principais fatores agravantes de inundações e/ou alagamentos no Brasil, apontados pela população são: dimensionamento inadequado de projeto, obstrução de bueiros/bocas de lobo, obras inadequadas, ocupação intensa e desordenada do solo, lençol freático

alto, interferência física no sistema de drenagem, desmatamento e lançamento inadequado de resíduos sólidos (Tabela 2).

Tabela 2: Percentual de municípios que sofreram inundações e/ou alagamentos, por fatores agravantes, segundo as grandes regiões – 2011.

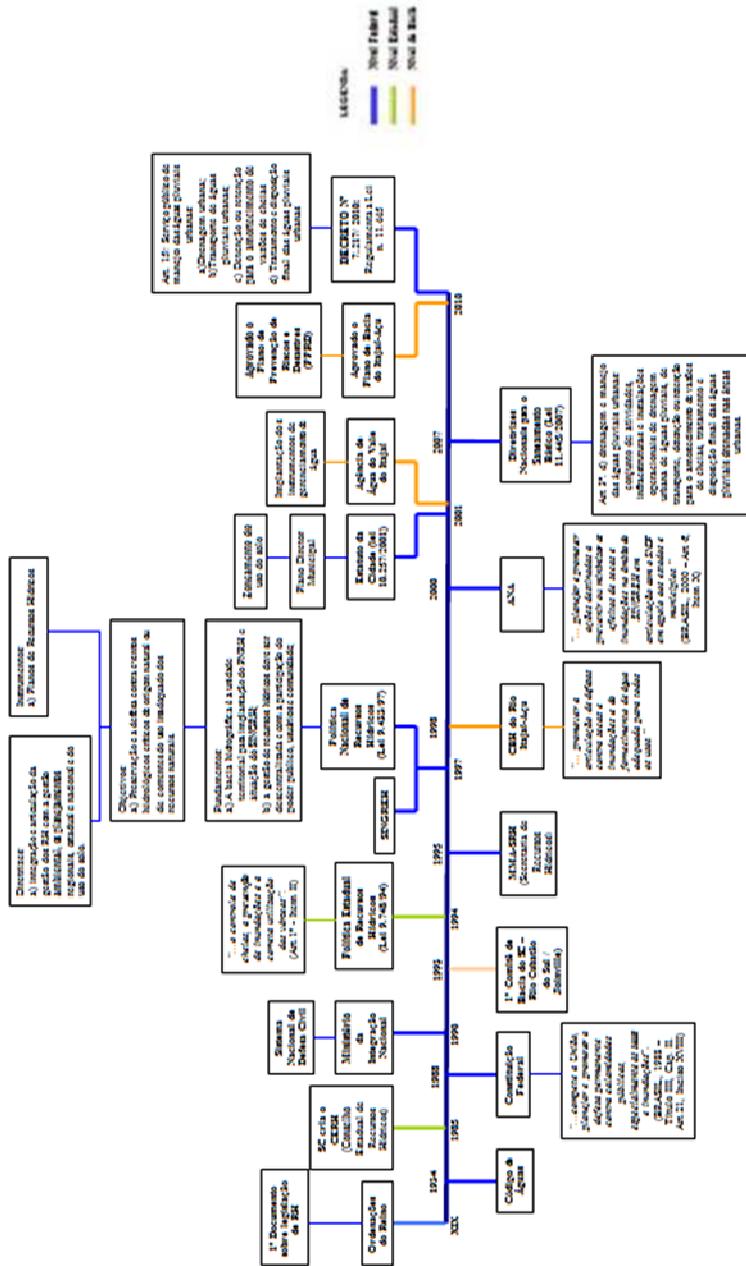
Grandes Regiões	Percentual de municípios que sofreram inundações e/ou alagamentos, por fatores agravantes (%)								
	Dimensionamento inadequado de	Obstrução de bueiros/bocas de	Obras inadequadas	Ocupação intensa e desordenada do	Lençol freático alto	Interferência física no sistema de	desmatamento	Lançamento inadequado de	Outros
BRASIL	30,7	45,1	31,7	43,1	15,8	18,6	21,3	30,7	19,3
Norte	26,7	37,3	30,0	50,0	16,7	16,0	22,7	32,7	26,0
Nordeste	22,4	34,5	31,4	45,8	17,4	18,0	17,9	30,3	22,4
Sudeste	34,2	50,3	33,4	45,4	14,8	18,7	26,7	33,4	16,8
Sul	37,2	54,5	30,5	35,6	14,8	20,7	16,5	26,4	16,9
Centro-Oeste	28,9	35,5	28,9	35,5	17,4	14,9	20,7	29,8	23,1

Fonte: IBGE (2011).

O crescente comprometimento na qualidade e quantidade dos recursos hídricos, o aumento na complexidade envolvida no gerenciamento dos múltiplos interesses em torno da água, somados ao processo de democratização da sociedade brasileira, são alguns dos condicionantes históricos que favoreceram o processo de criação de uma série de instrumentos de gestão das águas.

No Brasil, os primeiros documentos sobre a legislação relativa aos Recursos Hídricos remontam ao século XIX quando, ainda sob o domínio português, vigoraram as ordenações do Reino. De lá para cá foram inúmeras as leis e regulamentos alterando as normas sobre a utilização dos recursos hídricos (Figura 13).

Figura 13: Evolução da Legislação de Recursos Hídricos no Brasil.



A normalização e a institucionalização da gestão dos recursos hídricos brasileiros evoluíram de acordo com as necessidades, interesses e objetivos de cada época (HENKES, 2004). Desde a Constituição Federal de 1988 inexistiu no Brasil a propriedade privada de recursos naturais. Neste sentido a Política Nacional de Recursos Hídricos não só ratificou o dispositivo constitucional, como estabeleceu a gestão participativa e descentralizada das águas como um de seus fundamentos.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) estabelece avanços significativos na gestão de recursos hídricos uma vez que estabelece princípios, instrumentos e a participação social.

Dentre os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos vale destacar a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

A Política Nacional de Recursos Hídricos brasileira baseia-se em seis princípios: 1) a água é um bem público; 2) a água é um recurso finito e tem valor econômico; 3) quando escassa, o abastecimento humano é prioritário; 4) o gerenciamento deve contemplar usos múltiplos; 5) o manancial representa a unidade territorial para fins gerenciais; e 6) o gerenciamento hídrico deve basear-se em abordagens participativas que envolvam o governo, os usuários e os cidadãos (Tundisi e Tundisi, 2011).

Segundo a Lei 9.433/97 são instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos: os planos de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água, a outorga do direito de uso dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos e a compensação dos municípios.

Em Santa Catarina, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos foi criado pela Lei nº 6.739 de 16 de dezembro de 1985, como órgão de deliberação coletiva, vinculado ao gabinete de Planejamento e Coordenação Geral.

A política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina, Lei Estadual 9.748 de 30 de Novembro de 1994, de forma geral segue as mesmas linhas da Política Nacional de Recursos Hídricos, mas estabelece no Art1º, item II – Princípios de Aproveitamento: o controle de cheias, a prevenção de inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas, além de estabelecer punição pelo descumprimento desta Lei (SANTA CATARINA, 1994).

Fazendo referência a um fundamento da Lei 9.433, o qual preconiza que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e da

comunidade, surgem então, os Comitês de Bacias Hidrográficas que são compostos por representantes da União, Estados, Municípios, dos usuários de água e das entidades civis de recursos hídricos (BRASIL, 1997). Os Comitês de Bacia e o Poder Público municipal são os responsáveis em primeira instância pelo gerenciamento de bacias hidrográficas inundáveis.

O Estado de Santa Catarina conta atualmente com 16 Comitês de Bacia. O Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, denominado simplesmente de Comitê do Itajaí, é um arranjo institucional de organizações públicas e privadas, encarregado de orientar o uso e a proteção da água em toda a bacia hidrográfica. O objetivo do Comitê do Itajaí é promover a articulação de ações de defesa contra secas e inundações e de garantia de fornecimento de água adequada para todos os usos (COMITE DO ITAJAÍ, 2011).

A preocupação com as enchentes é a espinha dorsal do direcionamento do Comitê do Itajaí. Após 2008 a proteção contra desastres naturais voltou à agenda pública. Devido à catástrofe, o Comitê do Itajaí participou, no âmbito do GTC (Grupo Técnico Científico, instituído pelo Decreto Estadual nº 2.445/1317, de 13/07/2009), da elaboração do “Plano integrado de prevenção e mitigação de riscos de desastres naturais na bacia hidrográfica do rio Itajaí”.

O desenvolvimento do Plano Integrado de Preservação e Mitigação de Riscos de Desastres Naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí - PPRD-Itajaí foi praticamente uma imposição da sociedade em face ao desastre ambiental de novembro de 2008.

O plano estabelece a construção, a integração e a promoção de mecanismos ordenados e sistematizados na prevenção e mitigação dos riscos de desastres naturais, proporcionando resiliência (capacidade de retornar às boas condições do estado natural após uma situação crítica) e segurança para a população da região do vale do Itajaí. As suas ações são regidas por princípios inspirados no Plano de Defesa contra Enchentes do rio Reno: a água é parte do todo; a água deve ser armazenada tanto quanto possível; deve-se respeitar a dinâmica natural dos rios; os riscos existem e é preciso aprender e lidar com eles (SANTA CATARINA, 2009).

2.5 O PAPEL DO MUNICÍPIO NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Em países federativos, a competência do município concentra-se em funções que, de maneira geral, se relacionam com a dotação ou prestação de serviços públicos locais e com funções de planejamento, fiscalização e fomento, que estão relacionadas, dentre outras, com o ordenamento territorial, a proteção do meio ambiente e, também, com algum nível de regulação de atividades econômicas (DOUROJEANNI e JOURAVLEV, 1999).

Observa-se a partir da década de 1990 uma tendência à ampliação do papel das esferas públicas locais em relação à gestão do meio ambiente; não obstante, esse papel restrinja-se às funções que não implicam atos de autoridade (monitoramento, recolhimento de dados), ou às funções que, embora impliquem em atos de autoridade (funções substantivas), estão circunscritas nos níveis inferiores de relevância e autonomia administrativa (JOURAVLEV, 2003).

No caso específico da gestão de recursos hídricos, a participação municipal em organismos de bacia tem sido a principal, forma de interação com outros atores públicos e privados relacionados com a água.

Muitos fatores dificultam a atuação do município na gestão da água, sendo o principal a impossibilidade legal, por determinação Constitucional, dos municípios gerenciarem diretamente os recursos hídricos contidos em seus territórios, a não ser por repasses de algumas atribuições através de convênios de cooperação com Estados ou a União.

Segundo Castro, Alvarenga e Magalhães Júnior (2005), os municípios não estão preparados para assumir o papel de gestores isoladamente, apesar de ser a esfera administrativa mais próxima das realidades sociais, porque a partir do recorte espacial de um Município é possível apenas uma percepção fragmentada da realidade.

Este fato torna-se patente em relação à gestão de recursos hídricos de bacias hidrográficas transfronteiriças, uma vez que, a escala municipal permite apenas uma percepção fragmentada das complexas relações ambientais e sociais que não acompanham os limites político-administrativos. Entretanto, em bacias hidrográficas totalmente inseridas no território do município o poder público local pode ter maior autonomia na gestão dos recursos hídricos. Nesse caso, a melhor estratégia poderia ser a transferência da gestão desses recursos hídricos

para a prefeitura que, teoricamente, teria melhores condições de gerenciar esses recursos.

Por sua vez, a ausência de uma definição clara da natureza e das funções dos governos locais, em geral, ligadas às tarefas tradicionais de administração e fiscalização territorial e prestação de alguns serviços locais e o fato de a maioria dos Municípios terem reduzida autonomia orçamentária, tendo em vista que dependem fortemente de transferências financeiras dos outros níveis de governo; dificulta ou até mesmo inviabiliza uma participação mais efetiva na gestão das águas.

Outro aspecto é que a natureza essencialmente setorial dos interesses dos governos locais faz com que atuem mais como usuários dos recursos hídricos do que como gestores “imparciais” desses recursos (JOURAVLEV, 2003). A debilidade e falta de hierarquia institucional dos governos locais ante os atores com interesse no recurso traria maior vulnerabilidade e possibilidade de captura e politização na gestão das águas (MAKSIMOVIC; TEJADA-GUIBERT e ROCHE, 2001).

Deve-se, também, considerar o fato da bacia hidrográfica ser a principal forma terrestre dentro do ciclo hidrológico, responsável pela captação e concentração das águas provenientes das precipitações. Esse aspecto implica em alto grau de inter-relações e interdependência entre os usos e usuários da água, tornando a bacia hidrográfica a principal unidade territorial para a gestão dos recursos hídricos (IBID, 2003).

A água, nesse contexto, pode ser visualizada como uma clara representação dessa interdependência. Não há como pensá-la de forma fragmentada, ignorando a situação dos demais fatores ambientais ou suas relações (CASTRO, ALVARENGA e MAGALHÃES JÚNIOR, 2005).

Não obstante existam restrições à participação dos municípios como gestor direto dos recursos hídricos, não há dúvida em relação à importância dos governos locais no planejamento e ordenamento do território e as consequências dessa gestão na conservação dos recursos hídricos.

É atribuição do Município a elaboração, aprovação e fiscalização de instrumentos relacionados com o ordenamento territorial; tais como os planos diretores, o zoneamento, o parcelamento do solo e o desenvolvimento de programas habitacionais, a delimitação de zonas industriais, urbanas e de preservação ambiental, os planos e sistemas de transporte urbanos, dentre outras atividades com impacto nos recursos hídricos, principalmente em bacias hidrográficas predominantemente urbanas.

Um elemento importante na defesa da competência específica do Município diz respeito ao fato de ser de sua alçada o planejamento e controle do uso e ocupação do solo, atribuição essa reforçada com a aprovação do Estatuto da Cidade. Nesse sentido, a possibilidade de construção de uma gestão sustentável e integrada dos recursos hídricos, deve necessariamente passar por uma articulação clara entre as diretrizes, objetivos e metas dos planos de recursos hídricos e dos planos reguladores do uso do solo.

Segundo Peixoto (2006), a história do processo de produção do espaço urbano e do seu impacto sobre os recursos naturais e a qualidade dos assentamentos humanos evidencia as dificuldades de articulação entre a temática ambiental e urbana. Ao mesmo tempo, porém, observa-se a convergência dessas temáticas no sentido da sustentabilidade, expressa na necessidade do planejamento e da gestão urbana que podem evitar ou minimizar os impactos negativos da urbanização.

Carneiro, Cardoso e Azevedo (2009) destacam que para que os recursos hídricos sejam protegidos e utilizados de maneira sustentável é necessário que sejam geridos dentro do espaço em que se encontram de forma integrada e não isolada ao meio ambiente e ao interesse local. Salientam ainda, que “é papel do governo municipal proceder à interlocução com a sociedade, visando regular a ação coletiva e individual, pública e privada que ocorrem no território”.

O direito a cidades sustentáveis deve ser entendido, segundo Medauar (2004), como o desenvolvimento urbano ordenado, “sem caos e destruição, sem degradação, possibilitando uma vida digna a todos”. Somente com um desenvolvimento sustentável se garantirá “o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações”.

No entanto, o que se observa no país é a desarticulação entre os instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos e os de planejamento do uso do solo, refletindo, talvez, certa (des) legitimação do planejamento e da legislação urbanística nas cidades brasileiras, marcadas por forte grau de informalidade e mesmo de ilegalidade na ocupação do solo. Segundo Tucci (2004), a maior dificuldade para a implantação do planejamento integrado decorre da limitada capacidade institucional dos Municípios para enfrentar problemas complexos e interdisciplinares, da falta de procedimentos metodológicos adequados e da forma setorial como a gestão municipal é organizada.

O enfretamento das questões relacionadas à degradação dos recursos hídricos em áreas urbanizadas não será resolvido,

simplesmente, com o aporte de novas e eficientes tecnologias. A efetiva utilização de técnicas tradicionais de engenharia articuladas com iniciativas integradas de planejamento do uso do solo e gestão de recursos hídricos pode representar enormes avanços na conservação e proteção de mananciais e no controle de inundações urbanas. Dezenas de intervenções mal sucedidas demonstram que a provisão de infraestrutura na área urbana é uma tarefa complexa, que exige o conhecimento do meio físico e uma ação integrada do poder público, sem a qual a possibilidade de êxito será muito reduzida.

2.6 O PLANO DIRETOR E A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Com o advento da Constituição Federal de 1988 é que a política urbana ganhou um capítulo específico, denominado “Da Política Urbana”, delineando instrumentos para o tratamento adequado dos problemas das cidades. Contudo,

[...] o texto constitucional requeria uma legislação específica de abrangência nacional: para que os princípios e instrumentos enunciados na Constituição pudessem ser implementados, era necessária, por um lado, uma legislação complementar de regulamentação dos instrumentos; por outro, a construção obrigatória de planos diretores que incorporassem os princípios constitucionais em municípios com mais de 20.000 habitantes (BRASIL, 2001).

A partir de 2001, as diretrizes para a política urbana do país, nos níveis federal, estadual e municipal passaram a ser estabelecidas com base no arcabouço legal formado pela Constituição de 1988, o Estatuto da Cidade e pela Medida Provisória nº. 2.220 (BRASIL, 2001).

O Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/01), no artigo 1º, “estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental”. Todavia, as questões referentes à proteção e gestão dos recursos hídricos no Estatuto da Cidade não se encontram expressas, se revelando, apenas, a partir da conceituação de meio ambiente.

O artigo 2º do Estatuto da Cidade estabelece que o objetivo da política seja o de ordenar o desenvolvimento das cidades e da propriedade urbana de forma sustentável, pois o homem adapta o meio em que vive às práticas necessárias a sua sobrevivência. Desta forma, se

busca vincular diretamente o princípio constitucional da função social da propriedade com o equilíbrio ambiental, econômico e social do meio urbano, ou seja, a função social da cidade (MARCHESAN, 2002; SANTIN e CORTE, 2010).

Segundo Graf (2008), são ambientais todos os bens que adquirem essencialidade para a manutenção da vida de todas as espécies (biodiversidade) e de todas as culturas (sócio diversidade) [...]. Portanto, cada vez que o Estatuto da Cidade refere-se ao meio ambiente natural, engloba os recursos hídricos, pois a água é essencial à vida.

Analisando sobre esta ótica, fica clara a busca da Lei 10.257/01 em promover a qualidade ambiental urbana e o uso sustentável dos recursos naturais através do controle e do planejamento ambiental. No entanto, o Estatuto da Cidade é uma lei federal e possui caráter geral. Cabe aos Municípios, então, estabelecer os mecanismos e as regras locais para que as diretrizes estabelecidas no Estatuto da Cidade sejam exequíveis. O Plano Diretor surge então como o principal mecanismo, uma vez que, é através dele que se rege a política de desenvolvimento e expansão urbana (BRASIL, 2001).

O Plano Diretor é, desde 2001, um instrumento obrigatório para o Município poder intervir de maneira estratégica, participativa, política e técnica em todo o território municipal (zona urbana e rural) e tem por objetivo a execução de uma política em que as funções sociais da cidade e da propriedade sejam respeitadas em nome do desenvolvimento sustentável e do bem-estar dos habitantes (BRASIL, 2001).

Dessa forma, o Plano Diretor visa integrar o crescimento da cidade com a proteção do meio ambiente natural, a fim de que o desenvolvimento local ocorra de forma social, justa e sustentável. Segundo Pinto (2009), as cidades são, certamente, as construções humanas de maior impacto na superfície terrestre. As atividades que mais poluem e prejudicam os corpos de água estão sob a jurisdição dos municípios e é por meio do Plano Diretor que as cidades desenvolvem papel determinante no planejamento do território, buscando melhorar a qualidade da vida da população e a conservação ambiental (KLOSKE e FRANCO, 2004).

Segundo Kloske e Franco (2004) a influência da gestão das águas nos Planos é observada pela edição de normas que regulamentam questões como: desmatamento das cabeceiras dos rios, saneamento básico, tratamento dos corpos de água, ocupação de forma ordenada, construções de modo planejado para evitar obstruções ou dificuldades no escoamento, avaliação dos programas desenvolvidos pelas concessionárias, destinação dos lixos e resíduos.

Para que a qualidade ambiental seja alcançada o planejamento urbano deve ser pensado a partir do meio natural. Ou seja, as construções humanas devem se adaptar ao meio ambiente, não o inverso. O homem modifica o meio em que vive para satisfazer as suas necessidades. Entretanto, o modelo utilizado é predatório e insustentável. Nesse sentido:

Tem-se conhecimento que a degradação dos recursos hídricos na maioria dos municípios brasileiros é grave, a demanda para qualquer uso da água apresenta crescimento acelerado, e a falsa ideia de abundância de água predominando na maioria da população, o que exige uma mudança de postura quanto aos usos das águas. (CARVALHO, 2009).

Ainda, segundo Galindo e Furtado (2009) o gerenciamento e a proteção dos recursos hídricos são ineficientes e, na maioria das vezes, as políticas são mal direcionadas. Brasil (2001) ratifica que o Poder Público de todos os níveis de Governo não tem conseguido intervir na questão urbana com a eficiência necessária.

É nesse contexto que os Planos Diretores devem incorporar em seu texto a proteção de mananciais; o aproveitamento adequado dos recursos naturais; o saneamento básico; a impermeabilização do solo; a preservação de áreas ambientais em risco ou de valor cultural; os estudos de impacto de vizinhança; a mobilidade humana; a infraestrutura; as áreas de preservação permanentes; as áreas de risco; a cobertura vegetal e os resíduos, entre outros.

Carvalho (2009) destaca que, é nos municípios que as mudanças são favoráveis, através de processo de conscientização das comunidades, sempre favorável a uma maior participação nos problemas sociais e de outras naturezas, principalmente quando os atingem.

Galindo e Furtado (2009) destacam que para a efetiva conservação dos recursos hídricos faz-se necessária, a compreensão do processo social de construção e gestão do espaço onde eles se encontram, incorporando suas dimensões sociais, políticas e simbólicas. Uma gestão integrada que, além dos elementos naturais, também considere o conhecimento e a experiência da população local.

O Plano Diretor articula o uso e ocupação do solo com a gestão dos recursos hídricos, através de um planejamento participativo, em busca do desenvolvimento local socialmente justo, ambientalmente equilibrado e economicamente viável, visando garantir qualidade de vida para a população. Portanto, a participação da sociedade é fundamental na elaboração e para a aplicabilidade do estabelecido no Plano Diretor. A sustentabilidade não será alcançada se as cidades se

desenvolverem sem proteger e gerenciar os recursos hídricos (SANTIN e CORTE, 2010).

2.7 CADASTROS TÉCNICOMULTIFINALITÁRIO (CTM) E GESTÃO TERRITORIAL

Desenvolvimento sustentável não pode ser obtido sem uma administração de terras e uma gestão de terras sólida (FIG,1999).

Nos últimos anos a forma de organizar os dados territoriais foi alterada significativamente. Um dos fatores que interferiram nesta mudança foi a Resolução aprovada em 1992 na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro, que deixou clara a importância de informações territoriais confiáveis para apoiar os processos de tomada de decisões para a preservação do meio ambiente e promover o desenvolvimento sustentável. Anos depois, em 1996, a HABITAT II (Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos) reafirma a necessidade de se conhecer e administrar corretamente o território a fim de promover o desenvolvimento seguro e sustentável.

A partir desses eventos, o cadastro amplia sua participação, somando aos dados econômicos – físico – jurídicos da parcela (unidade de registro do cadastro) os dados ambientais e sociais dos seus ocupantes. Este processo, que teve início no final da II Guerra Mundial, acabou consolidando uma nova visão, transformando o Cadastro Técnico em Multifinalitário (ERBA et al., 2005).

Com a promulgação da Constituição de 1988, o Município foi inserido na organização político-administrativa da República Federativa do Brasil, exigindo que ele viesse a formar a terceira esfera da autonomia, alterando radicalmente a tradição dual de federalismo. A Constituição produziu e institucionalizou um federalismo tridimensional, a administração autônoma do Município. Os Municípios passam a receber uma proteção constitucional que faria inadmissíveis e nulos atos legislativos, não importando de que natureza, ordinária ou constituinte, praticados na esfera do poder do estado-membro, com violação em qualquer sentido da autonomia dos municípios.

Neste sentido, o governo brasileiro tem investido fortemente na modernização do Poder Público Municipal, através de programas integrados do Ministério das Cidades e da Fazenda, cujo objetivo cujo objetivo principal é a modernização da gestão administrativa e fiscal, através da capacitação de técnicos e gestores municipais; implementação de ações e sistemas destinados ao controle de arrecadação; atendimento

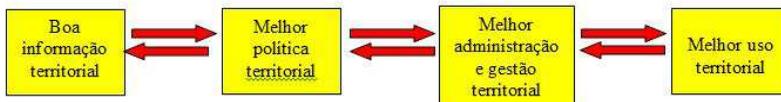
ao cidadão; comunicação de dados; controle financeiro; recursos humanos; consultorias; aquisição de equipamentos de informática; infraestrutura e geoprocessamento e; possibilita ainda ao Município, a elaboração e implementação de Plano Diretor e, Cadastro Multifinalitário e Planta Genérica de Valores (LOCH, 2007).

Segundo Loch e Erba (2007), o CTM (Cadastro Técnico Multifinalitário) compreende desde as medições, que representam toda a parte cartográfica, até a avaliação socioeconômica da população; a legislação, que envolve verificar se as leis vigentes são coerentes com a realidade regional e local; e a parte econômica, em que se deve considerar a forma mais racional de ocupação do espaço, desde a ocupação do solo de áreas rurais até o zoneamento urbano.

O Cadastro Técnico Multifinalitário apresenta diferentes faces, desde a precisão em que se pode garantir a medida do imóvel em termos de área, caracterização de sua paisagem, locação em termos de recursos hídricos, ocupação antrópica até o respeito às leis que regem a ocupação do solo (DRESBACH, 1995). A gestão territorial envolve a gestão de muitas variáveis, dentre elas, os recursos hídricos, e para que seja realizada de forma adequada exige o conhecimento do espaço de interesse com a devida análise temporal.

Segundo Larsson (1997), Enemark (2005) e Thiemann (2006), gestão territorial (*land management*) é mais do que somente descrição e análise, inclui tudo que leva à realização de metas e medidas para um uso melhor, ou mais sustentável do território, ou seja, de terrenos e solos. Isso pode significar: um melhor uso ecológico, um uso mais social (segurança do domínio / Security of Tenure, acesso a terra (*Access to Land*), iniciativas em prol dos pobres (*Pro Poor Initiatives*)) ou uso economicamente mais racional de territórios (baseado em mercados imobiliários que funcionam, sistemas confiáveis para o levantamento de valor e de impostos etc.) (Figura 14).

Figura 14: Princípios da Declaração de Bathurst.



Fonte: Fig (1999).

Segundo Lima e Philips (2000), o cadastro deve servir pra muitos fins, tais como: a) base para a cobrança racional de impostos; b) garantir a posse da propriedade; c) Base para um melhoramento do registro de

terras; d) reforma agrária; e) base para projetos de desenvolvimento: construção de estradas, projetos de economia hidrográfica (irrigação, drenagem, plantas hidroelétricas, águas subterrâneas, etc.), planejamento de novos povoados, planejamento para o desenvolvimento urbano, base para a geografia regional, base para planejamento na remodelação das propriedades (para construções, ruas, etc.); f) base para a manutenção atualizada dos mapas topográficos básicos e gerais.

Vale salientar que a parte do cadastro urbano, ainda se recente da falta de leis cadastrais que possam direcionar e impor linhas de ação mínimas para a implantação e atualização de projetos cadastrais. Segundo Loch (2007) antes mesmo da falta de legislação, normalmente, os municípios brasileiros apresentam um quadro que se caracteriza pela: a) ausência de profissionais com qualificação em Cartografia, Cadastro e Geoprocessamento; b) falta de recursos para aquisição de softwares e hardwares para a gestão da informação; c) falta de harmonia e de integração entre as equipes de gestão e de coleta de informações; d) demora na realização de projetos em função de entraves burocráticos; e) insuficiência de dados de qualidade para a gestão do território.

Para uma gestão eficiente do território é necessário o acompanhamento sistemático (monitoramento) da dinâmica dos fenômenos que interferem no espaço físico rural e urbano através de mapas, fotos e informações das áreas de interesse, elaborados em diferentes épocas, de maneira que os gestores públicos entendam, através da análise das mudanças temporais.

A avaliação física espacial em diferentes datas é básica quando se elaboram ou se revisam planos de gestão territorial, uma vez que se deve resgatar o passado para mostrar as transformações até a realidade atual, e com base nisso projetar o futuro e as intervenções que corrijam as falhas encontradas nesse processo de evolução espacial.

A gestão territorial é um trabalho integrado de entidades públicas, privadas e da sociedade organizada. O Cadastro Técnico Multifinalitário permite que toda esta experiência humana, técnica e científica possa ser integrada de forma que se construa uma realidade local a partir da história e das identidades existentes para que a comunidade não perca suas riquezas socioculturais.

2.8 GEOTECNOLOGIAS COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

A implantação de programas de gestão de bacias hidrográficas acontece com a participação de profissionais de diferentes áreas e o

êxito depende, em grande parte, da qualidade dos dados utilizados como referência para os estudos e o planejamento. Neste sentido as geotecnologias aparecem como protagonistas neste processo, pois permitem estruturar bases de dados provenientes de múltiplas fontes e gerar informações de maneira clara e precisa (ERBA, 2007).

As geotecnologias, como o Sensoriamento Remoto e o SIG, contemplam os instrumentos e métodos que podem ser utilizados para identificar, levantar e estruturar multitudes referentes ao território e sobre a população que sobre ele reside, com o objetivo de gerar informações apresentadas geralmente na forma de mapas (MÖLLER, 2003).

Desta forma, as geotecnologias podem contribuir enormemente na gestão pública dos municípios. A disponibilidade cada vez maior e mais diversa de imagens de altíssima resolução espacial a preços mais baixos que outrora; a maior acessibilidade quanto a equipamentos e programas para trabalho com imagens, inclusive gratuitas; amplia as possibilidades de as gestões públicas atuarem tanto no monitoramento da expansão das áreas irregulares e principalmente haver políticas públicas de combate à retenção especulativa de terras, que ampliem, por esta via, o necessário acesso terra e à cidade (MÖLLER, 2003).

A gestão ambiental de bacias hidrográficas, assim como, o planejamento e o gerenciamento necessitam dispor de informações do espaço físico, biológico e antrópico, para tornar possíveis orientações ao nível de planos, estratégias e ações no cenário alvo (LOCH e ERBA, 2007).

O mapeamento de áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos, inundações e processos geológicos e hidrológicos correlatos (áreas de risco), estabelecido na forma da Lei 12.340 de 2010, pode ser realizado por meio da definição de áreas alvo, investigações de campo, análise de imagens de alta resolução (Ikonos, Quickbird e Ortofotos retificadas digitais) e investigações geológico-geotécnicas de superfície. Segundo Kuxet et al. (2005), os sensores imageadores de alta resolução têm grande potencial para o mapeamento urbano geotécnico.

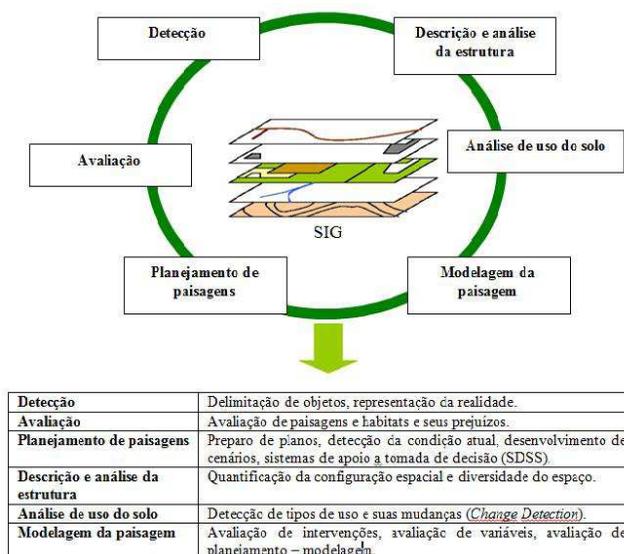
Outros autores, como Grehs (2003), indicam a possibilidade de realizar, mediante técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica, modelagens, contemplando os processos hidrológicos verticais e laterais.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), segundo Lang e Blaschke (2009), tiveram suas raízes no planejamento de paisagens e do meio ambiente. Mais de 40 anos de desenvolvimento trouxeram um grande número de métodos e aplicações. De modo geral, no entanto, o

potencial do SIG é bem maior do que o utilizamos atualmente. Segundo Bastian e Steinhardt (2002) o SIG e o Sensoriamento Remoto são “as mais importantes ferramentas holísticas para a análise, planejamento e gestão da paisagem”, uma vez que SIG's podem fornecer valiosas contribuições no apoio às tarefas e aos projetos de planejamento cada vez mais complexos.

Uma grande parte dos dados com os quais trabalhamos todos os dias tem uma relação com o espaço. Obtenção, arquivo, gestão, manipulação, análise e difusão de dados areolares são as tarefas dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's). Portanto, SIG's são utilizados para a documentação e visualização, bem como, para análise de dados areolares (LANG e BLASCHKE, 2007). A extensa faixa de possíveis aplicações de SIG é ilustrada na Figura 15.

Figura 15: SIG como ferramenta para análise e planejamento da paisagem.



Fonte: Adaptado de Lang e Blaschke (2007).

Um SIG combina informações geométricas de fenômenos espaciais ou objetos (*features*) com informações temáticas específicas em que, a rigor, a característica de localização de fenômenos também representa um atributo. Fenômenos espaciais são arquivados em coordenadas geográficas ou podem ser disponibilizados por projeções (ex. UTM). Os dados temáticos descritivos são armazenados num banco

de dados em forma de tabelas. Por meio desta combinação, determinados aspectos do mundo real são representados em forma de mapas temáticos, como mapas de águas subterrâneas, tipos de solos, hidrologia, tipos de uso do solo (LONGLEY et al., 2001; GOODCHILD, 2003).

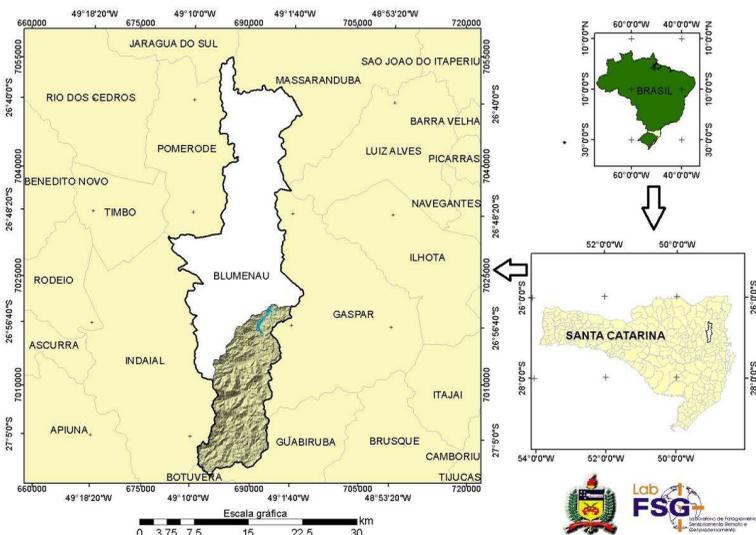
O conhecimento do espaço onde o ser humano vive e desenvolve suas atividades constitui a base para o aproveitamento dos recursos naturais e o desenvolvimento da sociedade (CENTENO, 2003).

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO GARCIA

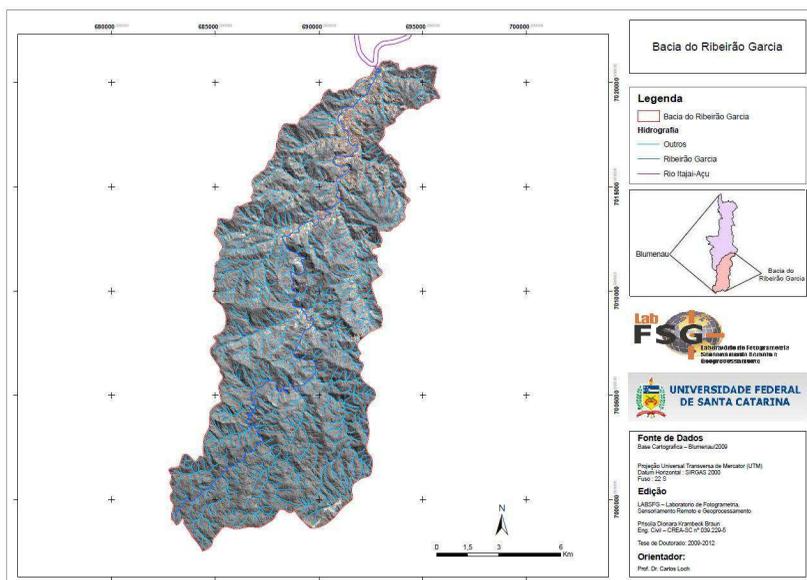
A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia, está localizada no sul do Município de Blumenau (SC), no baixo vale do Rio Itajaí-Açu com uma dimensão territorial equivalente a 158,9 km², representando aproximadamente 30% da superfície total do Município de Blumenau. Está situado entre as coordenadas: 26° 55' e 27° 08' de Latitude Sul e 49° 01' e 49° 10' de Longitude Oeste de Greenwich, fuso 22. Faz limites ao sul com Guabiruba, Botuverá e Indaial; a leste com Gaspar (Figura16).

Figura 16: Mapa de Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia no município de Blumenau.



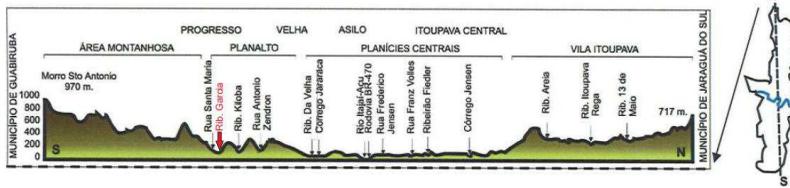
O sistema de drenagem do Ribeirão Garcia se desenvolve na margem direita do Rio Itajaí-Açu, com a confluência dos cursos da água ocorrendo dentro do sitio urbano do município de Blumenau. O ribeirão Garcia tem aproximadamente 41,7 km de comprimento desde a nascente principal até a foz no Rio Itajaí-Açu. A densidade de drenagem (Dd) foi estimada em 1,23 km/km². Atravessa a cidade sentido Sul para Norte, compreendendo quase que totalmente a região sul. As nascentes de seus principais formadores estão localizadas à cerca de 24 km em linha reta ao sul do centro de Blumenau, numa região montanhosa dentro da área de preservação ambiental, denominada “Parque das Nascentes” com 5.300 ha de extensão nas partes mais altas da bacia.(Figura 17).

Figura 17: Rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.



O espaço urbano de Blumenau apresenta diferenças notáveis na topografia e morfologia de relevo, com amplitudes altimétricas e sistemas de declives mais acentuados ao sul da cidade (Figura 18). O Vale do Garcia, especialmente o baixo curso, se constitui em uma paisagem fortemente condicionada por processos de derivação antropogênica e é considerada a área mais crítica do município. A ação antrópica vem agravando os eventos de inundação e intensificando os processos de escorregamentos.

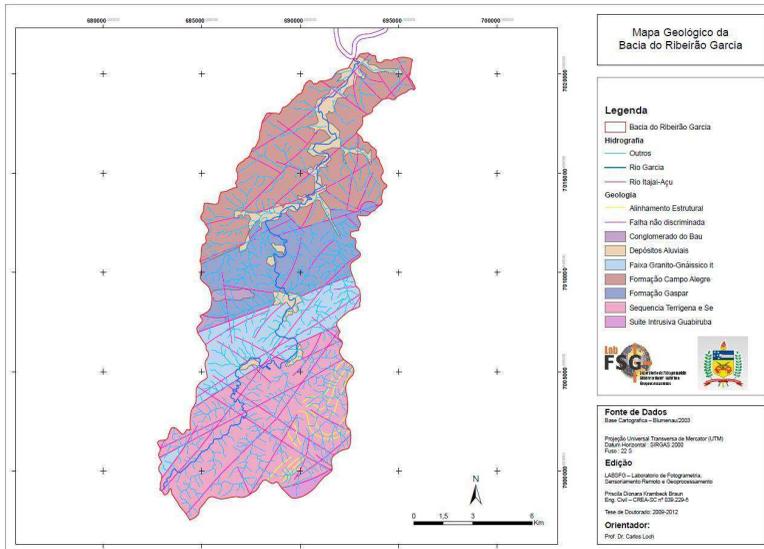
Figura 18: Perfil Planialtimétrico da cidade de Blumenau no sentido norte-sul.



Fonte: Adaptado de Porath (2004).

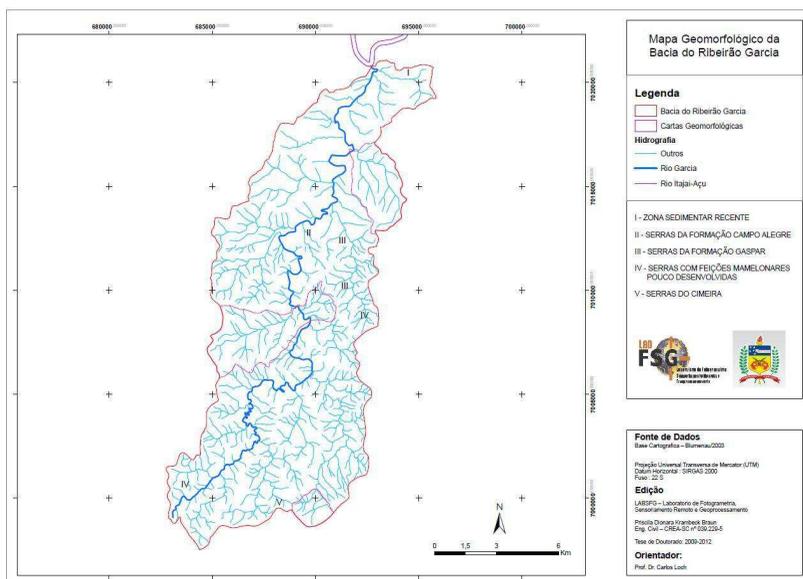
Geologicamente, a bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia se posiciona sobre três unidades estratigráficas distintas (Figura 19): ao sul, Grupo Itajaí, compondo-se de arenitos da Formação Gaspar, em segundo lugar os argilitos e siltitos acamadados da Formação Campo Alegre; no extremo-sul, o Complexo Metamórfico Brusque, composto de rochas com baixo grau metamórfico, representado por xistos e embasamentos do Grupo Itajaí-flanco sul (SANTOS 1996; AUMOND, 2009). Do ponto de vista hidro geológico o grupo Itajaí se constitui, num importante aquífero, por ter elevada porosidade e permeabilidade.

Figura 19: Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.



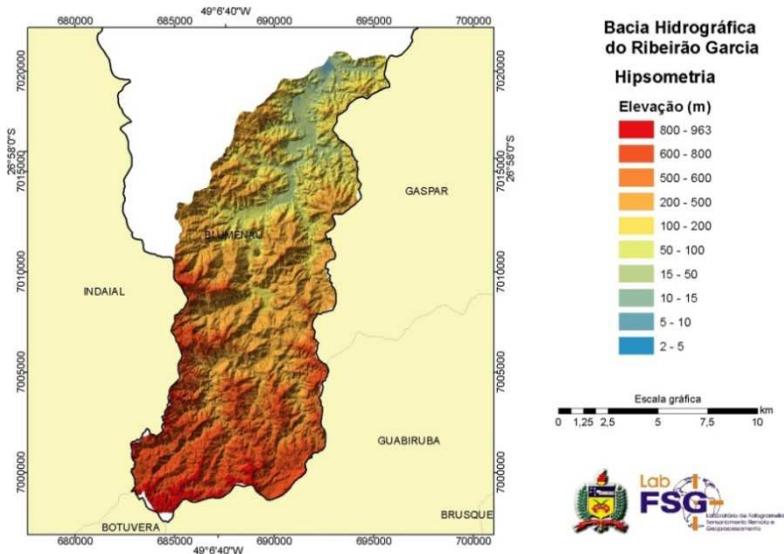
Geomorfologicamente a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia está instalada no escudo catarinense (Figura 20), onde o falhamento geológico transcorrente cria os vales em forma V, caracterizados por encostas íngremes e vales profundos, onde fluem os principais rios.

Figura 20: Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.



A bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia apresenta declividade acentuada a montante, onde as faixas altimétricas são superiores a 900 m e se encontram localizadas na serra do Itajaí. As altitudes inferiores a 50 m são mais representativas nas proximidades do exutório do Ribeirão Garcia (Figura 21).

Figura 21: Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.



Do ponto de vista pedológico (Figura 22) predominam na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia os Cambissolos Alicos (saturação de alumínio $\geq 50\%$), não hidromórficos, caracterizados por um horizonte B incipiente, de baixo gradiente textural e pela relação de média a alta de silte/argila. Os solos apresentam, normalmente, sequência de horizontes A, B e C, com variações na profundidade, cor, textura e estrutura (SANTOS, 1996).

A elevada amplitude altimétrica do município de Blumenau e a proximidade da orla atlântica (40 km) criam condições climáticas próprias à cidade e consequentemente a bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.

De acordo com a classificação de Wladimir Köppen, a região de Blumenau se enquadra no clima tipo Cfa. Para a caracterização climática do município de Blumenau foram utilizados os dados da Estação Indaial do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (Tabela 3), localizada no município de Indaial em Santa Catarina, uma vez que o município de Blumenau não dispõe de uma Estação dentro de seu território. A Estação Indaial do tipo convencional foi aberta em 1970 e em 2006 passou a ser uma estação automática.

Figura 22: Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.

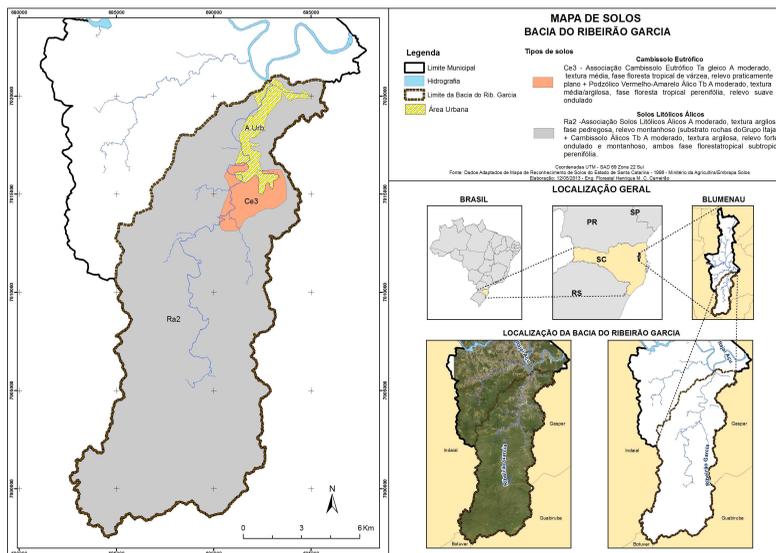


Tabela 3: Dados da Estação Meteorológica de Indaial/SC.

CARACTERIZAÇÃO CUMÁTICA														
ESTACÃO	INDAIAL/SC					CÓDIGO:			PERÍODO DE OBSERVAÇÃO				1971-1987	
OPERADORA	INMET					LATITUDE:			LONGITUDE				49°13'	
DADOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	MEDIA ANUAL
Temperatura Máxima														
Temperatura Mínima (°C)	20,4	20,8	20	17,1	14,6	12,2	12,2	13,4	14,6	16,1	17,9	19,4	198,7	16,6
Amplitude Absoluta (°C)	10	9,8	9,3	9,6	9,1	9,2	9,2	8,9	7,8	8,7	9,2	10	110,8	9,2
Insoleção (h)	178,6	161,2	164,2	159,5	153,8	136,2	139,5	121,5	110,7	137,6	149,4	135,2	1747,4	145,6
Evaporação (mm)	93,8	73,6	72,7	65,4	60,1	54,4	56,8	54,6	62	77,1	87,3	94,5	852,3	71,1
Precipitação Média (mm)	246,7	231,6	201,2	119,3	109,3	140,1	177,7	148,5	154,7	200,2	173,1	181,3	1717,3	143,1
Dias de Chuva	20	20	20	14	10	11	13	13	17	20	17	18	193	16
Umidade Relativa (%)	76	78	79	79	80	80	80	78	79	77	76	75	937	78
Ind. Pluviométrico Anual (mm)													1717,3	
Altitude da Estação (m):													86,13	
Clima (classificação): Cfb													Cfb	

Fonte: INMET, 2011.

Nos climas de grupo C (indicador de grupo de clima), a temperatura do mês mais frio varia entre 18° C e -3° C, já a temperatura dos meses mais quentes mantém-se acima de 10° C.

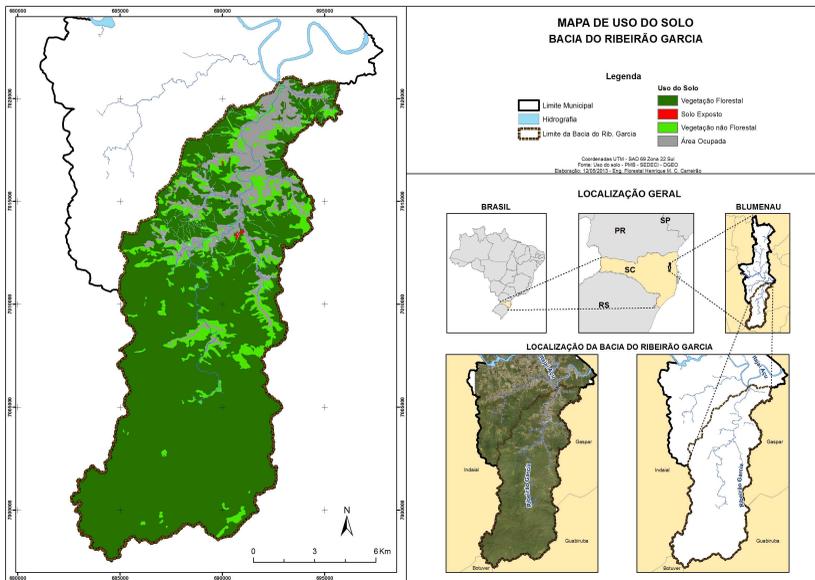
O tipo de clima Cf (segundo o regime de chuvas) apresenta chuvas igualmente distribuídas ao longo de todo o ano, não existindo uma estação seca. A diferença de precipitações entre o mês mais

chuvoso e o mês mais seco é menor para o tipo de clima f (indicador de tipo de clima), se comparado aos regimes w e s, da mesma forma, a altura da chuva correspondente ao mês mais seco deve ultrapassar os 30 mm para o tipo de clima f.

O tipo a (indicador de subtipo de clima) caracteriza-se pela existência de verões quentes, onde a temperatura média do mês mais quente mantém-se acima dos 22° C.

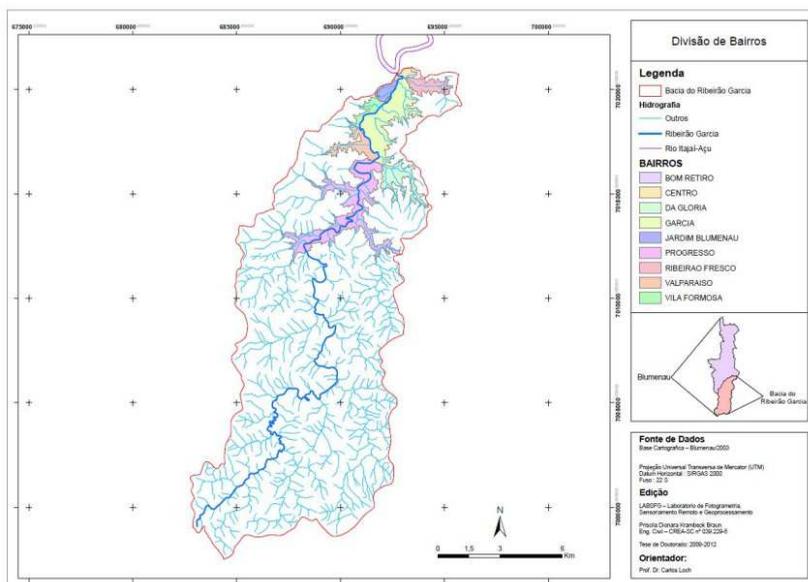
Considerando a Cobertura Vegetal a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia apresenta uma boa cobertura vegetal natural (Mata Atlântica) nas partes mais montanhosas, concentrada em manchas em áreas da Fazenda Faxinal, Morro do Spitzkopf, da Artex e extensas áreas de reflorestamento de pinus e eucaliptos, bem como de recente reflorestamento de diversas espécies de palmeiro (Figura 23).

Figura 23: Mapa de Cobertura Florestal.



A área urbana da bacia ocupa aproximadamente 14,06 km². A maior parte da população encontra-se concentrada da porção central do Ribeirão em direção à foz, as quais habitam os bairros Garcia, Progresso, Gloria, Valparaíso, Ribeirão Fresco, Vila Formosa, Centro e Jardim Blumenau (Figura 24).

Figura 24: Bairros do Município de Blumenau/SC localizados na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.



A bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia constitui-se na área mais populosa do município, com aproximadamente 47.359 mil habitantes (Tabela 4), e grande parte desta população sofre com as inundações. A Prefeitura Municipal de Blumenau considera que o Bairro Garcia tenha chegado ao limite de ocupação (limite espacial) registrando verdadeira explosão demográfica em direção aos topos das cadeias de morros da Rua Itapuí, que o delimita. (BLUMENAU, 2009).

Considerando o tipo de Cobertura Vegetal e a ocupação para os bairros pertencentes à Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia (Tabela 5), os bairros Ribeirão Fresco e Progresso apresentam mais de 75 % de suas áreas ocupadas por Florestas em estágio avançado de regeneração, já o bairro Jardim Blumenau apresenta mais de 50% de áreas construídas.

Tabela 4: Área em km² e projeção da população (total), número de domicílios e densidade (habitantes por km²), pela nova divisão de bairros – Blumenau – 2010 situados na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.

Bairros	Área em km ²	População 2010* Total	Nº Domicílios	Densidade (hab./km ²)
Da Glória	1,95	6.384	2.117	3.274
Garcia	4,53	16.900	6.118	3.731
Jardim				
Blumenau	0,64	2.040	853	3.187
Progresso	6,68	14.272	4.180	2.137
Ribeirão				
Fresco	1,22	1.360	535	1.115
Valparaíso	1,42	5.705	1.912	4.018
Vila Formosa	0,80	698	265	872
TOTAL**	17,24	47.359	15.980	2.747,04

* Para as projeções da população por bairros e domicílios utilizou-se proporção de pessoas residentes em 2005.

** Para as projeções da população total utilizaram-se as estimativas de população do IBGE como referencia.

Fonte: Blumenau (2009).

Tabela 5: Áreas em % por tipo de cobertura e ocupação para os bairros pertencentes à Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.

CLASSES DE COBERTURA VEGETAL (%)	BAIRROS – BACIA HIDROGRÁFICA RIBEIRÃO GARCIA						
	Ribeirão Fresco	Progresso	Garcia	Da Glória	Valparaíso	Vila Formosa	Jardim Blumenau
ÁREAS EM KM2	1,22	6,68	4,53	1,95	1,42	0,80	0,64
Floresta em estágio avançado de Regeneração	75,44	75,50	46,95	65,82	69,14	41,25	17,19
Floresta em estágio médio de Regeneração	2,63	3,80	2,80	5,50	1,76	16,25	10,94
Floresta em estágio inicial de Regeneração	5,12	3,41	3,12	4,02	3,72	11,25	6,25
Reflorestamento	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pastagem e áreas abandonadas	3,38	6,81	5,61	6,54	6,59	1,25	4,69
Quintal de plantações	7,82	6,63	22,29	9,42	10,57	0,00	0,00
Solo exposto	1,48	1,23	2,66	2,20	1,56	5,00	3,12
Áreas construídas	4,03	2,61	16,56	6,50	6,66	25,00	57,81

Quanto aos aspectos econômicos, segundo Blumenau (2009) o setor primário da agricultura, se desenvolve em pequenos minifúndios, com holericultura e ainda culturas significativas de banana, milho, mandioca, arroz, batata-doce entre outras. Com relação ao setor industrial, Blumenau conta com aproximadamente 1.750,00 industriais, sendo os ramos têxteis, do vestuário, da metalúrgica, e da construção civil, os ramos mais significativos. Sob o aspecto de recursos minerais, especificamente, as ardósias do grupo Itajaí poderão ter significado na área de pisos.

As principais atividades humanas encontradas na porção rural da bacia concentram-se na agricultura de subsistência, pecuária, piscicultura e lazer.

4 MATERIAIS E MÉTODO

Toda pesquisa deve passar por uma fase preparatória de planejamento devendo-se estabelecer certas diretrizes de ação e fixar-se uma estratégia global. A realização deste trabalho prévio é imprescindível.

A ciência se apresenta como um processo de investigação que procura atingir conhecimentos sistematizados e seguros. Para alcançar este objetivo é necessário que se planeje o processo de investigação, isto é, traçar o curso de ação a ser seguido no processo da investigação científica.

O presente capítulo divide-se em três partes. A primeira parte denominada de Materiais apresenta os dados utilizados na pesquisa, a segunda parte apresenta o Modelo de Análise e a terceira parte, apresenta o método utilizado para que se possa atingir o objetivo geral do trabalho, bem como os objetivos específicos.

4.1 MATERIAIS

Para realização deste trabalho foram utilizados materiais cartográficos em meio analógico e digital, produtos de sensoriamento remoto (imagens de satélite e series históricas de fotos aéreas), dados coletados em campo, mapas temáticos e cadastros variados, dados hidrometeorológicos, boletins da defesa civil e legislações e determinações legais (Quadro 2).

Quadro 2: Relação de dados utilizados na pesquisa.

ITEM	TIPO DE MATERIAL	DESCRIÇÃO
1	Material cartográfico em meio analógico e digital	<p>Ortotocarta Planialtimétrica do ano de 1993 na escala 1:2.000 (área urbana) e 1:10.000 (área rural) dos Bairros: Ribeirão Fresco, Garcia, Gloria, Progresso, Valparaíso, Vila Formosa, Jardim Blumenau e Centro</p> <p>Ortofotocarta Planialtimétrica do ano de 2003 na escala 1:2.000 (área urbana) e 1:10.000 (área rural) dos Bairros: Ribeirão Fresco, Garcia, Gloria, Progresso, Valparaíso, Vila Formosa, Jardim Blumenau e centro.</p> <p>Arquivo formato shape da divisão de bairros.</p> <p>Mapa de declividade na escala: 1:20.000;</p> <p>Mapa Geológico e mapa de áreas de risco geológico escala 1:20.000;</p> <p>Mapa Geomorfológico</p> <p>Mapa de Solos</p> <p>Mapa de adensamento urbano por bairros;</p>
2	Produtos de sensoriamento remoto (imagens de satélite, séries históricas de fotos aéreas);	<p>Fotos aéreas de 1972, 1984, 1993 e 2003 do Arquivo Histórico de Blumenau.</p> <p>Recorte imagem de satélite QuickBird do ano de 2009</p> <p>Fotos aéreas de 1957 escala 1:25.000 do arquivo da Secretaria de Planejamento do Estado de SC.</p> <p>Fotos aéreas de 1978 escala 1:25.000 do arquivo da Secretaria de Planejamento do Estado de SC.</p> <p>Fotos aéreas infravermelho de 1978 escala 1:45.000 do arquivo da Secretaria de Planejamento do Estado de SC.</p>
3	Legislação e determinações legais incidentes;	<p>Códigos de Postura de Blumenau: 1883, 1905 e 1948.</p> <p>Plano Diretor de Blumenau e suas leis complementares, anos: 1977, 1986, 1996, 2006 e 2010.</p> <p>Política Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina, 2010.</p> <p>Constituição Federal, 1988.</p>

		Código Florestal Brasileiro, Lei 7803/1989 e Lei 12.651/2012.
		Resoluções do CONAMA nº 237/1997 e 303/2006.
		Lei de Parcelamento do solo urbano nº 6.766/1979 e nº 3057/00.
4	Dados coletados em campo.	Fotografias georreferenciadas coletadas em visitas acompanhadas com os engenheiros da PMB – Secretária de Manutenção Urbana.
5	Mapeamento Temático e Cadastros variados, série de fotos aéreas e imagens orbitais.	Base cartográfica em escala 1:8.000, acervo das Secretarias de Estado de SC, EPAGRI, INCRA, FATMA
6	Dados de Monitoramento de Recursos Hídricos;	Agência Nacional de Águas/ANA
	Dados Hidro meteorológicos	Instituto Nacional de Meteorológica / INMET
	Boletins da Defesa Civil	Agência Nacional de Águas/ANA Defesa Civil de Blumenau e do Estado de SC.

4.2 MODELO DE ANÁLISE

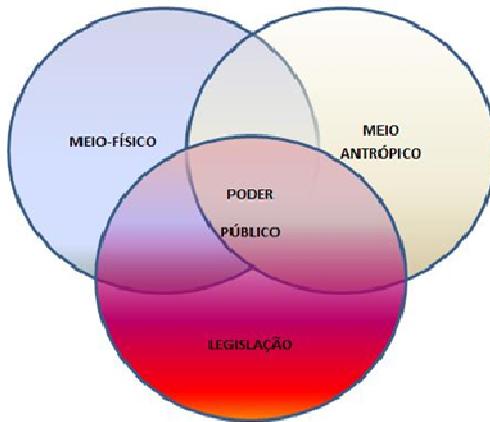
O processo de urbanização da paisagem nas bacias hidrográficas afeta profundamente a movimentação da água acima e abaixo do solo na área urbana, a qualidade dessas águas pluviais e a condição final de rios próximos.

O aumento da densidade populacional gera um aumento significativo de construções e conseqüentemente de impermeabilização do solo na área urbana, que somada às características topográficas, geológicas e pedológicas amplia o volume e a velocidade do escoamento superficial direto, uma vez que uma mínima parte da água que incide sobre a área infiltra e grande parte escoo pelas tubulações da drenagem urbana e parte pelas próprias ruas impermeabilizadas pela pavimentação. Esse rápido escoamento superficial tende a elevar a frequência e as vazões de pico das inundações.

Somado a este fato, a falta de manutenção por parte do poder público e a ocupação de áreas inadequadas, como talvegues, leitos secundários de rios e áreas de proteção permanente – APP's, pela população, agravam ainda mais os problemas de inundações.

Tendo conhecimento destes fatos o modelo de análise proposto parte da premissa de que, em bacias hidrográficas sujeitas a inundações, as ações do poder público devem estar pautadas no conhecimento do meio-físico, do meio antrópico e da legislação vigente (Figura 25).

Figura 25: Modelo de Análise Proposto.



O poder público deve avaliar a bacia como um todo e basear seus projetos interdisciplinares em um banco de dados único, que apresente informações confiáveis e atualizadas e devem utilizar instrumentos adequados para a avaliação e reavaliação do processo para que possam aprender com seus erros e acertos. A análise técnica de causas e consequências de inundações deve ser parte integrante na elaboração de propostas que visam disciplinar e ordenar a expansão urbana.

As decisões políticas passam, então, a ser tomadas embasadas em informações confiáveis e com o suporte técnico necessário dos setores envolvidos. Ficando, assim, os administradores dos Estados e Municípios, menos expostos às pressões sociais e os recursos financeiros, muitas vezes limitados, passam a ser aplicados de forma racionalizada.

Os projetos que detalham as escolhas das medidas (estruturais e não estruturais), bem como a educação ambiental devem ser tratados em conjunto. Essa integração impede a proposição de medidas incompatíveis e busca melhorar a qualidade do projeto, além de otimizar a utilização de recursos. A avaliação e reavaliação dos processos devem ser feitas através da análise do histórico das ações integradas.

4.3 MÉTODO

É através dos métodos que se explicam às categorias e conceitos utilizados, definem-se os procedimentos e delimita-se o objeto de investigação. Sob a ótica desta teoria, os processos, resultam dos principais agentes internos e externos que atuam na bacia hidrográfica e os sistemas associam os elementos e processos que atuam conjuntamente, ambos sob o enfoque das relações temporais de trocas de matéria e energia (MORAES, 1994 apud CHIARANDA, 2002).

A abordagem utilizada foi à sistêmica, pois esta abordagem contribui para definir os limites do sistema, identificar os elementos importantes e os tipos de interações que ocorrem entre eles, sem perder de vista os objetivos a serem alcançados. Este tipo de enfoque se justifica pelo fato de que a bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia ser um sistema aberto e complexo, com fortes variações ao longo do tempo e um comportamento não linear, o que torna inadequada à abordagem do tipo causa e efeito.

A pesquisa é de caráter físico integrativo e envolve diversas variáveis, por isso, faz-se necessário o uso de diferentes técnicas e procedimentos. Nesta pesquisa foram utilizadas técnicas de levantamento, análise e avaliação qualitativa e quantitativa de dados.

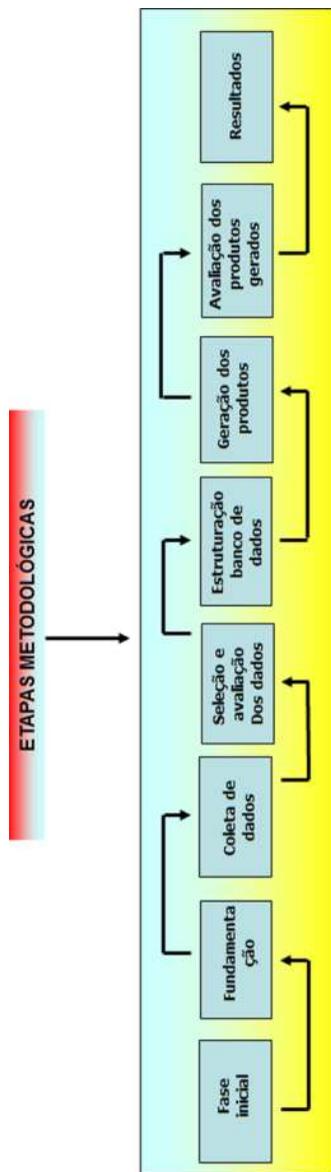
Os dados foram coletados a partir da leitura bibliográfica indicada, de onde foram extraídos os conceitos teóricos sobre as ciências diretamente afetas ao assunto, sendo posteriormente enriquecidos por meio de pesquisas adicionais em bibliotecas e arquivos de entidades públicas e privadas; bem como visitas “in loco” a bacia do Ribeirão Garcia.

Este item do capítulo 4 divide-se em 3 (três) subitens. O subitem 4.3.1 apresenta as etapas organizacionais da pesquisa, o subitem 4.3.2 apresenta o fluxograma metodológico de análise proposta para bacias hidrográficas sujeitas a inundações e o item 4.3.3 apresenta o método proposto para se analisar as variáveis envolvidas e atingir os objetivos específicos.

4.3.1 Etapas Organizacionais da pesquisa

O trabalho foi elaborado em 8 (oito) etapas (Figura 26). Cada etapa da pesquisa apresenta suas especificações e indicadores que são apresentados no Quadro 3.

Figura 26: Etapas Organizacionais da Pesquisa.



Quadro 3: Descrição das etapas organizacionais da pesquisa.

Fase	Etapas	Descrição	Indicadores
1 – Fase Inicial do projeto	<p>1.1. Delimitação do tema e entendimento do problema da pesquisa.</p> <p>1.2. Estudo de viabilidade da tese.</p>	<p>Nesta fase apresenta-se a metodologia para atingir os objetivos.</p> <p>Determinação dos objetivos específicos visando atingir o objetivo geral.</p>	<p>Armazenamento de dados e informações que servirão de suporte para organizar as metodologias necessárias para atingir os objetivos.</p>
2 – Fundamentação Teórica	<p>2.1. Pesquisas em publicações nacionais e internacionais sobre o tema.</p>	<p>Esta etapa visa apresentar uma visão geral dos conhecimentos envolvidos e necessários para se atingir os objetivos da pesquisa.</p>	<p>Informações sobre planejamento urbano, drenagem urbana, geologia, geomorfologia, solos, declividade, recursos hídricos e hidrologia.</p> <p>Embassamento para a estruturação da pesquisa, avaliando-se o que já foi feito neste campo, considerando os pontos fortes e as carências, buscando garantir o ineditismo, a relevância e a contribuição científica.</p>
3 – Coleta de dados	<p>3.1. Visitas a campo e captação de materiais pertinentes junto a PNB e suas secretárias.</p>	<p>Busca-se nesta etapa formar um banco de informações sobre os diversos fatores envolvidos na pesquisa.</p>	<p>Visitas a campo para verificar a real situação da drenagem urbana na região de estudo. Coleta de material cartográfico junto a PNB (SEPLAN, SEOBRA, SEMAURB) e da legislação municipal, estadual e federal pertinente.</p>
4- Seleção e avaliação dos dados.	<p>4.1. Seleção de ortofotos digitais e impressas.</p> <p>4.2. Seleção de imagens de satélite</p> <p>4.3. Seleção de mapas da base cartográfica e do sistema de drenagem urbana</p> <p>4.4. Seleção de fotografias e reportagens impressas de ocorrência de inundações.</p> <p>4.5. Seleção das legislações pertinentes ao tema de pesquisa</p>	<p>Organização das fotografias áreas em diferentes anos 1972, 1981, 1993 e 2003.</p> <p>Imagens de satélite Quickbird 2009.</p> <p>Organização dos mapas.</p> <p>Organização de documentos</p>	<p>Organização da legislação pertinente ao tema (Planos Diretores, Código Florestas, Legislação Ambiental Estadual).</p>

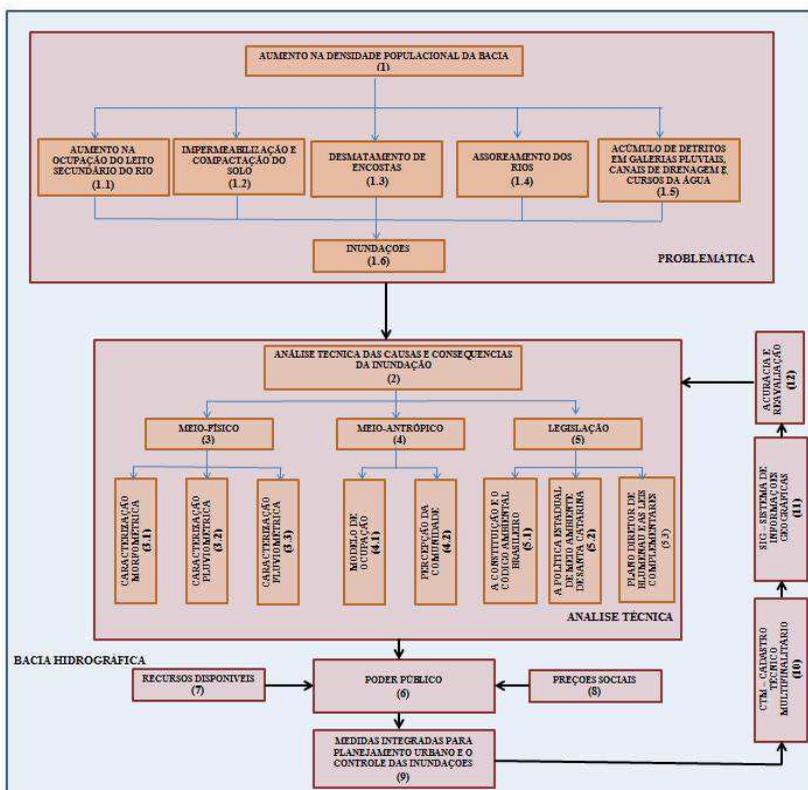
Quadro 3: Descrição das etapas organizacionais da pesquisa (continuação).

Fase	Etapas	Descrição	Indicadores
5. Estruturação da base de dados	<p>5.1. Delimitação da bacia hidrográfica de estudo sobre a base cartográfica, ortofotos e imagem de satélite.</p> <p>5.2. Para a estruturação da base de dados será utilizado o software livre TerraSIG 4.0 e para a geração do MDI será utilizado o Topograph</p>	<p>Esta fase visa identificar as características físicas, morfológicas, hidrologicas e cobertura vegetal da bacia.</p> <p>Optou-se pela adoção de softwares livres, nesta etapa, de forma a facilitar a replicabilidade da metodologia adotada para outras bacias.</p>	<p>Estruturação da base cartográfica para elaboração dos mapas temáticos</p> <p>Definição dos mapas derivados dos dados.</p>
6. Geração de produtos	<p>6.1. Geração de dados em planilhas e em meio digital (softwares TerraSIG e Topograph)</p> <p>6.2. Geração de mapas</p>	<p>A partir dos dados coletados serão geradas gráficas e digitalizadas informações quando necessárias.</p> <p>A partir da base cartográfica serão gerados novos mapas temáticos que mostram a evolução da área de pesquisa.</p>	<p>Produtos cartográficos e gráficos.</p> <p>Mapas da evolução da ocupação do espaço (1972, 1981, 1993, 2003 e 2009); Mapa de tipos de solos, geologia, geomorfologia, declividade e de áreas impermeabilizadas.</p>
7. Avaliação dos produtos gerados	7.1. Avaliação das escalas dos mapas e dos gráficos e de todas as informações neles contidas	Verificar a qualidade das informações, bem como se a escala utilizada foi adequada para se atingirem os objetivos da pesquisa.	Formatação final do produto gráfico.
8. Análise de Resultados	8.1. Fase final da pesquisa	Nesta fase foram analisados e confrontadas cada etapa metodológica com os resultados alcançados e apresentadas as conclusões.	Redação final da tese

4.3.2 Fluxograma metodológico de análise proposta para bacias hidrográficas sujeitas a inundações.

O fluxograma metodológico proposto para auxiliar o poder publica na gestão de bacias hidrográficas inundáveis é apresentado na Figura 27.

Figura 27: Fluxograma metodológico proposto.



A justificativa para a escolha das etapas metodológicas citadas no fluxograma metodológico proposta são descritas a seguir:

Caixa 1 - O aumento da densidade populacional da bacia gera aumento na ocupação do leito secundário do rio (caixa 1.1), aumento na

impermeabilização do solo (caixa 1.2), desmatamento de encostas (caixa 1.3), deterioração e assoreamento dos corpos hídricos (caixa 1.4) e acúmulo de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos da água (caixa 1.5), levando e intensificando a ocorrência de inundações. Estes itens não serão objeto de estudo detalhado, uma vez que se dispõe de uma vasta literatura sobre o tema.

Caixa 2– A análise das causas e consequências das inundações, necessariamente passa pelo conhecimento espaço-temporal do meio físico (caixa 3), meio antrópico (caixa 4), da legislação vigente (caixa 4) e da interação entre estes três atores;

Caixa 3– A análise do meio-físico envolve o conhecimento das mudanças espaço-temporais das características morfométricas (caixa 3.1) da bacia, caracterização pluviométrica (caixa 3.2) e caracterização fluviométrica (caixa 3.3). As metodologias utilizadas para analisar cada uma das variáveis do meio físico são apresentadas no Quadro 5;

Caixa 3.1 – A caracterização morfométrica compreende a análise espaço temporal dos índices de área, lineares e hipsométricos;

Caixa 3.2 – A caracterização pluviométrica compreende o cálculo das alturas pluviométricas máximas para tempos de retorno de 5, 10, 15, 25, 30, 50 e 100 anos e a análise do regime de chuvas;

Caixa 3.3 – A caracterização fluviométrica, por sua vez, compreende a análise das vazões médias e sua correlação com a taxa de impermeabilização da bacia.

Caixa 4 – A análise do meio antrópico, por sua vez, envolve o conhecimento, histórica, da forma de ocupação e sua evolução ao longo do tempo (caixa 4.1) e pela percepção da comunidade (caixa 4.2) em relação ao problema. As metodologias para análise das variáveis do meio antrópico são apresentadas no Quadro 5;

Caixa 4.1 - A análise da estrutura fundiária compreende a análise histórica da forma de ocupação da bacia hidrográfica e seus reflexos nos tempos atuais;

Caixa 4.2 - A percepção da comunidade busca caracterizar a problemática das inundações sob a ótica da população residente.

Caixa 5 - A análise da Legislação se baseia sob a ótica ambiental, dentre as quais se destacam as questões ligadas as APP's ao longo de cursos da água e demais questões vinculadas a recursos hídricos Esta etapa passa pela análise das legislações vigentes a nível federal (caixa 5.1), estadual (caixa 5.2) e local (caixa 5.3).

Caixa 5.1 – A análise da Legislação Ambiental a nível federal, busca fazer uma análise das normas que regem as APP's em área urbana e rural, sua evolução e seus problemas;

Caixa 5.2 – A análise da Legislação Ambiental a nível estadual busca apresentar as inovações propostas pelo Novo Código Ambiental catarinense e propõe uma confrontação entre a lei a nível federal e estadual no que concernem as áreas de APP's.

Caixa 5.3 - A análise da legislação a nível municipal procura apresentar a visão do poder publico municipal sobre o tema das APP's.

Caixa 6 – Após a análise técnica das causas e consequências das inundações os administradores públicos, ficarão menos expostos a pressões sociais (caixa 7) . Os recursos econômico-financeiros (caixa 8) podem ainda ser limitados, uma vez fatores de outra natureza influencia a distribuição de recursos. Porém, sendo parte de um planejamento integrado e sistematizado, tende a ser racionalizados;

Caixa 7- Sempre irão existir as pressões sociais que influenciam e condicionam a escolha das alternativas para o planejamento urbano e controle de inundações, buscando soluções para os problemas localizados, sem considerar o todo;

Caixa 8 - Os condicionantes econômico-financeiros influenciando a escolha das alternativas para o planejamento urbano e o controle de inundações. Estes fatores afetam em maior ou menor grau a decisão dos políticos em função de uma série de aspectos, porém, acredita-se que gestores públicos munidos com melhor qualidade de informações técnicas tendem a decidir de forma mais acertada e por alternativas mais adequadas. Caso não o façam, a mesma não será gerada por falta de conhecimento da situação;

Caixa 9 – Qualquer que sejam as decisões dos governos, os projetos que detalham as escolhas das medidas que serão adotadas devem ser tratados de forma integrada, considerando obrigatoriamente: a) obras (medidas estruturais e não estruturais); e b) ações (controle de uso e ocupação do solo, questões de lixo, percepção ambiental, educação ambiental, etc.), bem como a aplicação do conjunto de leis e regulamentações, ou seja, o cumprimento da lei. Esta integração impede proposições incompatíveis e melhora a qualidade gerada dos projetos, além de otimizar a utilização de recursos;

Caixa 10– As medidas e soluções adotadas devem ser cadastradas em um banco de dados denominado CTM – Cadastro Técnico Multifinalitário, cujo objetivo principal é o de fazer com que estas informações não se percam dentro da burocracia institucional. A inserção dos projetos em um banco de dados cadastral permite a avaliação sistematizada dos resultados e a reavaliação do processo como um todo;

Caixa 11 – As medidas devem ser vinculadas a informações espaciais e disponibilizadas a todos os setores do poder público, bem como a comunidade de um modo geral através de um Sistema de informações Geográficas – SIG;

Caixa 13 - A avaliação dos eventos e a constante reavaliação dos processos são feitas considerando-se o histórico de ações. Este processo permite o aprendizado e o aprimoramento constante das bases de dados e melhora a qualidade das análises técnicas, em detrimento de avaliações individualizadas e pontuais;

4.3.3 Método para alcançar objetivos específicos.

Considerando o fluxograma estabelecido na Figura 27, mais especificamente para análise do meio físico, meio antrópico e legislação, no Quadro 4 se detalha a análise quanto à metodologia e objetivos de cada uma dessas análises.

Quadro 4: Método proposto para atingir os objetivos específicos e para análise do meio físico, antrópico e da legislação.

		PESQUISA	
	Análises	Método	Dados à levantar
OBJETIVO ESPECÍFICO 1 ANÁLISE DO MEIO-FÍSICO (3) *	a) Análise Morfométrica (3.1) *	a.1) Organização das fotografias áreas em diferentes anos 1958, 1972, 1983, 1993 e 2003. a.2) Restituição da rede hidrográfica relativa aos anos de mapeamento; a.3) Identificação dos valores correspondentes as principais variáveis para o cálculo o dos índices morfométricos, tais como: Área, perímetro, comprimento da bacia e número total de canais; a.3) Cálculo dos índices morfométricos de área, lineares e morfométricos para a série temporal; a.4) Determinação dos comprimentos e gradientes hidráulicos dos cursos da água da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia para o ano de 2003.	1) Análise espaço-temporal dos índices morfométricos da bacia hidrográfica para os anos de 1958, 1972, 1983, 1993 e 2003. 2) Análise dos gradientes hidráulicos tributários do Ribeirão Garcia e sua influência nos processos de inundações;
	b) Análise Pluviométrica (3.2) *	b.1) Coleta de dados pluviométricos junto a ANA da sede histórica do Posto Garcia, situado dentro da bacia de estudo b.2) Estudo estatístico pelo método de Gumbel; b.3) Determinação das precipitações máximas para tempos de retorno de 5,10,15,25,30,50 e 100 para 6 minutos, 1 hora e 24 horas pelo método das Isozonas; b.4) Quantificação do número de dias de chuva da série histórica (1941-2000) das alturas pluviométrica em 03 classes: ≥ 10 mm; > 10 e ≤ 30 mm, < 30 mm.	1) Determinação do gráfico de chuva e tempo de duração para tempos de retorno de 5,10,15,25,30,50 e 100 anos; 2) Determinação das curvas de intensidade x duração x frequência para os tempos de retorno de 5,10,25,30,50 e 100 anos; 3) Análise quantitativa e qualitativa do regime pluviométrico;
	c) Análise Hidrológica (3.3) *	c.1) Coleta de dados pluviométricos junto a ANA da sede histórica do Posto Garcia, situado dentro da bacia de estudo c.2) Coletas de dados censitários junto ao IBGE; c.3) Fotointerpretação das fotografias áreas dos anos de 1978, 1993 e 2003 e da imagem de satélite de 2009 para definição das 05 classes de adensamento, através de metodologia proposta por Tucci e Marques (2000); c.4) Substituição das classes de adensamento pelos índices de impermeabilização.	1) Determinação das vazões médias do Ribeirão Garcia para os períodos compreendidos entre: 1929-1958, 1959-1978, 1979-1993, 1994-2003 e 2004-2010. 2) Espacialização e quantificação das áreas ocupadas pelas diferentes classes de adensamento para os anos de 78, 93, 03 e 09 no perímetro urbano da bacia; 3) Espacialização e quantificação do percentual de impermeabilização da bacia hidrográfica para os anos de 1978, 1993, 2003 e 2009 no perímetro urbano da bacia. 4) Análise da correlação entre as vazões médias e o percentual de área impermeabilizada da área urbana da bacia.

Quadro 4: Método proposto para atingir os objetivos específicos e para análise do meio físico, antrópico e da legislação (continuado).

PESQUISA			
	Método	Dados a alcançar	
OBJETIVO ESPECÍFICO 2	(4) * ANÁLISE DO MEIO ANTRÓPICO	<p>d) Caracterizar e analisar a evolução histórica da estrutura fundiária e urbanística da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia. (4.1)*</p> <p>e) Percepção da comunidade residente na bacia em relação aos problemas de inundações e a drenagem urbana. (4.2)*</p>	<p>1) Forma de ocupação histórica da área de estudo;</p> <p>2) Mapa representando a expansão urbana no período compreendido entre 1958 e 2009.</p>
		<p>f) A constituição e o código ambiental brasileiro. (5.1)*</p> <p>g) O Código Ambiental de Santa Catarina. (5.2)*</p> <p>h) O Plano Diretor e as leis complementares. (5.3)*</p>	<p>1) Apresentação quantitativa e qualitativa na forma de tabelas e gráficos e textos dos resultados obtidos através dos questionários;</p>
OBJETIVO ESPECÍFICO 3	(5) * ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO	<p>f.1) Levantamento documental e bibliográfico;</p> <p>f.2) Pesquisa qualitativa junto aos documentos e materiais bibliográficos;</p>	<p>1) Análise da forma legal de ocupação territorial junto ao Ribeirão Garcia, sob o ponto de vista ambiental e urbanístico com enfoque na problemática das inundações.</p> <p>2) Mapas comparativos de áreas de APP e ANEA Considerando a legislação federal, estadual e municipal.</p>
		<p>OBJETIVO GERAL: Criar um cenário da interação entre o meio físico, antrópico e a legislação e sua influência nos eventos de inundações com o objetivo auxiliar o poder público na tomada de decisão.</p>	

5 MEIO FÍSICO

A análise do meio físico de uma bacia hidrográfica é um importante procedimento a ser executado em análises hidrológicas ou ambientais e tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional.

Segundo Antonelli e Thomaz (2007), Teodoro et al. (2007), a combinação dos diversos dados, físico-topográficos e hidrológicos, permite a diferenciação de áreas homogêneas. Estes parâmetros podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a quantificarem as alterações ambientais. Destaca-se também sua importância nos estudos sobre vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas.

5.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA

O comportamento hidrológico de uma bacia é função de suas características geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, etc.) e do tipo de cobertura vegetal existente (LIMA, 1976 apud TEODORO, 2007). Assim, as características físicas e bióticas de uma bacia possuem importante papel nos processos do ciclo hidrológico, influenciando, dentre outros, a infiltração e a quantidade de água produzida como deflúvio, e evapotranspiração, o escoamento superficial e subsuperficial. A ação antrópica na bacia é outro fator que altera significativamente o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica, uma vez que, ao intervir no meio natural, o homem acaba provocando alterações no ciclo hidrológico.

Os valores numéricos obtidos a partir da análise morfométrica da bacia permitem efetuar uma abordagem quantitativa da drenagem fluvial. Com isso, pretende-se empregar alguns índices e parâmetros no que concerne a análise de área, linear e hipsométrica da bacia (Quadro 5).

O comprimento da bacia (L) pode ser medido de várias maneiras, resultando em variações dos resultados obtidos. Christofolletti (2009) aconselha o uso do diâmetro geométrico da bacia na análise das formas da bacia, como sendo a distância, em linha reta, entre a foz e o ponto mais distante localizado no perímetro da bacia. Este procedimento foi adotado na determinação do comprimento da bacia do Ribeirão Garcia, ou seja, a maior distância entre o exutório do Ribeirão Garcia e o ponto mais afastado no perímetro da bacia (Serra do Itajaí).

Quadro 5: Índices morfométricos da bacia do Ribeirão Garcia.

Índice	Un	Fórmula	Descrição	Variáveis
A	m ²		Área da bacia	
P	m		Perímetro da bacia	
L	m		Comprimento da bacia	
K		$P/2\sqrt{\pi A}$	Índice de Forma	P= perímetro A= área
C		P/Pc	Índice de Circularidade segundo as formas de Muller (1953)	Pc=perímetro do círculo de mesma área da bacia P=perímetro
		A/Ac		A= área da bacia Ac=área do círculo de perímetro igual da bacia
ICo		L/\sqrt{A}	Índice entre comprimento e área	L=comprimento da bacia A=área da bacia
Re		dc/db	Relação de alongação	dc=diâmetro do círculo de área igual a da bacia db=diâmetro da bacia
Dr		N/A	Densidade de rios	N=numero total de rios de 1º ordem A= área da bacia
Dd		Lt/A	Densidade de drenagem	Lt=comprimento total dos canais de drenagem A=área da bacia
Tt	M	$\log Tt = 0,219649 + 1,1151 \log Dd$	Textura da topografia	
T		N/P	Razão de textura	N=numero de canais P=perímetro da bacia
Cm	m ² /m	1.1.000/Dd	Coefficiente de manutenção	Dd=densidade de drenagem expressa em km ² /km ²
Lb	m		Comprimento rio principal	
Eps	m	½.Dd	Extensão do percurso superficial	Dd=densidade de drenagem
Gc	%	$(H-h).100/L$	Gradiente do canal	H=altitude da nascente h=altitude da foz L=extensão do curso de água principal
Hm		H – h	Amplitude Altimétrica da bacia	H=altitude da nascente h=altitude da foz

Rr		Hm/L	Relação de relevo	Hm=amplitude altimétrica L=comprimento da bacia Lb=comprimento rio principal A=área da bacia
		Hm/Lb		
		Hm/ \sqrt{A}		
Ir		Hm . Dd	Índice de rugosidade	Hm=amplitude altimétrica Dd=densidade de drenagem

Foi realizada a análise morfométrica para a bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia no que concerne aos anos de 1958, 1972, 1983, 1993 e 2003. A caracterização morfométrica da bacia do Ribeirão Garcia considera as “características físico-topográficas”, representando as medidas lineares e superficiais e seus elementos topográficos e as “características hidrológicas” (Tabela 6).

Tabela 6: Caracterização temporal Físico-topográfica e hidrológica da bacia hidrográfica para os anos de 1958, 1972, 1983, 1993 e 2003.

Índice	Und	Escala Temporal				
		1958	1972	1983	1993	2003
A	km ²	158,90	158,90	158,90	158,90	158,90
P	km	74,97	74,97	74,97	74,97	74,97
L	km	24,76	24,76	24,76	24,76	24,76
K		1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
C		0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
ICo		0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Re		1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
Dr		0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Dd		2,90	2,88	2,83	2,81	2,81
Tt		2,87	2,84	2,82	2,81	2,80
T		5,11	5,06	5,02	5,20	5,16
T		6,14	6,11	6,00	5,96	5,96
Cm	m ² /m	348,43	352,11	354,61	355,87	357,14
Lb	km	45,67	45,05	44,78	41,89	41,77
Eps	m	174	176	177	178	178
Gc	%	1,85	1,88	1,88	2,02	2,02
Hm	m	845,00	845,00	845,00	845,00	845,00
Rr		0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
		0,018	0,019	0,019	0,020	0,020
Ir		0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
		2,425	2,400	2,383	2,374	2,366

Todos os índices aplicados na descrição da forma da bacia acusaram uma conformação distendida do vale. No exútorio do Ribeirão

Garcia a bacia sofre um forte estrangulamento direcionado para o nordeste, apresentando uma largura de apenas 340 metros no limite estabelecido com o Rio Itajaí-Açu em setor de terraço fluvial.

As formas das bacias hidrográficas também servem de índice indicativo, conforme Villela e Mattos (1975); Santos (1996;), de maior ou menor tendência para enchentes de uma área de drenagem.

A circularidade de uma bacia é a forma que melhor se correlaciona com o escoamento fluvial. Nas bacias hidrográficas com forma circular há uma concentração mais rápida das águas advindas dos afluentes que, conseqüentemente aumentam a possibilidade de cheias de serem mais brutais e diferenciadas (MORISAWA, 1958; CHRISTOFOLETTI e PEREZ FILHO, 1975; ABDALLA, 1989; CHRISTOFOLETTI, 2009).

De acordo com os mesmos autores, nas bacias estreitas e longas, há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo ao mesmo tempo toda a sua extensão. Nas bacias com estas características, a contribuição dos cursos tributários atinge o curso da água principal em vários pontos ao longo de sua extensão, já nas bacias circulares, a concentração dos cursos da água converge para uma área pequena.

5.1.1 Análise dos resultados

Serão analisados os índices que sofreram alteração ao longo do período analisado (1958-2003).

Quanto a densidade de rios (D_r) da bacia hidrográfica, os cálculos demonstram que a bacia de estudo apresenta uma média de 3 cursos da água para cada km^2 , o que permite concluir que a bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia é bem drenada.

Segundo Christofolletti (2012) a análise linear de bacias hidrográficas consiste no uso de índices e parâmetros vinculados à rede hidrográfica. A extensão do percurso superficial do rio é uma variável independente de importância, que interfere no desenvolvimento hidrológico e fisiográfico das bacias de drenagem. Na bacia do Ribeirão Garcia as águas pluviais percorrem em média 179 metros no terreno antes de atingirem um canal permanente de drenagem.

Com base nos valores obtidos para os índices de forma da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia pode-se concluir que isoladamente não agrava o problema de enchentes, pois permite a dissipação do escoamento e da concentração das águas nos períodos de alta precipitação. Entretanto, considerando outras características físicas da bacia, como declividade das vertentes e gradiente dos canais de

drenagem, percebe-se uma acentuada tendência para a ocorrência de enxurradas, cheias e enchentes.

Quanto à variação de densidade de rios (Dr) no período com a redução de 2,90 para 2,81, aproximadamente 3,10%, indica a redução de alguns canais que possuem importância na drenagem das águas superficiais da bacia, resultado do uso e ocupação do solo.

A redução na densidade de drenagem (Dd) de 2,87 para 2,80, também, representa a redução de alguns canais pertencentes à rede hidrográfica responsável pela drenagem das águas superficiais, principalmente oriundas da precipitação. A mesma consideração faz-se para a textura da topografia, elevada em 0,05, o que representa um acréscimo de 0,98%. Da mesma forma o coeficiente de manutenção elevou-se em 3,75%. Ambas as variáveis estão diretamente relacionadas com a densidade de drenagem.

Na análise do rio principal e seus afluentes, observa-se uma redução do comprimento do rio principal (Lb) no período estudado, entre 1958 e 2003, de 45.668 m para 41.774 m, indicando uma intensa intervenção para antropização ao longo do Ribeirão Garcia. Esta redução no comprimento representa, também, a redução do tempo de percurso das águas precipitadas a montante para atingirem o exutório no rio Itajaí-Açu.

No mesmo contexto da redução do rio principal, a alteração na extensão do percurso superficial, esta diretamente relacionada com a densidade de drenagem (Dd) que reduziu de 2,87 para 2,80.

Quando analisados os canais de drenagem na base cartográfica de 2003 (Figura 28), os canais localizados na margem esquerda apresentam declividades superiores a 5%, sendo que 1 (um) canal ultrapassa 50% de declividade (Tabela 7). Na margem direita apenas 3 (três) canais têm declividade inferior a 5% e nenhum ultrapassa 50%. Em ambas as margens predominam declividades de 5 a 30%. Em relação ao comprimento dos canais, o contraste torna-se bastante significativo, sendo os canais da margem esquerda significativamente mais curtos, apresentando uma diferença de 90.462,47 m em relação aos cursos tributários da margem direita. Este fato evidencia o caráter assimétrico do vale e o forte controle exercido pelo relevo na bacia hidrográfica do ribeiro Garcia.

Segundo Christofoletti (2012) a análise altimétrica visa o estudo da distribuição das faixas altimétricas e suas variações em determinada bacia hidrográfica.

Figura 28: Principais cursos da água que compõem a bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.

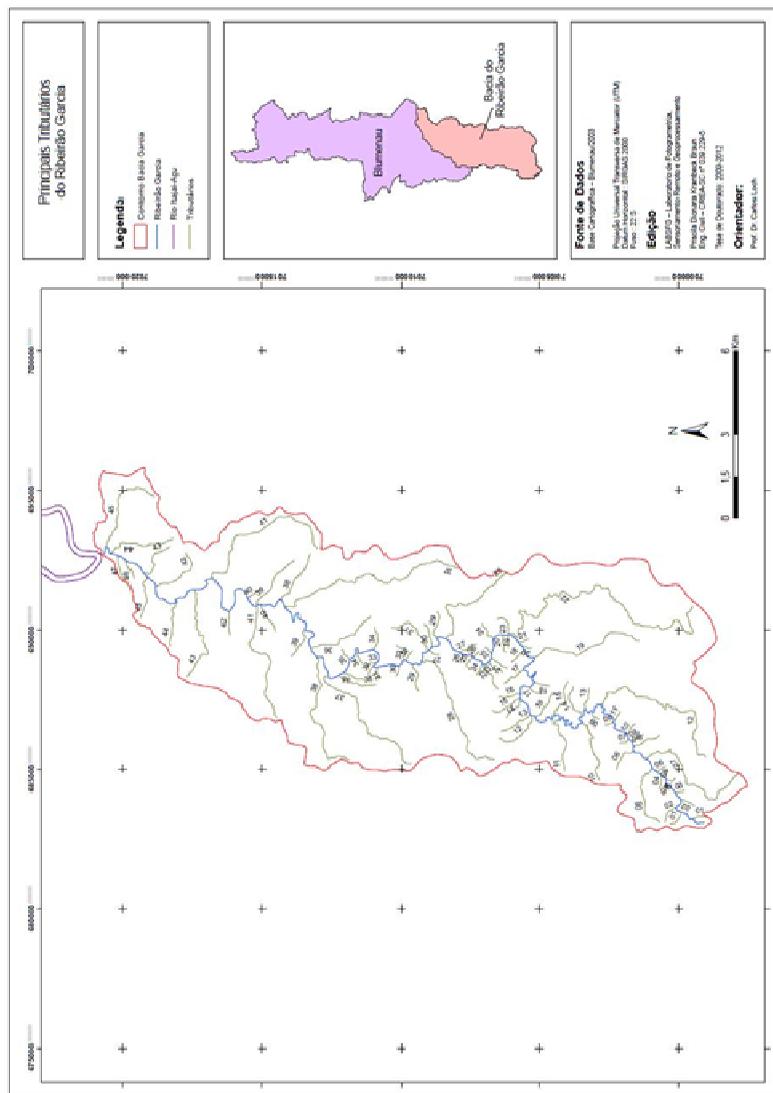


Tabela 7: Comprimento e gradiente (Gc) dos cursos da água da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.

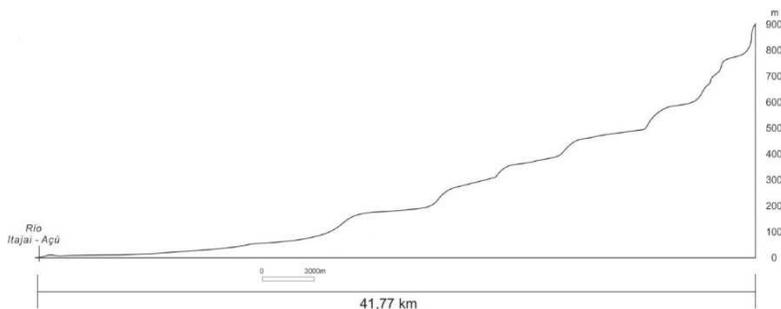
Afluentes *	MARGEM QUERDA					MARGEM DIREITA				
	COMPRIMENTO			Amplitude altimétrica H - h (m)	Gradiente dos canais Gc (%)	COMPRIMENTO			Amplitude altimétrica H - h (m)	Gradiente dos canais Gc (%)
	Rio Principal (m)	Afluentes (m)	Total (m)			Rio Principal (m)	Afluentes (m)	Total (m)		
1	662,79	0,00	662,79	39,00	5,88	582,09	3390,00	3972,09	85,00	2,14
2	713,13	0,00	713,13	24,00	3,37	572,36	2160,00	2732,36	152,00	5,56
3	376,86	0,00	376,86	137,00	36,35	334,97		334,97	163,40	48,78
4	486,58	2045,00	2531,58	172,00	6,79	407,08	940,00	1347,08	138,00	10,24
5	2506,86	985,00	3491,86	167,00	4,78	333,90	11175,00	11508,90	118,60	1,03
6	1061,36		1061,36	213,00	20,07	432,70		432,70	131,80	30,46
7	378,19	10610,00	10988,19	216,00	10,65	5081,95		5081,95	317,70	6,25
8	326,83		326,83	186,00	56,91	1020,09		1020,09	220,90	21,65
9	413,27	865,00	1278,27	117,00	9,15	441,16	31300,00	31741,16	173,60	0,55
10	2764,73	17945,00	20709,73	442,00	2,13	531,29	2515,00	3046,29	155,00	5,09
11	2192,77	18060,00	20252,77	393,00	1,94	403,80	140,00	543,80	153,10	28,15
12	1852,76	300,00	2152,76	367,00	17,05	6340,00	570,00	6910,00	386,90	5,60
13	1258,72	450,00	1708,72	401,00	23,47	786,94		786,94	242,90	30,87
14	853,09		853,09	267,00	31,30	1323,69		1323,69	288,40	21,79
15	1215,80		1215,80	282,00	23,19	1402,59	4755,00	6157,59	327,10	5,31
16	853,18		853,18	213,00	24,97	1158,33		1158,33	288,40	24,90
17	935,12		935,12	225,00	24,06	552,09	555,00	1107,09	150,10	13,56
18	706,42		706,42	208,00	29,44	603,77	8270,00	8873,77	208,50	2,35
19	472,48	1135,00	1607,48	117,00	7,28	4345,41		4345,41	301,30	6,93
20	706,05	18400,00	19106,05	178,00	0,93	391,05		391,05	87,50	22,38
21	732,35		732,35	207,00	28,27	434,57		434,57	64,50	14,84
22	676,70		676,70	216,00	31,92	11824,19	395,00	12219,19	476,00	3,90
23	1088,94		1088,94	292,00	26,82	893,97		893,97	145,00	16,22
24	455,16		455,16	163,00	35,81	775,43	50155,00	50930,43	207,00	0,41
25	495,50	265,00	760,50	153,00	20,12	341,65		341,65	157,70	46,16
26	361,06		361,06	177,00	49,02	347,14		347,14	177,10	51,02
27	464,33		464,33	67,00	14,43	696,87	12490,00	13186,87	217,20	1,65
28	5396,41		5396,41	562,00	10,41	4274,76		4274,76	483,20	11,30
29	1108,75		1108,75	382,00	34,45	1057,12		1057,12	167,50	15,84
30	409,50		409,50	257,00	62,76	944,23		944,23	122,70	12,99
31	480,20	305,00	785,20	235,00	29,93	1996,44	360,00	2356,44	251,50	10,67
32	477,92		477,92	123,00	25,74	448,42	985,00	1433,42	157,50	10,99
33	443,20		443,20	78,00	17,60	720,14		720,14	221,90	30,81
34	525,78	635,00	1160,78	88,00	7,58	900,05	25295,00	26195,05	361,00	1,38
35	875,51		875,51	162,00	18,50	519,77		519,77	182,00	35,02
36	1556,33	2220,00	3776,33	327,00	8,66	2748,83		2748,83	430,40	15,66
37	5249,50	3805,00	9054,50	692,00	7,64	7627,12		7627,12	473,00	6,20
38	5121,17	7335,00	12456,17	360,00	2,89	2068,33		2068,33	306,73	14,83
39	1171,33		1171,33	161,00	13,75	2236,28	7075,00	9311,28	223,60	2,40
40	1111,21		1111,21	133,00	11,97	593,35		593,35	50,60	8,53
41	4732,25		4732,25	357,00	7,54	5903,56		5903,56	392,00	6,64
42	829,25	450,00	1279,25	241,00	18,84	2220,86		2220,86	112,00	5,04
43	3905,22	7140,00	11045,22	277,00	2,51	1708,34		1708,34	88,30	5,17
44	1638,43		1638,43	257,00	15,69	2592,59		2592,59	117,70	4,54
45	1647,20		1647,20	141,00	8,56	3499,59		3499,59	147,90	4,23
46	704,98		704,98	52,00	7,38					
47	1136,22		1136,22	47,00	4,14					
TOTAL	63531,39	92950,00	156481,39			84418,86	162525,00	246943,86		

RIBEIRÃO GARCIA					
COMPRIMENTOS (km)			Total (km)	AMPLITUDE ALTIMÉTRICA (m)	GRADIENTE DO CANAL %
Rio Principal (km)	Afluentes (km)				
41,77	403,43		445,20	845,00	189,80

Na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia as cotas mais elevadas são encontradas na Serra do Itajaí, onde podemos encontrar faixas altimétricas superiores a 930 metros.

O perfil longitudinal do Ribeirão Garcia (Figura 29) apresenta uma morfologia bastante irregular, principalmente no curso superior caracterizado pela presença de inúmeras rupturas de declive que são bem individualizadas até na conta mínima de 120 metros. Nesse trecho, onde a topografia apresenta característica mais acidentada, o gradiente do canal (G_c) é de 3,13 % numa extensão de 24,74 km. O curso inferior com uma extensão menor (17,15 km), corta a planície aluvial do Ribeirão Garcia. O perfil inclina mais suavemente em direção à confluência do Rio Itajaí-Açu, em que o gradiente é de 0,67%. O gradiente do canal revela valores significativamente altos, tanto no curso superior quanto inferior.

Figura 29: Perfil longitudinal do Ribeirão Garcia.



A análise dos resultados obtidos para a amplitude altimétrica permite concluir que os valores próximos da unidade indicam grande contraste topográfico dentro da bacia. A elevada amplitude altimétrica favorece o elevado valor do índice de rugosidade (I_r), indicando que as vertentes são íngremes e longas. Quanto maior a declividade dos canais fluviais, maior será a velocidade de escoamento das águas e mais pronunciadas serão as enchentes (VELLELA e MATTOS, 1975; SANTOS, 1996; CHRISTOFOLETTI, 2012).

A declividade dos cursos da água na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia são muito altas, chegando a 65,08%. O que favorece o rápido aumento da velocidade de escoamento e a ocorrência das inundações. Situação semelhante ocorre em muitos afluentes do

Ribeirão Garcia que apresentam ocupação urbana e suburbana, cujos processos antrópicos têm contribuído na aceleração dos processos de escoamento superficial, dinamizando, também, os processos erosivos.

A caracterização morfométrica típica da Bacia do Ribeirão Garcia, com índices elevados de rugosidade (Ir), apresentando valores superiores e 2,70, incorporando uma rica rede de drenagem, com comprimento mínimo de escoamento superficial em vertentes íngremes e aliado aos altos valores dos gradientes dos canais, em média 3,94% demonstram que a área é potencialmente propensa a inundações bruscas, cuja origem é chuvas de alta intensidade e de pequena duração.

Quanto à relação do relevo, houve um aumento de 1,15% em 45 anos, motivado pela ação antrópica no rio principal o qual teve seu comprimento reduzido em 3.894,00 m no mesmo período. Esta relação entre a amplitude altimétrica e o comprimento do rio principal, possui relação direta com o tempo de percurso das águas para atingirem o exutório.

5.2 CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

A análise pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia foi realizada através de dados de chuvas da Estação Meteorológica Garcia de Blumenau (026490009), localizada na latitude 26°54' e na longitude 49°03' e administrada pela ANA (Agência Nacional de Águas) (Figura 30). A estação Garcia foi desativada pela ANA no ano de 2006, no entanto, apresenta uma serie histórica de mais de 30 anos de dados consistidos e esta localizada dentro da área de estudo, o que a torna apta para realização de estudos hidrológicos.

Figura 30: Localização da Estação Meteorológica Garcia de Blumenau.



A caracterização pluviométrica engloba duas etapas: a primeira compreende a determinação das curvas de intensidade – duração – frequência (IDF) para tempos de retorno de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos

e a segunda compreende a análise do padrão pluviométrico, com a finalidade de verificar se houve alteração no regime pluviométrico da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.

5.2.1 Determinação das curvas de intensidade – duração – frequências (IDF).

O crescimento do uso e ocupação do solo em área urbana e rural exige conhecimento e tratamento estatístico de dados de intensidade, duração e frequência de chuvas intensas, importantes na previsão de vazões de pico utilizadas no dimensionamento de redes de drenagens e importantes para o planejamento do território.

Através dos dados pluviométricos coletados na Estação Garcia/Blumenau - 02649009 (Anexo 2) fez-se o estudo estatístico de acordo ao método de Gumbel, utilizando a maior chuva em cada ano durante todo o período. Segundo Torrico (1974) para os tempos de concentração (t_c) menores que um dia (24 h), foram feitas correções pelo Método das Isozonas. Este método permite deduzir de forma simples as precipitações inferiores às 24h, necessárias para os projetos de drenagem.

A determinação das relações precipitação/descarga em projetos de drenagem requer o conhecimento das alturas de precipitação para períodos, muitas vezes, inferiores á 24 horas. Como é pequena a rede de postos pluviográficos com tais dados, os projetistas são normalmente levados a extrapolar os dados de postos distantes da área do projeto.

Segundo Torrico (1974) para determinadas áreas geográficas, ao se desenhar em um papel de probabilidade as precipitações de 24 horas e 1 hora, de diferentes estações pluviográficas do Brasil, e prolongando-se as respectivas retas de altura de precipitação/duração, estas tendem a cortar o eixo das abscissas em um mesmo ponto. Esta tendência significa que, em cada área homóloga, a relação entre as precipitações de 1 e 24 horas, para um mesmo tempo de recorrência é constante e independente de alturas de precipitação.

A partir dos dados de dias chuva mensais coletados da estação hidrológica Garcia (Anexo 3), foram elaborados os gráficos do regime pluviométrico onde constam os histogramas de precipitações de média do numero de dias de chuva mensais (Gráfico 1) e anuais (Gráfico 2), e a partir dos dados de alturas pluviométricas mensais (Anexo 2) foram elaborados os histogramas de média de alturas pluviométricas mensais (Gráfico 3) e anuais (Gráfico 4) para o período de observação (1941 – 2000).

Gráfico 1: Média do numero de dias de chuva mensais para a estação da ANA n° 02649009 (Garcia).

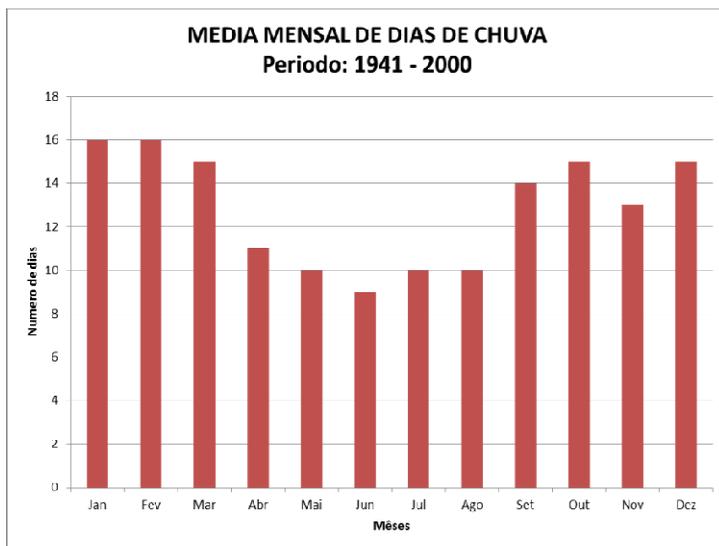


Gráfico 2: Média das Alturas Pluviométricas Mensais para a estação da ANA n° 02649009 (Garcia).

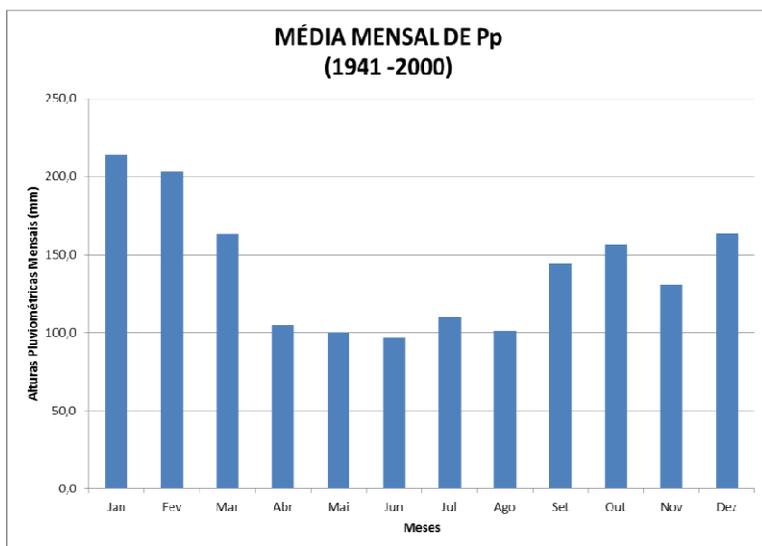


Gráfico 3: Total de dias de chuva anuais para a estação da ANA nº 02649009 (Garcia).

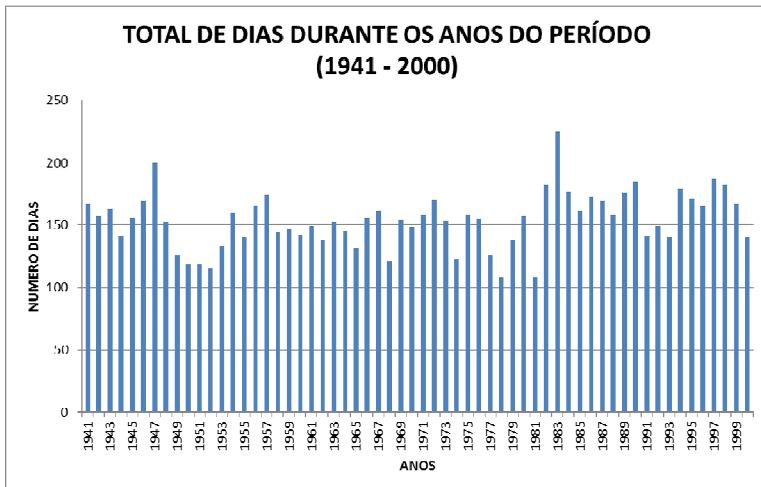
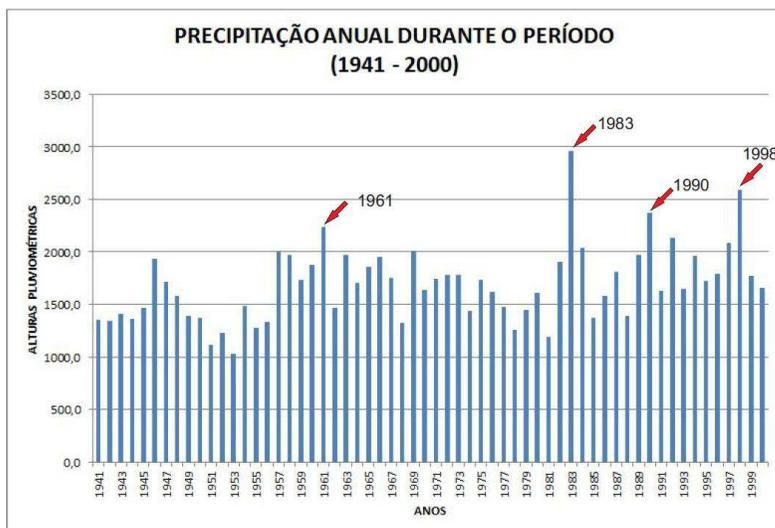


Gráfico 4: Totais pluviométricos anuais para a estação da ANA nº 02649009 (Garcia).



5.2.2 Análise dos resultados pluviométricos

A análise dos histogramas permite concluir que os meses de maio, junho, julho e agosto possuem índices pluviométricos menores, apresentando uma média mensal de 101,97 mm. Já nos meses de janeiro e fevereiro a precipitação média mensal é aproximadamente 51,11 % maior, apresentando uma média de 208,55 mm.

A partir da série histórica apresentada no Anexo 2 foram determinados os valores máximos diários anuais de precipitação (Tabela 8).

Tabela 8: Precipitação máxima diária.

PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA					
ANO	P.MÁX (mm)	ANO	P.MÁX (mm)	ANO	P.MÁX (mm)
1941	50,0	1961	150,0	1981	64,0
1942	70,4	1962	147,2	1982	65,4
1943	80,2	1963	100,0	1983	84,2
1944	93,4	1964	79,8	1984	94,4
1945	70,4	1965	128,0	1985	68,6
1946	70,6	1966	77,20	1986	82,0
1947	66,0	1967	100,4	1987	76,0
1948	107,4	1968	100,0	1988	50,0
1949	76,0	1969	161,3	1989	138,2
1950	71,5	1970	72,2	1990	88,0
1951	46,0	1971	83,0	1991	139,6
1952	47,3	1972	100,0	1992	128,2
1953	51,6	1973	96,0	1993	102,0
1954	93,2	1974	67,8	1994	101,8
1955	67,8	1975	91,0	1995	87,3
1956	80,8	1976	85,2	1996	64,7
1957	63,4	1977	81,0	1997	69,2
1958	129,8	1978	87,8	1998	97,6
1959	124,8	1979	90,2	1999	107,7
1960	90,2	1980	62,8	2000	86,7

Com base nas series históricas de dados pluviométricos máximos anuais, por meios estatísticos ajustou-se a curva representativa das precipitações máximas, utilizando o método de Gumbel. A relação obtida por “Gumbel” supõem que existam infinitos elementos. No cálculo, levou-se em consideração o numero real de anos de observações utilizando-se a equação de Ven Te Chow:

$$H = X + k.S$$

Onde:

H = altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;

X = altura pluviométrica média;

S = desvio padrão da série anual e

k = fator de frequência que depende do número de amostras e período de recorrência.

Os valores de k foram tabelados por Weise e Reid para até 60 anos de observação (Quadro 6).

Quadro 6: Valores de k tabelados por Weise e Reid.

Nº de Eventos	TR - TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS						Nº de Eventos	TR - TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS							
	5	10	15	20	25	50		100	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323	36	0,848	1,511	1,881	2,147	2,349	2,971	3,588
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238	37	0,845	1,507	1,876	2,142	2,344	2,963	3,579
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,476	4,166	38	0,843	1,503	1,871	2,137	2,338	2,957	3,571
13	0,996	1,748	2,168	2,470	2,699	3,405	4,105	39	0,840	1,499	1,867	2,131	2,331	2,950	3,563
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052	40	0,838	1,495	1,862	2,126	2,326	2,943	3,554
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005	41	0,836	1,492	1,858	2,121	2,321	2,936	3,547
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959	42	0,834	1,489	1,854	2,117	2,316	2,930	3,539
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,250	3,921	43	0,832	1,485	1,850	2,112	2,311	2,924	3,532
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888	44	0,830	1,482	1,846	2,108	2,307	2,919	3,526
19	0,926	1,636	2,032	2,317	2,533	3,199	3,860	45	0,828	1,478	1,824	2,104	2,303	2,913	3,519
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836	46	0,826	1,476	1,839	2,100	2,298	2,908	3,513
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810	47	0,824	1,474	1,836	2,096	2,294	2,903	3,507
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787	48	0,823	1,471	1,832	2,093	2,290	2,898	3,501
23	0,899	1,595	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766	49	0,821	1,469	1,830	2,090	2,287	2,894	3,496
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747	50	0,820	1,466	1,827	2,086	2,283	2,889	3,490
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729	51	0,818	1,464	1,924	2,083	2,280	2,885	3,486
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711	52	0,817	1,462	1,821	2,080	2,276	2,881	3,481
27	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696	53	0,815	1,459	1,818	2,077	2,273	2,875	3,474
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681	54	0,814	1,457	1,816	2,074	2,270	2,873	3,471
29	0,870	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667	55	0,813	1,455	1,813	2,071	2,267	2,869	3,467
30	0,866	1,541	1,912	2,188	2,393	3,026	3,653	56	0,812	1,453	1,811	2,069	2,264	2,865	3,462
31	0,863	1,535	1,910	2,180	2,385	3,015	3,641	57	0,810	1,451	1,809	2,066	2,261	2,862	3,458
32	0,860	1,530	1,904	2,173	2,377	3,005	3,629	58	0,809	1,449	1,806	2,064	2,258	2,858	3,454
33	0,856	1,525	1,897	2,166	2,369	2,966	3,618	59	0,808	1,448	1,804	2,061	2,256	2,855	3,450
34	0,855	1,520	1,892	2,160	2,362	2,987	3,608	60	0,807	1,446	1,802	2,059	2,253	2,852	3,446
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,977	3,598								

Fonte: TORRICO, 1974.

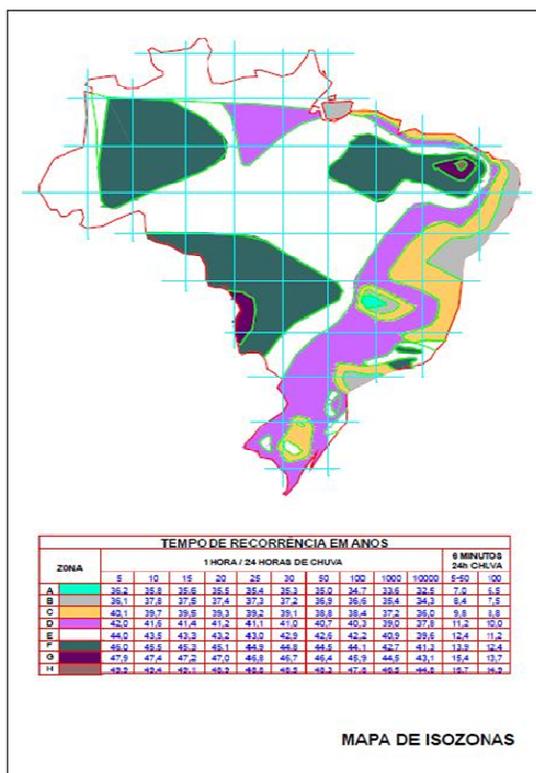
Para 59 anos de observação do posto Garcia, os valores de k considerados são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7: Valores de K (Gumbel) para N= 59.

VALORES DE K (GUMBEL)					
Tr - Tempo de Recorrência em anos					
5	10	15	25	50	100
0.808	1.448	1.804	2.256	2.855	3.450

Para a definição das curvas de precipitação x duração x frequência (IDF), lançou-se mão do método das Isozonas (Figura 31). As precipitações determinadas no item anterior para os tempos de recorrência de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos correspondem as chuvas diárias (1 dia).

Figura 31: Mapa de Isozonas.



Fonte: TORRICO, 1974.

A metodologia adotada permitiu que, através de correlações propostas pelo método, fossem obtidas, a partir das chuvas diárias, as precipitações correspondentes a 1 dia, 1 hora e 6 minutos.

Segundo Torrico (1974) as alturas pluviométricas de 24 horas guardam uma relação constante e independente do período de retorno de 1,095 com a altura pluviométrica diária e para as alturas de 1 hora e 0,1 hora pode-se identificar as isozonas de características iguais. A estação meteorológica Garcia/ SC encontra-se localizada na Isozona F. Os fatores de conversão utilizados de acordo com o método das Isozonas proposto por Torrico são apresentados no Quadro 8.

Quadro 8: Fatores de conversão para as chuvas de 24, 1 e 0,1 hora.

Izozona F	1 dia / 24 h	1 h / 24 h (%)	6 min / 24 h(%)
Tr = 5	1,095	46,0	13,9
Tr = 10	1,095	45,5	13,9
Tr = 15	1,095	45,3	13,9
Tr = 25	1,095	44,9	13,9
Tr = 50	1,095	44,5	13,9
Tr = 100	1,095	44,1	13,9

A Tabela 9 apresenta as precipitações máximas esperadas para as chuvas de 24 h, 1,0 h e 0,1 h.

Tabela 9: Determinação das curvas de Altura de Chuva – Duração (IDF).

Anos observados	59		
Izozona	F		
Pp Média (mm)	88.455		
Desvio Padrão (σ)	24.5292		
Tr = 5 anos	P1 dia (Gumbel-Chumbel) = 108,2746		
Duração (h)	Coef. Ajuste	Pp. Total (mm)	Intensidade (mm/h)
0,1	0,139	16,4799	164,7994
1,0	0,46	54,5379	54,5379
24,0	1,095	118,5607	4,9400
Tr=10 anos	P1 dia (Gumbel-Chumbel) = 123,9733		
Duração (h)	Coef. Ajuste	Pp. Total (mm)	Intensidade (mm/h)
0,1	0,139	18,8694	188,6936
1,0	0,455	61,7666	61,7666
24,0	1,095	135,7508	5,6563

Tabela 9: Determinação das curvas de Altura de Chuva – Duração (IDF)
(continuação).

Tr=15 anos P1 dia (Gumbel-Chumbel)= 132,7056			
Duração (h)	Coef. Ajuste	Pp. Total (mm)	Intensidade (mm/h)
0,1	0,139	20,1985	201,9846
1,0	0,453	65,8266	65,8266
24,0	1,095	145,3126	6,0547

Tr=25 anos P1 dia (Gumbel-Chumbel) = 143,7928			
Duração (h)	Coef. Ajuste	Pp. Total (mm)	Intensidade (mm/h)
0,1	0,139	21,8860	218,8598
1,0	0,449	70,6964	70,6964
24,0	1,095	157,4531	6,5605

Tr=50 anos P1 dia (Gumbel-Chumbel) = 158,4858			
Duração (h)	Coef. Ajuste	Prec. Total (mm)	Intensidade (mm/h)
0,1	0,139	24,1223	241,2233
1,0	0,445	77,2262	77,2262
24,0	1,095	173,5420	7,2309

Tr=100 anos P1 dia (Gumbel-Chumbel) = 173,0807			
Duração (h)	Coef. Ajuste	Prec. Total (mm)	Intensidade (mm/h)
0,1	0,139	26,3437	263,4375
1,0	0,441	83,5798	83,5798
24,0	1,095	189,5234	7,8968

Com base nas informações constantes na Tabela 9, foram definidas as equações que regem a altura pluviométrica em função do tempo de duração para 0,1 h, 1,0 h e 24 h, conforme Gráfico 5.

As curvas de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) foram obtidas através da correlação: Intensidade (i) = Precipitação (P)/Tempo (h). Na Tabela 10, estão apresentadas as curvas de intensidade-duração-frequência, para os tempos de recorrência comumente adotados em projetos.

Gráfico 5: Gráfico de Altura de Chuva e Tempo de Duração.

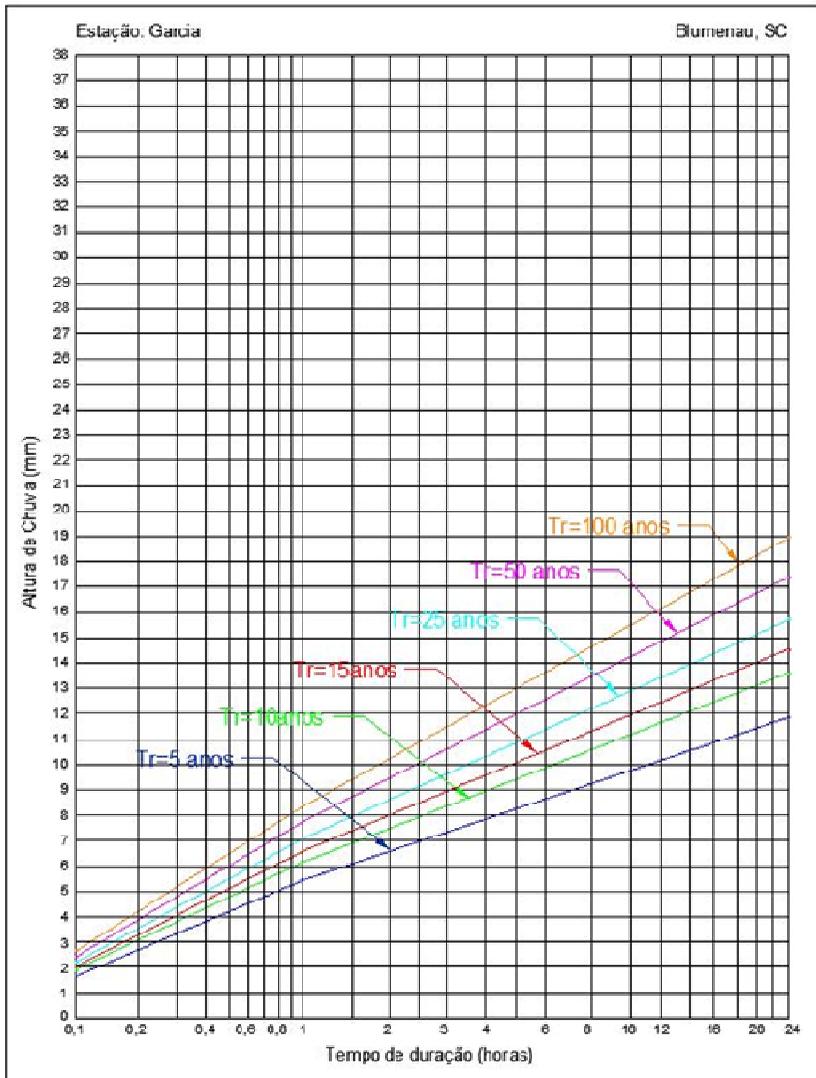
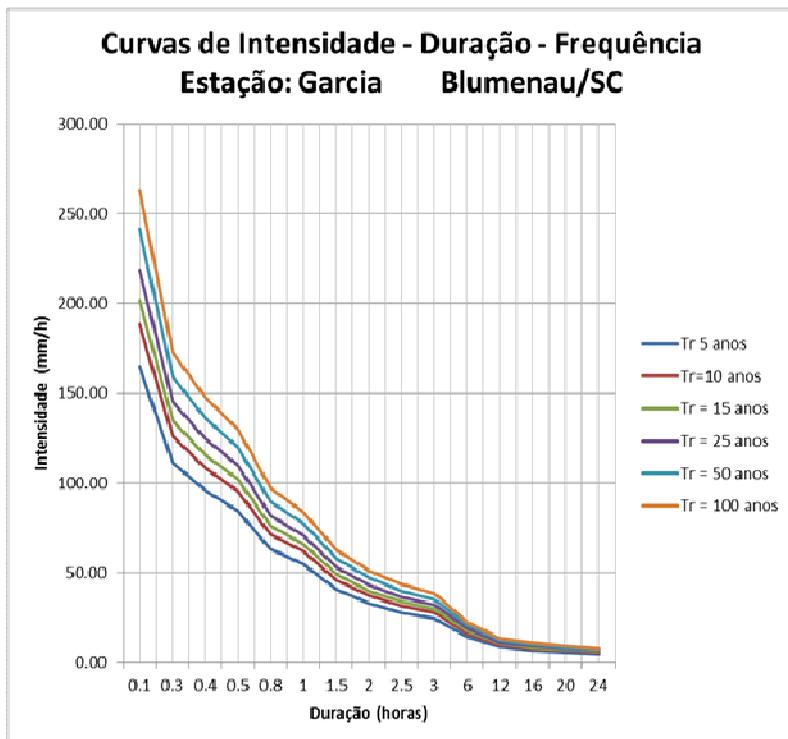


Tabela 10: Determinação das curvas de intensidade, duração e frequência.

PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA							
TEMPO		TR = 5 ANOS		TR = 10 ANOS		TR = 15 ANOS	
		Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
(h)	(min.)						
0.1	6	16,48	164,80	18,87	188,69	20,20	201,99
0.3	10	33,41	111,35	37,82	126,07	40,48	134,95
0.4	11	38,28	95,71	43,30	108,25	46,33	115,83
0.5	12	42,19	84,39	47,67	95,34	51,01	102,02
0.8	13	50,64	63,30	57,15	71,44	61,17	76,46
1	14	54,54	54,54	61,77	61,77	65,83	65,83
1,5	15	61,18	40,79	69,24	46,16	74,08	49,38
2	16	66,03	33,01	74,88	37,44	80,01	40,01
2,5	17	69,86	27,94	79,34	31,74	84,85	33,94
3	18	73,43	24,48	83,49	27,83	89,28	29,76
6	19	86,43	14,41	98,63	16,44	105,44	17,57
12	20	101,74	8,48	116,44	9,70	124,44	10,37
16	21	108,64	6,79	124,45	7,78	132,99	8,31
20	22	114,25	5,71	130,98	6,55	139,95	7,00
24	23	118,56	4,94	135,75	5,66	145,31	6,05
TEMPO		TR = 25 ANOS		TR = 50 ANOS		TR = 100 ANOS	
		Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
(h)	(min.)						
0.1	6	21,89	218,86	24,12	241,22	26,34	263,44
0.3	10	43,59	145,31	47,73	159,11	51,79	172,65
0.4	11	49,84	124,60	54,55	136,37	59,13	147,84
0.5	12	54,86	109,71	60,00	119,99	65,00	129,99
0,8	13	65,70	82,13	71,80	89,75	77,72	97,15
1	14	70,70	70,70	77,23	77,23	83,58	83,58
1,5	15	79,68	53,12	87,25	58,16	94,57	63,05
2	16	86,22	43,11	94,56	47,28	102,59	51,29
2,5	17	91,39	36,55	100,02	40,01	108,93	43,57
3	18	96,22	32,07	105,71	35,24	114,84	38,28
6	19	113,79	18,97	125,35	20,89	136,36	22,73
12	20	134,49	11,21	148,43	12,37	161,69	13,47
16	21	143,78	8,99	158,81	9,93	173,09	10,82
20	22	151,37	7,57	167,29	8,36	182,39	9,12
24	23	157,45	6,56	173,54	7,23	189,52	7,90

Gráfico 6: Gráfico de curvas e intensidade – duração – frequência.



5.2.3 Análise do Regime Pluviométrico

Para analisar o regime pluviométrico os dados pluviométricos da estação Garcia, que compreende o período de 1941 – 2000 foram classificados em 03 (três) categorias e quantificados anualmente os dados de alturas pluviométricas mensais do Anexo2, conforme segue:

- a) Intensidade Pluviométrica ≤ 10 mm (Gráfico 7);
- b) Intensidade Pluviométrica > 10 mm e ≤ 30 mm (Gráfico 8);
- c) Intensidade Pluviométrica > 30 mm (Gráfico 9).

Após a classificação os valores (Tabela 11), os mesmos foram plotados na forma gráfica. As series de precipitação deste posto foram analisadas buscando identificar tendências no tempo.

Tabela 11: Quantidade de dias anuais com alturas pluviométricas nas três categorias pré-estabelecidas: a) ≤ 10 mm; b) > 10 e ≤ 30 mm; e c) > 30 mm.

Ano	>10 mm	> 10 e \leq 30 mm	>30 mm	Ano	>10 mm	> 10 e \leq 30 mm	>30 mm
1941	117	40	9	1971	98	46	12
1942	108	38	8	1972	113	39	16
1943	117	32	12	1973	89	48	14
1944	96	38	9	1974	82	25	16
1945	107	42	7	1975	100	46	12
1946	106	43	20	1976	102	42	10
1947	138	51	10	1977	73	44	7
1948	109	28	15	1978	69	27	11
1949	83	30	12	1979	90	34	13
1950	70	39	9	1980	101	43	10
1951	75	39	4	1981	74	22	13
1952	72	29	14	1982	113	50	15
1953	96	31	6	1983	141	46	37
1954	110	42	8	1984	129	26	20
1955	98	31	11	1985	117	30	12
1956	120	36	8	1986	128	33	12
1957	112	44	18	1987	118	31	18
1958	90	37	16	1988	114	33	11
1959	89	46	12	1989	120	35	18
1960	85	41	16	1990	111	48	23
1961	88	33	28	1991	92	37	11
1962	97	31	10	1992	87	42	20
1963	95	38	19	1993	89	39	16
1964	97	31	16	1994	117	49	13
1965	78	34	19	1995	121	38	11
1966	90	51	14	1996	100	53	12
1967	98	52	10	1997	115	55	16
1968	76	30	9	1998	100	60	22
1969	92	41	15	1999	115	38	14
1970	92	39	10	2000	90	39	11

Gráfico 7: Numero de dias anuais com altura pluviométrica ≤ 10 mm para o período de 1941 – 2000.

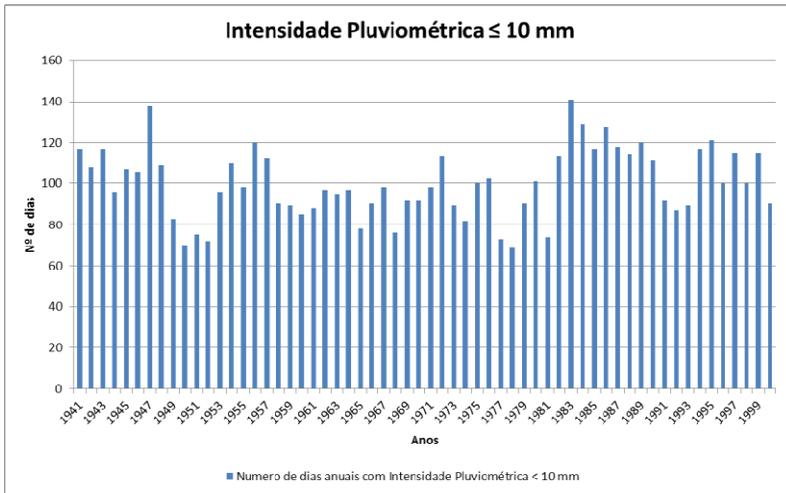


Gráfico 8: Numero de dias anuais com altura pluviométrica > 10 mm e ≤ 30 mm para o período de 1941 – 2000.

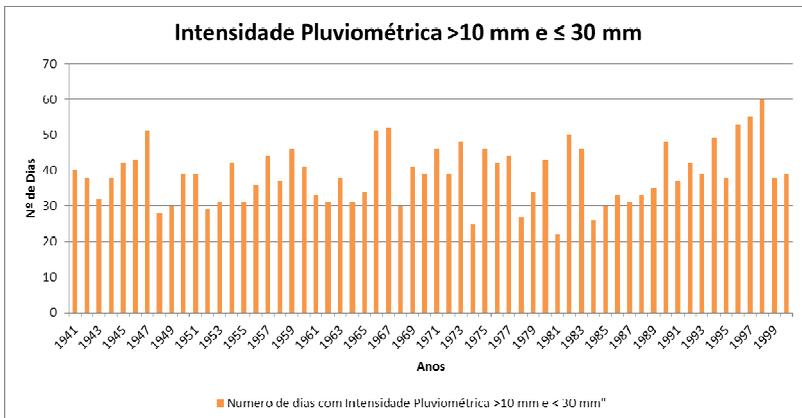
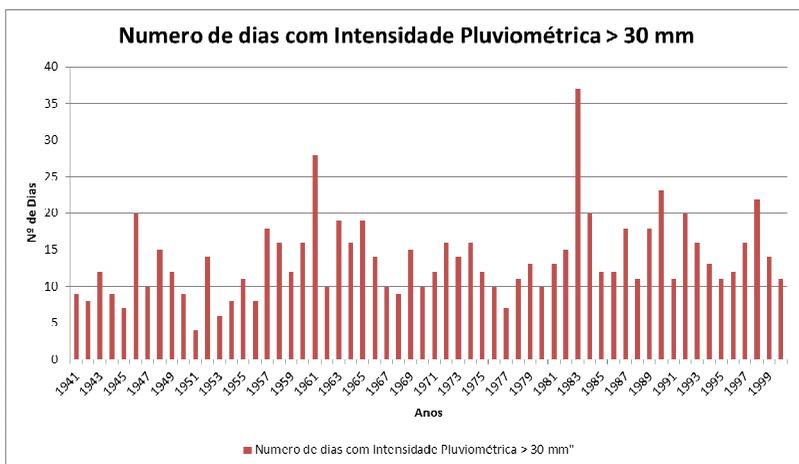


Gráfico 9: Numero de dias anuais com altura pluviométrica > 30 mm para o período de 1941 – 2000.



Ao longo de 59 anos de observações se mantém a predominância de dias com chuvas com intensidade inferior ou igual a 10 mm, em média foram 100 dias de chuva / ano com esta intensidade. Já com intensidade entre 10 e 30 mm foram 39 dias de chuva/ano e 14 dias de chuva/ ano com intensidade superior a 30 mm. Em relação às intensidades superiores a 30 mm, vale destacar os anos de 1961, 1983 que tiveram 28 e 37 dias com intensidades de chuvas superiores a 30 mm respectivamente, muito além da média da série histórica. Estes anos correspondem aos anos em que o rio Itajaí-açu alcançou o nível de 12,18 e 15,34 m acima do nível, ocasionando muitos danos ao município de Blumenau.

5.3 CARACTERIZAÇÃO FLUVIOMÉTRICA

Com o objetivo de avaliar se houve alteração na vazão média do Ribeirão Garcia ao longo dos anos e compará-la com a evolução da área urbana da bacia de estudo foram calculadas as vazões medias para os períodos compreendidos entre os anos de 58,78, 93, 2003 e 2009 que são respectivamente os anos em que se executou as bases cartográfica do município. Para estes mesmos períodos foram calculados e espacializados as quantidades de área impermeabilizadas da área urbana da bacia.

O objetivo é avaliar se houve aumento na vazão média do Ribeirão Garcia e se este aumento foi gerado pelo aumento da área impermeabilizada na área urbana da bacia.

Inicialmente foram coletados os dados fluviométricos de vazões médias mensais da Estação Garcia/ Blumenau – 02649009 junto a ANA - Agencia Nacional de Águas (Anexo 4). As falhas na serie da Estação Garcia/Blumenau foram preenchidas através da transposição de dados fluviométricos da Estação Arrozeira – 83675000 (Anexo5) que esta localizada na mesma sub-bacia e apresenta características semelhantes.

A partir da serie histórica completa (Anexo 8) foram calculadas as vazões medias mensais para os períodos de interesse: 1929 – 1957, 1958 -1978, 1979 – 1993, 1994 – 2003 e 2004 – 2010 (Tabela 12).

Tabela 12: Vazões Médias Mensais por período.

Período	1929-1957	1958-1978	1979-1993	1994-2003	2004-2010
Vazão média (m ³ /s)	3,44	3,56	4,05	4,82	3,77

A vazão média mensal para o período compreendido entre 1929 e 2010 é de 3,78 m³/s. Posteriormente foram espacializadas e calculadas as áreas impermeabilizadas da área urbana para os anos de 1958, 1978, 1993, 2003 e 2009.

Através dos dados do censo do IBGE, anos base 2003 e 2009, foram gerados os mapas de densidade populacional por setor censitário.

Através da análise e interpretação de fotografias foram determinadas as classes de adensamento para os anos de 1958 e 1978 através de uma classificação supervisionada e foram corroboradas as informações censitárias para os anos de 2003 e 2009 do perímetro urbanizado da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.

Em ambiente ArcGis foram elaboradas a bases cartográfica digital contendo a espacialização dos perímetros urbanizados, segundo 5 (cinco) classes de adensamento associadas aos seus respectivos índices de impermeabilização (I), adaptados conforme Tucci (1997) e Tucci e Marques (2000) como segue:

- 1) Área Urbana Consolidada com Alta Taxa de Ocupação - (I = 0,86) Compreendem áreas de alta taxa de ocupação e com alta densidade de construções. Nesta classe há ausência de espaços livres. Correspondem às áreas ocupadas por construções em praticamente todo terreno. Vale ressaltar que foram incluídas áreas com vias pavimentadas e não pavimentadas.

- 2) Área Urbana Consolidada com Taxa Média de Ocupação ($I = 0,60$) - Correspondem às áreas com taxa de ocupação média, abrangendo as áreas residenciais de classe alta, áreas institucionais, áreas industriais de grande porte, parques urbanos, e chácaras de recreação. Nestas classes ocorre a presença de espaços livres, como jardins e gramados associados às indústrias e áreas institucionais.
- 3) Área Urbana não Consolidada com Taxa Média de Ocupação ($I = 0,42$) - Foram consideradas as áreas com densidade média de habitações. Nestas áreas ocorre a presença de espaços livres que correspondem a lotes ainda não ocupados por edificações. Nesta classe os terrenos vazios representam menor expressão de área comparativamente aos lotes ocupados.
- 4) Área Urbana não Consolidada com Baixa Taxa de Ocupação ($I = 0,28$) - Foram consideradas as áreas urbanas ocupadas por edificações esparsas. Correspondem a loteamentos urbanos em processo inicial de ocupação. A relação terrenos ocupados e terrenos vazios são baixos. Vale destacar que ambas as áreas não consolidadas são formadas predominantemente de loteamentos em processo de ocupação.
- 5) Áreas em Implantação ($I = 0,15$) - Foram considerados loteamentos com ausência de edificações, verificando-se apenas o traçado do sistema viário e áreas terraplenadas para implantação de loteamentos ou indústrias de médio à grande porte. Correspondem a áreas basicamente não ocupadas por edificações, com abertura de vias e desbaste de quadras.

Com o suporte das geotecnologias, os perímetros urbanos mapeados segundo suas classes de adensamento, foram espacializados nos diferentes anos (Figura 32).

A Tabela 13 apresenta o resultado das áreas (Km²) ocupadas pelas diferentes classes de adensamento urbano na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia para os anos analisados.

Figura 32: Mapas de Adensamento para os anos de 1978, 1993, 2003 e 2009.

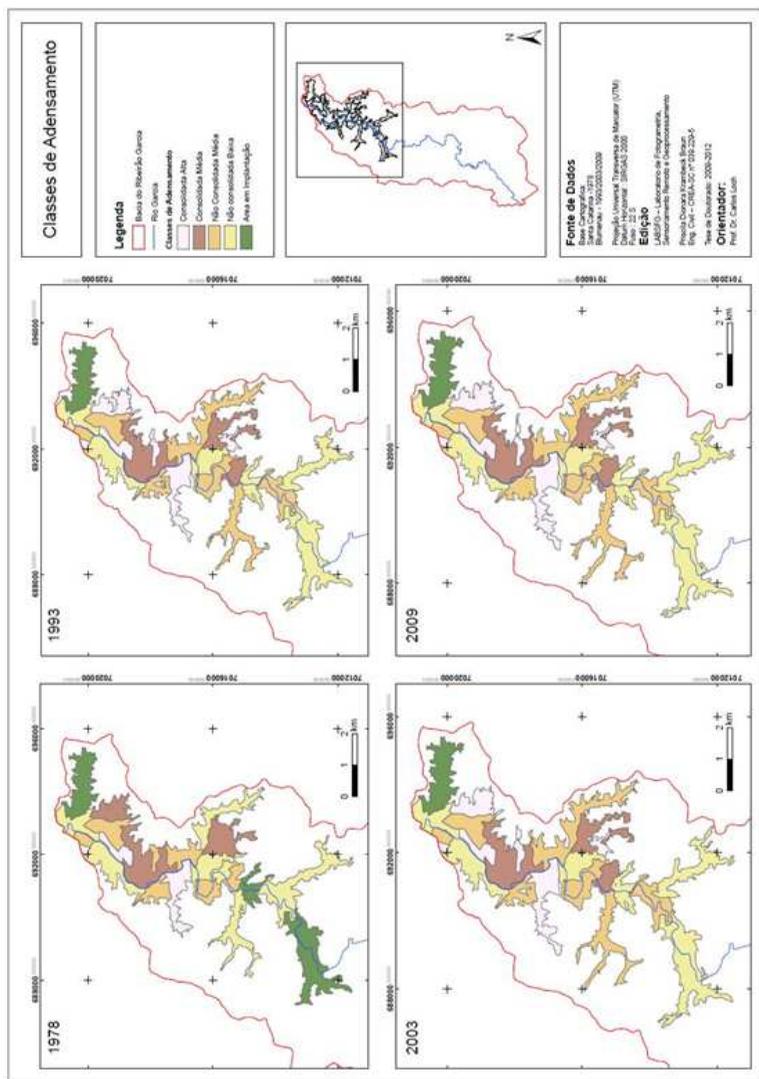


Tabela 13: Áreas ocupadas pelas diferentes classes de adensamento urbano na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia para os anos de 1978, 1993, 2003 e 2009.

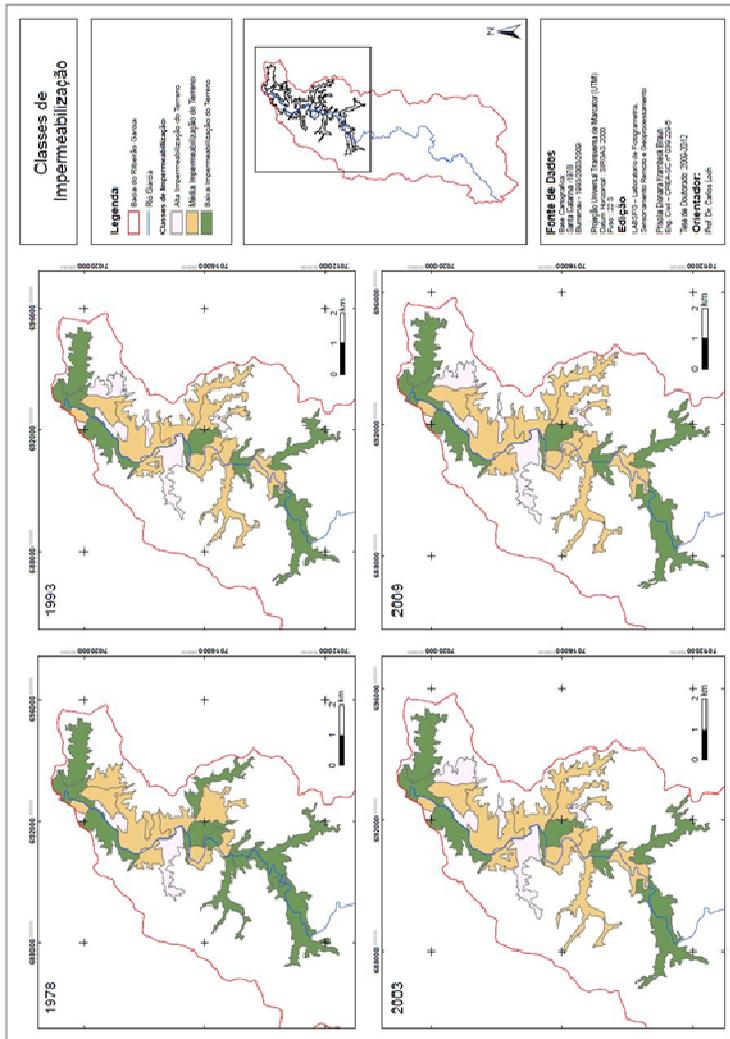
Classes de Adensamento Urbano	1978	1993	2003	2009
Área Consolidada com Alta Taxa de Ocupação (Km ²)	0,88	1,48	2,30	2,30
Área Consolidação com Taxa Média de Ocupação (Km ²)	2,27	2,36	2,67	2,67
Área não Consolidada com Taxa Média de Ocupação (Km ²)	1,54	1,76	2,01	2,01
Área não Consolidada com Baixa Taxa de Ocupação (Km ²)	2,89	2,86	3,18	3,18
Áreas em Implantação (Km ²)	4,61	4,15	3,68	3,90
Área total ocupada	12,19	12,61	13,84	14,06

Para a caracterização da bacia hidrográficas de acordo com a maior ou menor criticidade quanto à impermeabilização a cada classe de adensamento urbano foi associado o seu respectivo índice de impermeabilização, adaptado conforme Tucci (1997) e Tucci e Marques (2000), que resultou em um mapa com a espacialização das diferentes classes de adensamento urbano quanto aos índices de impermeabilização.

Posteriormente, foram criadas três classes de criticidade quanto ao nível de impermeabilização do terreno, para isto adotou-se como critério, a associação das classes Área Urbana Consolidada com Alta Taxa de Ocupação e Área Urbana Consolidada com Taxa Média de Ocupação, à classe de criticidade denominada “Alta Impermeabilização do Terreno”. As classes Área Urbana não Consolidada com Taxa Média de Ocupação e a classe Área Urbana não Consolidada com Baixa Taxa de Ocupação à classe “Média Impermeabilização do Terreno” e finalmente a classe Áreas em Implantação às de “Baixa Impermeabilização do Terreno” (Figura 33).

A substituição das classes de adensamentos urbanos pelos respectivos índices permitiu a visualização dos setores da bacia de maior criticidade quanto à impermeabilização das superfícies do terreno para a bacia hidrográfica analisada.

Figura 33: Mapa de Impermeabilização para os anos de 1978, 1993, 2003 e 2009.



A Tabela 14 apresenta a área ocupada (expressas em porcentagem) para cada um dos níveis de criticidade, quanto à impermeabilização do terreno para as diferentes bacias hidrográficas.

Tabela 14: Percentual de impermeabilização na bacia hidrográfica para os anos de 1978, 1993, 2003 e 2009.

Classes de Impermeabilização	1978	1993	2003	2009
Alta Impermeabilização (%)	25,84	30,46	35,89	35,34
Média Impermeabilização (%)	36,34	36,61	37,52	36,92
Baixa Impermeabilização (%)	37,82	32,93	26,59	27,74

5.3.1 Análise dos resultados da Caracterização Fluviométrica

Com base nos resultados obtidos, foi possível espacializar e avaliar temporalmente a dinâmica do crescimento urbano na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia, no município de Blumenau/SC, para os anos de 1978, 1993, 2003 e 2009 e identificar os setores da bacia que apresentam índices de maior comprometimento.

A análise dos dados tornou possível constatar um aumento de 38,89% na classe de alta impermeabilização para o período compreendido entre 1978 e 2003 e uma pequena redução de 1,55 % para o período compreendido entre 2003 e 2009.

Com a expansão urbana e o conseqüente aumento das áreas impermeabilizadas, ocorre um substancial aumento de volume das águas da drenagem pluvial, e uma diminuição no tempo de concentração da bacia, o que vem provocar uma sobrecarga na macrodrenagem a jusante, acarretando, na maioria das vezes, inundações, erosões nas áreas de terrenos terraplenados e margens dos córregos com o conseqüente assoreamento dos canais de drenagem. Fatos como estes, constantes na bacia analisada.

Quando comparados os valores obtidos na Tabela 14 que traz as vazões médias por período e as porcentagens de áreas impermeabilizadas para os mesmos períodos verifica-se uma correlação entre eles. Essas informações oferecem indicações importantes para que o estado tome medidas mitigadoras. Fica também demonstrado, que o uso das geotecnologias se caracteriza como ferramentas eficientes para armazenamento, tratamento, cruzamentos e espacialização de

informações da superfície terrestre, as quais proporcionam subsídios relevantes para o planejamento urbano.

5.4 ANÁLISE DO MEIO FÍSICO

A análise do meio físico (cap.5, pg.93), através de caracterização morfométrica (cap.5, item 5.1, pg.93), pluviométrica (cap.5, item 5.2, pg.101) e da vazão (cap.5, item 5.3, pg.115) proporciona subsídios para analisar a potencialidade natural de ocorrência de inundações em uma bacia hidrográfica, uma vez que estas três variáveis estão diretamente correlacionadas com as inundações em bacias hidrográficas.

A análise do meio físico (cap.5, pg.93) pode levar a compreensão e a elucidação de várias questões, uma vez que os índices e parâmetros, sugeridos para o estudo analítico sofrem influencia direta do processo de antropização. Os cursos da água e o processo de antropização constituem processos morfogenéticos dos mais ativos na esculturização da paisagem.

A caracterização morfométrica (cap.5, item 5.1, pg.93) proporciona subsídios para avaliar a potencialidade de ocorrência de inundações. A ocupação antrópica gera transformações na bacia que alteram as características morfométricas (Tabela 15).

Tabela 15. Alterações nas variáveis morfométricas.

Variável	Unid.	Escala Temporal		Varição
		1958	2003	%
Dr		2.90	2.81	3.10
Dd		2.87	2.80	2.43
Tt		5.11	5.16	0.97
T		6.14	5.96	2.93
Cm	m ² /m	348.43	357.14	2.44
Lb	m	45668.00	41774.21	8.52

Os resultados obtidos demonstram que não haverem alterações significativas nas características morfométricas da bacia. O impacto da antropização na bacia foi minimizado em função das características topográficas da própria bacia que impede o avanço da urbanização, uma vez que a jusante a bacia apresenta vales em V muito profundos.

A bacia apresenta uma pequena redução na densidade de rios, pois alguns talwegues, onde antes existiam cursos da água de pequeno porte foram suplantados pelo processo de urbanização. No entanto, esta

redução altera diversos outros parâmetros morfométricos, como a densidade de drenagem, textura da topografia, que estão diretamente correlacionados.

Com base nos valores obtidos para os índices de forma da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia pode-se concluir que a forma da bacia isoladamente não agrava o problema de enchestes, pois permite a dissipação do escoamento e da concentração das águas nos períodos de alta precipitação. Entretanto, considerando outras características físicas da bacia, como declividade das vertentes e gradiente dos canais de drenagem, percebe-se uma acentuada tendência para a ocorrência de enxurradas, cheias e enchentes.

A caracterização pluviométrica (cap.5, item 5.2, pg.101), por sua vez, demonstra que não houve alterações no regime de chuvas na bacia em análise. A área urbana na bacia compreende uma parcela pequena da área total, desta forma, o processo de antropização não tem influência sobre este parâmetro.

O estudo das vazões (cap.5, item 5.3, pg.115) demonstra que a vazão média do Ribeirão Garcia tem se alterado de forma crescente até 2003 e que estas alterações estão diretamente relacionadas com o processo de impermeabilização do solo na área urbana. De 2003 para 2009 houve um decréscimo na vazão média ocasionado por uma maior interferência do poder público no controle da bacia, através de obras de desassoreamento de rios e da inserção de restrições de ocupação na área da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.

A análise dos parâmetros e variáveis do meio físico (cap.5, pg. 93) auxilia o gestor público no direcionamento de suas ações, uma vez que deixam claras as fontes e as consequências da falta de planejamento urbano e seus reflexos na bacia hidrográfica.

6 MEIO ANTRÓPICO

Constituinte importante do sistema ambiental, a análise do meio antrópico é parte fundamental nos estudos ambientais, condicionando o escopo dos estudos ambientais e orientando os diagnósticos realizados para a identificação e análise de impactos. A incorporação de informações sobre a forma de ocupação da área de estudo, sobre as necessidades e aspirações das populações envolvidas, buscando a compreensão sobre as causas e consequências das inundações, visa orientar o processo decisório.

O presente capítulo apresenta no item 6.1 uma análise histórica da forma de ocupação do território e suas consequências para o Município

de Blumenau e o item 6.2 compreende o estudo da percepção da comunidade em relação ao problema das inundações e sobre a atuação do poder público.

6.1 ESTRUTURA FUNDIÁRIA IMPLANTADA EM BLUMENAU

Todo assentamento humano é influenciado por seu sítio físico, sobre o qual também age em uma relação bidirecional. No caso de Blumenau, a força dos elementos naturais que compõem a bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açu e suas bacias secundárias faz com que esta interação entre a ação da sociedade e a ação do meio ocorra com maior intensidade (SIEBERT, 1997).

A história de Blumenau pode ser pautada sob a ótica das inundações. Grande parte das funções vitais da cidade concentra-se em áreas inundáveis, bem como inúmeras construções residenciais. Dentre os motivos que condicionam o município de Blumenau a ser susceptível a problemas ambientais, destacam-se:

- a) Influências geo-ambientais do sítio onde se assenta a cidade;
- b) Condicionantes históricos como o modelo colonizador implantado pelos europeus;
- c) Características sócio-econômico-culturais da cidade.

A cidade de Blumenau encontra-se às margens do Rio Itajaí-Açu, que a corta no sentido oeste-leste, com largura variando de 50 a 250 metros. O Rio Itajaí-Açu forma um vale recortado, com seus afluentes, entre eles os Ribeirões Garcia, Velha e Itoupava, correndo em direções opostas, em vales estreitos e íngremes, especialmente na porção sul do Município, onde se situa a bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia. A malha urbana, do tipo radial, desenvolveu-se então linearmente ao longo dos fundos de vale, influenciada pelo sítio e pela estrutura fundiária do período colonial.

O impressionante desenvolvimento econômico de Blumenau, ao longo de cento e cinquenta anos, acarretou uma evolução urbana que veio a gerar, em nossos dias, um tecido urbano extremamente problemático, com uma malha viária congestionada, e com a ocupação de áreas inadequadas à urbanização por serem sujeitas a inundações bruscas, graduais e deslizamentos.

Além da influência das características geográficas locais, outro fator que condicionou as características urbanas de Blumenau e região, foi à estrutura fundiária do período colonial, isto é, o modo como se deu a divisão e distribuição das terras. Os lotes destinados aos colonos (*hufen*) foram demarcados de maneira que cada colono tivesse acesso à

água, tão necessária às plantações, para o consumo doméstico e como meio de transporte.

Cada lote compreendia uma estreita e comprida faixa de terra (com 100 braças de frente por 500 braças de fundo)¹, paralelas entre si e perpendiculares às picadas abertas nos fundo dos vales (Figura 34). Este modelo de divisão da terra, aqui implantado, era conhecido na Alemanha como *Waldhufendorf*² e deixou sua marca na estrutura fundiária e, conseqüentemente, nas malhas urbanas de Blumenau e região.

Ainda hoje, se detecta sua nítida marca nas malhas urbanas, nas propriedades e nos loteamentos com uma só rua sem saída, perpendicular às curvas de nível, ou seja, na pior situação topográfica possível, e com até um quilômetro de extensão.

Em 1856, a quantidade de terras disponíveis era vasta na Colônia Blumenau, o que permitia que os moradores escolhessem os lotes que lhe agradassem, ficando assim os piores lotes para serem escolhidos por último. Esta forma de ocupação gerou uma urbanização desequilibrada, permeada de vazios urbanos, onerando a gestão municipal.

O ponto de partida para a demarcação dos lotes foi às picadas traçadas ao longo do curso dos rios e ribeirões, a ocupação da cidade de Blumenau se deu pelas então conhecidas, linhas coloniais. A cidade cresceu linearmente "entre o rio e a montanha", ao longo da rua comercial e de outras estradas e tifas³ que penetravam em direção ao fundo dos vales (PELUSO e SIEBERT, 2000).

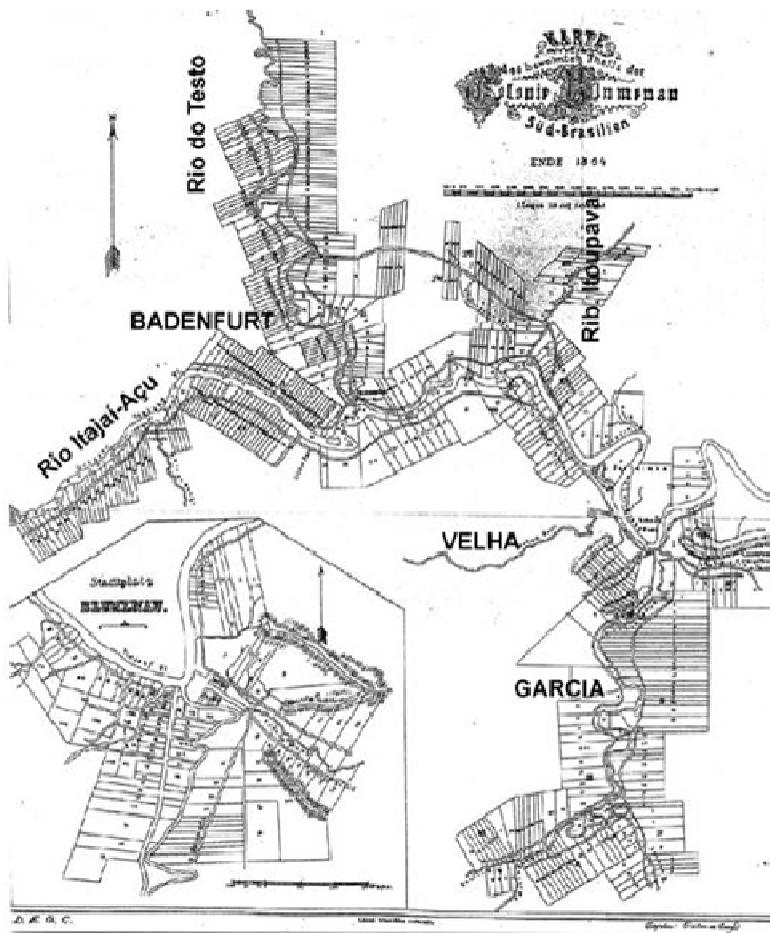
As primeiras picadas e caminhos abertos transformaram-se em ruas e são hoje as vias arteriais da cidade, os principais eixos de penetração para os bairros como exemplo podem ser citados: a Rua Amazonas, a Rua São Paulo, a Rua Bahia, a Rua Dois de Setembro, entre outras.

¹ Equivalente a 100 morgen = 500 braças quadradas = 242.000 m². A partir de 1880 com a adoção do sistema métrico, os lotes coloniais passaram a ser definidos com aproximadamente 30 hectares (300.000 m².), sendo 300 metros de frente por 1000 de fundo.

² Sistema de parcelamento da terra 'adotado pelo campesinato alemão nas regiões montanhosas e de florestas da Alemanha, desde a Idade Média', lembrando que, no sistema campesinato da Alemanha, o dono da terra estava sujeito à hierarquia feudal, enquanto que em Santa Catarina, eram livres-proprietários.

³ tifas = pequenos vilarejos, vilas.

Figura 34: Mapa (1864) com a demarcação dos lotes coloniais.



Fonte: Arquivo Histórico do Município de Blumenau.

6.1.1 Efeitos da Estrutura Fundiária colonial na estrutura fundiária

A bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia, localizada na região sul do Município, ao longo do Ribeirão Garcia foi uma das primeiras a ser ocupada e abriga hoje cerca de sessenta mil pessoas. Seu vale estreito e íngreme está sujeito a inundações bruscas e graduais e deslizamentos. Apresenta uma ocupação consolidada, densa, mas não verticalizada. Seu

crescimento tem sido lento nas últimas décadas, em virtude da saturação e de um controle mais efetivo por parte do Estado. Os loteamentos desta região trazem claramente a marca dos lotes coloniais, com longas ruas sem saída, perpendiculares às vias principais, subindo as encostas perpendicularmente às curvas de nível (Figura 35).

Figura 35: Estrutura fundiária colonial detectada na malha urbana do bairro Garcia, ano 2009, localizado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.



Os lotes coloniais da região sul, no bairro Garcia, foram, também, os primeiros a serem parcelados, mas as demais regiões não tardaram a seguir o mesmo modelo. Estes parcelamentos, anteriores à Lei Federal 6.766/79, que rege o parcelamento do solo urbano, são constituídos em linhas gerais por uma única rua, sem saída, de doze metros de largura, com oito metros de pista e dois metros de calçada em cada lado, e uma faixa de lotes de cerca de trinta metros de profundidade de cada lado desta rua. Em alguns casos, o loteamento é feito em etapas sucessivas, à medida que o proprietário sente necessidade de vender os lotes, sendo comum um único lote colonial gerar até duzentos lotes urbanos de aproximadamente 360 metros quadrados cada.

O sistema de divisão dos lotes coloniais era apropriado para atender as demandas de uma colônia agrícola de meados do século passado, no entanto, a transformação destes lotes coloniais em loteamentos urbanos acarretou sérios conflitos de difícil solução. Este

modelo de ocupação, que se desenvolveu até a década de 70, quando então surgiram a Lei Federal de Parcelamento do Solo (Lei 6.766/1979) e o 1º Plano Diretor de Blumenau (1977) deixou marcas profundas no ordenamento territorial do município. Gerou vias principais estreitas, uma vez que as antigas picadas que interligava os lotes foram transformadas em vias arteriais sem ter sido alargada, uma vez que as casas tendiam a ser construídas sem afastamento frontal. Vias principais com sobrecarga de fluxo (fluxo de passagem + fluxo local), uma vez que é descarregada na via principal, aproximadamente a cada cem metros, uma via local que dá acesso a cerca de duzentos lotes.

Ausência de preocupações sociais ou urbanísticas no loteamento dos lotes coloniais. Cada proprietário dividia a sua terra procurando maximizar a oferta de lotes, o que acarretava em loteamentos com ruas sem saída, sem interligação entre um loteamento e outro que não seja pela via principal. As vias principais ficam, então, sobrecarregadas por acolher não só o fluxo de passagem, como, também, o fluxo local, que poderia se dar por vias secundárias, paralelas à principal.

Inexistência de um sistema de vias secundárias, o que prejudica não só os moradores do próprio loteamento, pois ficam isolados de seus vizinhos, como, também, as demais pessoas, residentes ou não, no bairro. Pois no caso de interrupção da única via de acesso a cada loteamento, seja por um acidente ou pela necessidade de uma obra, todo o loteamento fica sem outra possibilidade de acesso.

Do ponto de vista da gestão municipal, o loteamento com uma única rua sem saída implica em gastos dobrados com o deslocamento do transporte coletivo e da coleta de lixo, que são obrigados a percorrer duas vezes a mesma rua.

Este modelo tem ainda como implicação ruas com declividade acentuada, uma vez que são traçadas perpendicularmente às curvas de nível gerando uma série de problemas: o transporte coletivo e a coleta de lixo têm dificuldade para subi-las, a pressão da rede de água potável não é suficiente para atingir os pontos mais altos, a pavimentação não se mantém nos períodos de maior precipitação pluviométrica, a erosão pode levar consigo bueiros e meios-fios.

6.1.2 Efeitos da Legislação na ocupação do solo

A partir de 1979, o parcelamento do solo urbano passou a ser regido pela Lei Federal 6.766, que determinou critérios urbanísticos para a execução de loteamentos e desmembramentos, inclusive a doação de áreas para implantação de equipamentos comunitários, a declividade

máxima das novas vias e a proibição de se lotear áreas com declividade acima de 30%. No Município de Blumenau, especificamente, o parcelamento do solo também tem sido regulamentado pelos Planos Diretores que disciplinam o crescimento da cidade desde a década de setenta.

A excessiva fixação humana do Garcia (Figura 36) e demais bairros pertencentes à bacia do ribeirão Garcia, é um processo que vem evoluindo de forma acelerada, a partir da década de 50 e tem contribuído para a desfiguração da paisagem, expondo os terrenos de alta declividade a um processo contínuo de erosão, que se grava após fortes e/ou contínuas precipitações pluviométricas.

A evolução da área urbana na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia apresenta uma rápida expansão nas décadas de 50, 60 e 70 (92%). Esta expansão continua a ocorrer nas décadas subsequentes, mas de forma lenta. Da mesma forma a cota de ocupação máxima na década de 50 era de 115 m e atualmente esta em 250 m (Tabela 16).

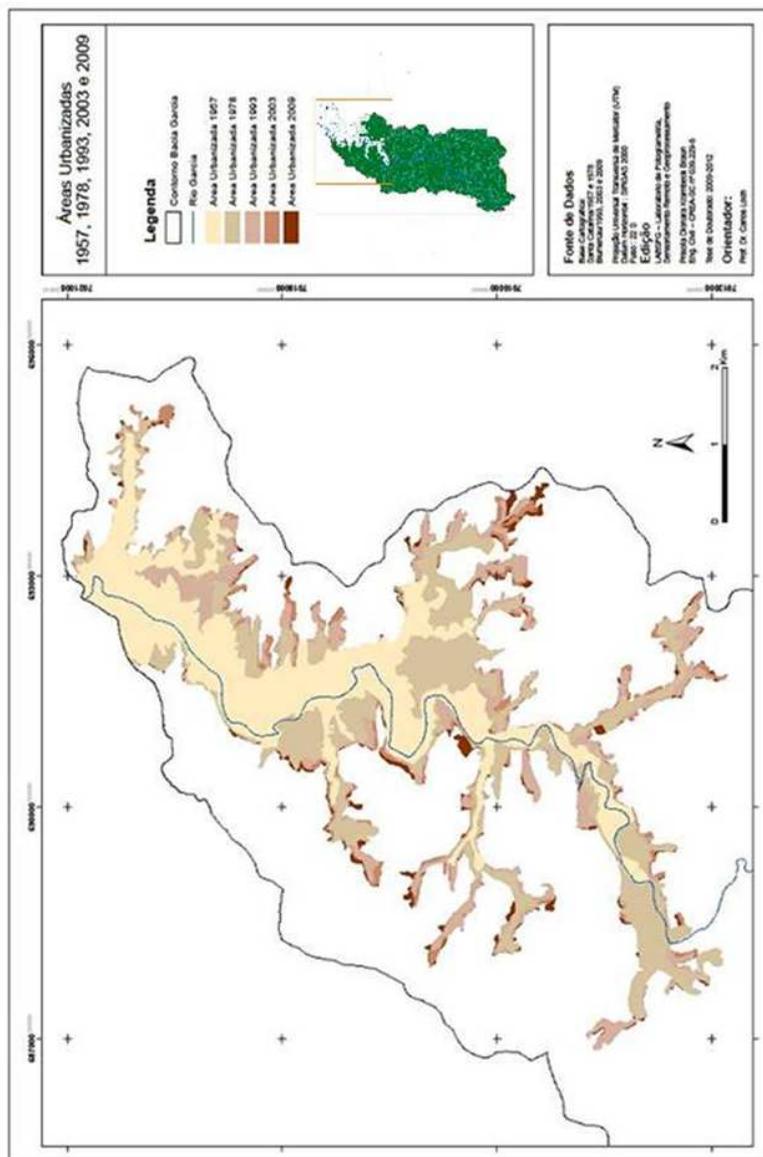
Tabela 16: Evolução da área urbana na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia.

AREA URBANA		
ANOS	ÁREA (km²)	COTA MÁXIMA (m)
1957	6,35	115
1978	12,19	225
1993	12,60	250
2003	13,84	250
2009	14,06	250

A elevação da cota de ocupação para 250 m contribui para a instabilidade das encostas na bacia. A instabilidade das encostas em seu estado natural é condicionada concomitantemente por três fatores principais: características geométricas, características geológicas e pelo ambiente fisiográfico em que se insere. A alteração natural ou artificial destas condicionantes pode facilmente implicar na alteração da condição de estabilidade.

As ações humanas sobre as encostas para ocupação urbana alteram as características originais dos terrenos e potencializam as instabilidades.

Figura 36: Avanço da Urbanização sobre a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.

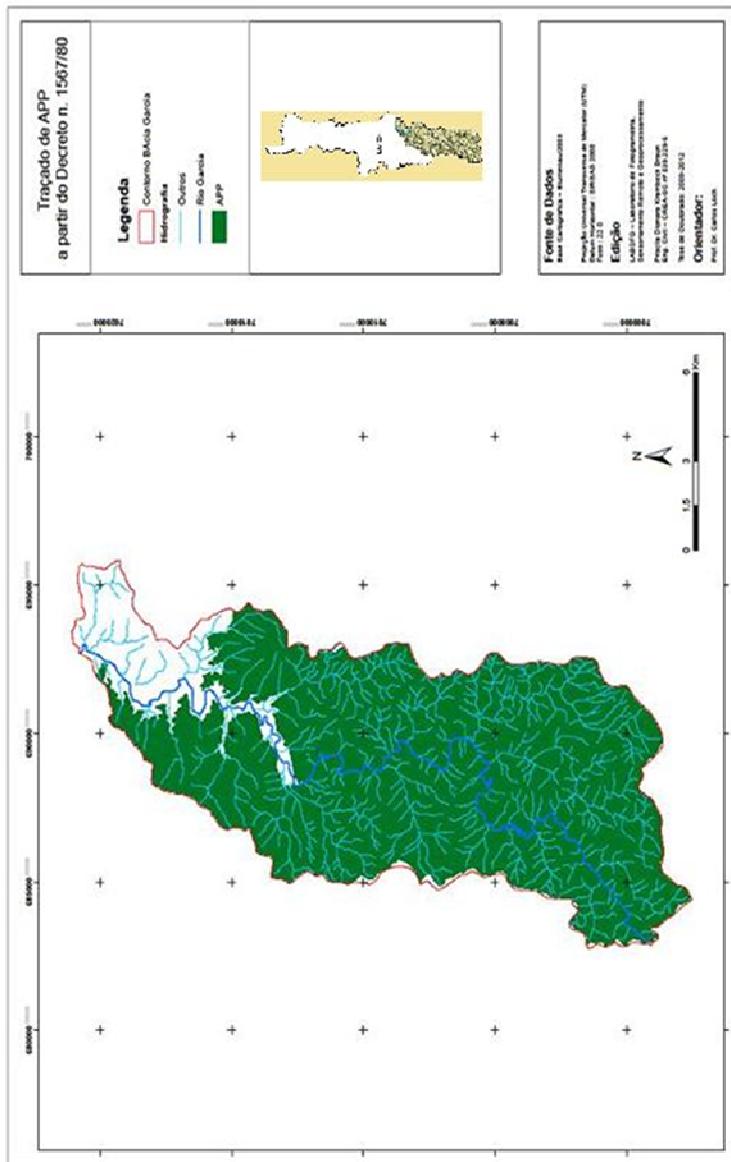


De forma a conter o processo evolutivo desencadeado na década de 60 foi estabelecida em 1980, através do Decreto-Lei 1.567/1980, uma grande área de preservação permanente na região sul do município, onde esta inserida a bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia. O Decreto Municipal nº 1567/1980 transforma em área de APP grande parte da região sul do município, conforme descrito no Art.1º:

“Fica declarada de preservação permanente e vedada, sem parcelamento, nos termos do art. 1º Do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771/65) e do art. 3º, parágrafo único, inciso III e V da Lei nº 6.766/1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano no país, a área do município de Blumenau, ao sul e assim delimitada: a leste, com a linha demarcatória do Município Governador Jorge Lacerda, de seu início até a Rua José Reuter; Rua João Pessoa, da confluência da Rua Bruno Hering até o seu final; Rua Bruno Hering em toda sua extensão; Rua Hermann Hering, em toda sua extensão; Rua Marechal Floriano Peixoto, da confluência da rua Hermann Hering até a rua Thomé Braga, em toda a sua extensão; Rua Pastor Stutzer da confluência da Rua Thomé Braga até o seu início na Alameda Rio Branco; Alameda Rio Branco da confluência da Rua Pastor Stutzer até o seu final; Rua Hermann Huscher, em toda sua extensão; Rua Anchieta, de seu início até a Rua Centenário; Rua Centenário em toda sua extensão; Rua Emílio Tallmann, em toda sua extensão; Rua Rui Barbosa, da confluência da Rua Emílio Tallmann até o seu início; Rua Progresso, da confluência da Rua Rui Barbosa até o seu início e da Rua da Glória e seu prolongamento até o limite do Município com o de Gaspar; ao sul, nos limites do Município com o de Guabiruba (BLUMENAU, 1980).”

Nesta APP (Área de Preservação Permanente), o parcelamento do solo seria vedado (Figura 37). Esta área destinava-se, segundo o artigo 3º, a “assegurar condições de bem estar público, preservação ecológica da flora, da fauna e proteção do manancial hídrico do município” (BLUMENAU, 1980).

Figura 37: Área de Proteção permanente (APP) estabelecida pelo Decreto Municipal nº 1.567/80, localizado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia.



A criação desta área de preservação permanente se justificou no fato de a área apresentar relevo acidentado, uma rica rede de drenagem, a necessidade de preservação de mananciais para abastecimento de água potável, o acelerado desmatamento e os processos erosivos dele decorrentes, a necessidade de equilibrar a vazão dos cursos da água e de preservar a flora e a fauna remanescentes.

A bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia tem uma área total de 158,90 km², do total desta área, 135,48 km² foram transformadas em área de Preservação Permanente pelo Decreto-Lei 1.567/1980. Dentro da área da bacia, considerando que 85 % da área total são de APP, somente 15% da área total permite a ocupação, ou seja, 23,42 km². Correlacionando esta informação com as informações da Tabela 16, verifica-se que a bacia, dentro da área permitida, esta densamente urbanizada.

No entanto, a sobreposição da área de APP sobre a série cartográfica histórica de Blumenau, que compreende os anos de 1957, 1978,1993, 2003 e 2008 permite concluir que as ocupações nas áreas delimitadas por este decreto continuam acontecendo (Tabela 17).

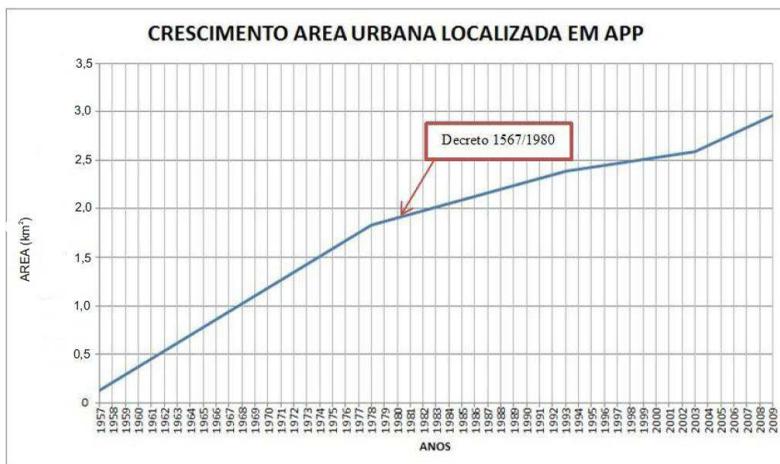
Tabela 17: Levantamento espaço-temporal das áreas ocupadas dentro da área de APP do Decreto 1.567/1980.

ANOS	1957	1978	1993	2003	2009
ÁREA (km²)	0,13	1,83	2,39	2,59	2,96
%	0.001	0,012	0.018	0.019	0.019

Houve uma diminuição na taxa de crescimento das áreas ocupadas dentro da área de APP na bacia. Esta diminuição esta atrelada a criação da área de APP e principalmente as restrições do meio-físico, uma vez que a bacia apresenta a montante vales em V profundos o que impede a ocupação destas áreas (Gráfico 10).

No entanto a área de APP continua a ser ocupada, em muitos casos com a conivência do poder publico uma vez que este decreto caiu no esquecimento.

Gráfico 10: Crescimento das áreas ocupadas dentro da área de APP delimitada pelo Decreto Municipal nº 1.567/1980.



6.2 PERCEPÇÕES DA POPULAÇÃO RESIDENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO GARCIA

Na avaliação de programas que visam minimizar os impactos das inundações, a componente social é uma dimensão necessária, apesar de muitas vezes desconsiderada. Este componente pode ser avaliado através da articulação entre os atores (população e poder público) e da percepção da comunidade residente em relação às necessidades e intervenções (CASAGRANDE, 1997a; PURCELL et al., 2002; LARNED et al., 2006).

6.2.1 Análise de áreas amostrais da bacia

Os repetidos eventos de inundação que ocorrem na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia, fazem desta área um espaço potencial de processo investigativo, o qual pode subsidiar futuros processos de tomada de decisão voltados à adequação de um sistema sustentável em médio e longo prazo. No atual contexto nacional de gestão ambiental, e especificamente de recursos hídricos, os processos participativos e descentralizados são priorizados e devem incorporar a sociedade civil. Portanto, a opinião e a percepção da população afetada pelos problemas e intervenções podem ser uma importante ferramenta na condução de

processos de transformação urbana e na (re)formulação das políticas públicas. Neste sentido, este item tem como objetivo avaliar a percepção da população residente na área da bacia hidrográfica do ribeirão Garcia em relação às inundações e sobre a atuação do poder público.

Para a realização deste trabalho, adotou-se uma pesquisa qualitativa. Foram realizados trabalhos de campo para análise de uso e ocupação do solo e entrevistas semiestruturadas com os moradores das áreas amostrais.

Os procedimentos que subsidiaram esta pesquisa amostral foram divididos em quatro etapas: definição da população total e do tamanho da amostra; elaboração do questionário; aplicação dos questionários e tabulação dos resultados.

A definição da população local foi baseada na projeção populacional por bairros para o Município de Blumenau realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE) para o ano de 2010 apresentados na Tabela 1.

Para este trabalho optou-se pelo sistema amostral por unidades representativas, pois o mesmo apresenta maior facilidade de seleção das amostras e maior precisão quando comparado com o sistema amostral aleatório.

Cabe ressaltar, entretanto, que, a utilização da técnica de pesquisas amostrais para levantamento de percepção social e mudanças de comportamento em relação à drenagem urbana, sobretudo após programas de prevenção e de restauração, deve ser bastante ponderada. O tempo para detectar tais transformações é incerto, e neste caso, deve-se aplicar um processo continuado de pesquisa amostral que permita um monitoramento temporal na área de estudo (MACEDO; MAGALHÃES JUNIOR, 2011).

Foram escolhidas amostras representativas da bacia na área urbana, considerando fatores como relevo, uso e ocupação do solo, macrozoneamento e zoneamento, e planta de valores. Segundo Cochran (1965) e Bolfarine e Bussabi (2005), o padrão das amostras é sistemático, ou seja, escolhidas de acordo com uma classificação, neste caso a pré-categorização da área urbana da bacia em três unidades de paisagem: alto, médio e baixo Garcia.

Foram selecionadas seis zonas homogêneas/amostras (Figura 38), com área aproximada de 234.406,00 m²/cada, de forma que cada amostra corresponda à cerca de 1,5% da área total urbanizada da bacia, totalizando aproximadamente 10% da área total urbanizada, ano base 2009, da bacia hidrográfica do ribeirão Garcia, cujas características são apresentadas no Quadro 9.

Quadro 9: Caracterização das zonas amostrais.

Zonas Amostrais	Localização	Características Geológicas	Características Geomorfológicas	Características Pedológicas	Características da rede de drenagem	Macrozoneamento ¹	Zoneamento ²	Planta Valores ³
1	Baixo Garcia / Bairro Ribeirão fresco	Grupo Itajai e aluviões do rio Itajai-açu e seus afluentes	Vales em V fechados	Predomínio de Neossolos, e em menor quantidade Cambissolos e Argissolos.	Multidirecional ordenada, obedecendo ao padrão retangular denitrítico.	Area de consolidação	ZR-1 e 2	ZF 2
2	Baixo Garcia / Bairro Garcia: região das ruas Araranguá e transversais	Grupo Itajai e aluviões do rio Itajai-açu e seus afluentes	Vales em V fechados	Predomínio dos Neossolos e em menor expressão por Cambissolos e Argissolos.	Multidirecional ordenada, obedecendo ao padrão retangular denitrítico.	Area de consolidação	ZR-1	ZF 2
3	Médio Garcia / Bairro Garcia: região das ruas Zendon e Transversais	Grupo Itajai / Formação Campo Alegre.	Vales em V fechados	Solos espessos e predominantemente argilosos e pouco friáveis	Multidirecional ordenada, obedecendo ao padrão retangular denitrítico.	Area de consolidação do desenvolvimento	ZR-1, ZR-2 e ZLE1.	ZF 2
4	Alto Garcia / Bairro Progresso: Rui Barbosa, Gustavo Maier e Leopoldo Heinger e seus transversais	Grupo Itajai (Formação Campo Alegre) e aluviões do Ribeirão Kohberger e seus afluentes.	Vale em "V" fechado, encostas íngremes e morros em forma de crista alongada.	Solos espessos e predominantemente argilosos e pouco friáveis	Multidirecional ordenada, obedecendo ao padrão retangular denitrítico.	Area de consolidação do desenvolvimento	ZR-1, ZR-2 e ZLE1.	ZF 2
5	Alto Garcia / Bairro Progresso: compreende as ruas Helmut Goll e transversais	Grupo Itajai (Formação Campo Alegre) e aluviões do rio Itajai-açu e seus afluentes.	Vales em "V" fechado	Solos espessos e predominantemente argilosos e pouco friáveis	Multidirecional ordenada, obedecendo ao padrão retangular denitrítico.	Area de consolidação do desenvolvimento	ZR-2	ZF 2

Quadro 9: Caracterização das zonas amostrais (continuação).

Zonas Amostrais	Localização	Características Geológicas	Características Geomorfológicas	Características Pedológicas	Características da rede de drenagem	Macrozoneamento ¹	Zoneamento ²	Planta Valores ³
6		Grupo Itajai, sobre a Formação Gaspar.	Serras da Formação a Gaspar	Solos espessos e predominantemente argilosos e pouco friáveis	Multidirecional ordenada, obedecendo ao padrão retangular-dentritico.	Área de adensamento controlado	ZR 1, ZR 2 e ZLE 1	ZF 2

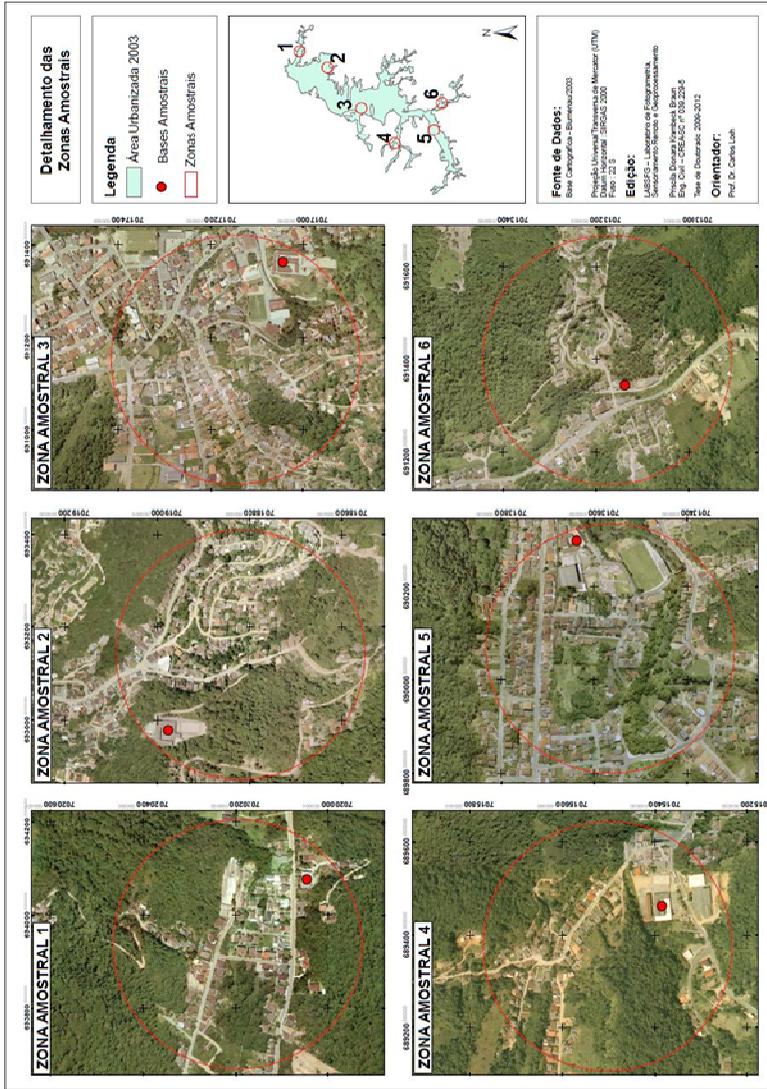
¹ Macrozoneamento:
 Área de Consolidação - abrange áreas já urbanizadas, cuja ocupação se dará através da intensificação do aproveitamento do solo de forma equilibrada em relação aos serviços, infraestrutura, equipamentos e meio ambiente, de modo a evitar sua ociosidade ou sobrecarga e otimizar os investimentos coletivos.
 Área de Adensamento controlado - áreas já urbanizadas ou não, que necessitam de controle de adensamento em razão das condicionantes geológicas, topográficas, hidrológicas e urbanísticas.

² Zoneamento:
 Zona Residencial I - ZR1 - espaço territorial caracterizado por baixa densidade com limitação de altura.
 Zona Residencial Dois - ZR2 - caracteriza-se por ser um espaço territorial com baixa densidade, sem limitação de altura.
 Zona de Localização Especial é - ZLE 1 - o espaço territorial considerado de importância para o desenvolvimento da cidade, destinado à proteção cultural e/ou ao desenvolvimento de atrativos turísticos e pontos de referência paisagística relevantes.

Obs. Os Coeficientes Urbanísticos das Zonas Residenciais I e II e da Zona de Localização Especial ZLE I, bem como, a proporção de cada zona abrangida pelo zoneamento em cada área amostral são apresentadas no Anexo 3.

³ZF - Zona Fiscal

Figura 38: Detalhamento zonas amostrais.



A rede de drenagem multidirecional ordenada, com padrão retangular dentrítico evidencia o forte controle estrutural onde os principais rios estão encaixados nos planos de fraqueza e os afluentes nos blocos deslocados pelas falhas. A alta densidade de drenagem indica a baixa permeabilidade, resultando no rápido escoamento da água superficial e pouca infiltração do solo.

Nas áreas de estudos foram selecionadas escolas municipais de ensino fundamental, denominadas de bases amostrais, localizadas em cada área amostral selecionada, totalizando aproximadamente 3.450 alunos, inseridas nas áreas amostrais da bacia hidrográfica do ribeirão Garcia (Figura 32). As Escolas selecionadas foram:

Amostra 1 – base amostral: EBM Pastor Faulhaber, localizada na Rua Pastor Oswaldo Hesse, nº 1.090 – Bairro Ribeirão Fresco;

Amostra 2 – base amostral: EBM Prof^a. Alice Thiele, localizada na Rua João Schetz, nº 273 – Bairro Garcia.

Amostra 3 – base amostral: EBM Prof^a Júlia Strzalkowska, localizada na Rua Carl Heinz Buechler, nº 171 – Bairro Garcia.

Amostra 4 – base amostral: EBM Henrique Alfarth, localizada na Rua Rui Barbosa, nº 1.616 – Bairro Progresso;

Amostra 5 – base amostral: EBM Pedro II, localizada na Rua Helmuth Goll, nº 579 – Bairro Progresso;

Amostra 6 – base amostral: EBM Capitão Euclides de Castro, localizada na Rua Jordão, nº 2.269 – Bairro Progresso.

6.2.2 Avaliação da percepção da população residente na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia

A avaliação da comunidade foi realizada através de um questionário. Em cada base amostral foi entregue aos alunos um questionário, a ser preenchido pelos pais. O questionário foi elaborado visando identificar dois aspectos principais: a percepção ambiental da comunidade residente em relação à drenagem urbana; e a percepção da comunidade em relação à ação do estado (Figura 39). Dos 3.450 questionários aplicados, retornaram 2.193, o que corresponde a 63,57 % do total de questionários aplicados. Os resultados foram analisados através de estatística descritiva.

Figura 39: Modelo questionário aplicado.




QUESTIONARIO DE PESQUISA

Nome completo: _____
 Endereço: _____
 Idade: _____
 Profissão: _____
 Grau de instrução: () Ensino Fundamental () Ensino Médio () Ensino Superior
 Tempo em que mora no local:
 () 0 a 2 anos () 2 a 3 anos () 3 a 10 anos () 10 a 15 anos () 15 a 20 anos
 () mais de 20 anos

- 1) Em sua opinião, o que é a drenagem urbana?

- 2) Qual o objetivo de um sistema de drenagem urbana?

- 3) Quais os benefícios de um bom sistema de drenagem urbana?

- 4) Como a água pluvial é coletada na sua rua?

- 5) Na sua opinião, o que é manuseio das águas pluviais urbanas?

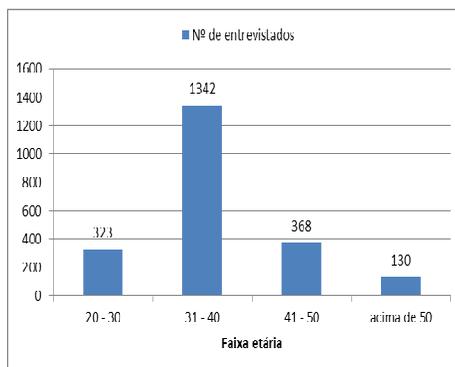
- 6) Você acha que o aumento no número de casas/apartamentos no seu bairro contribuiu para aumentar o número de inundações?
 De sua opinião: () Sim () Não
- 7) Na sua opinião o lixo jogado nas ruas contribui para o aumento na frequência de inundações?
 De sua opinião: () Sim () Não
- 8) O bairro onde você mora tem uma rede de drenagem urbana que funciona?
 De sua opinião: () Sim () Não
- 9) Qual o principal tipo de problema que ocorre no seu bairro, considerando a drenagem urbana?
 () alagamentos
 () entupimento de córregos
 () capacidade das tubulações insuficientes

Com que frequência estas problemas ocorrem? _____

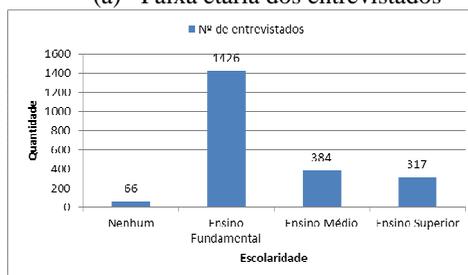
- 10) Na sua rua o poder público (prefeitura) faz a limpeza e a manutenção da drenagem natural (rios e córregos) e artificial (tubulação de coleta de água)?
 Em caso afirmativo, com que frequência? _____
 () Sim () Não
- 11) Qual o comportamento da população em relação a jogar lixo na drenagem urbana?

Em relação à estrutura etária da amostra, a maior parte dos entrevistados possui entre 30 e 50 anos. No geral, poucos jovens entre 20 e 30 anos e adultos acima dos 50 anos foram entrevistados. A maior parte dos entrevistados reside na área de estudo há no mínimo 10 anos, o que lhes confere credibilidade ao analisar as questões propostas. Em relação ao nível de escolaridade, a maioria dos entrevistados cursa ou cursou apenas o ensino fundamental. Como a faixa-etária compatível com este nível de instrução (6-14 anos) não foi contemplada por esta pesquisa, pode-se concluir sobre o baixo nível de escolaridade dos moradores da região (Gráfico 11).

Gráfico 11: (a) Faixa etária dos entrevistados e (b) Nível de escolaridade.



(a) Faixa etária dos entrevistados



(b) Nível de escolaridade dos entrevistados.

Os resultados são relativos aos direcionamentos principais do questionário: a percepção ambiental da comunidade residente em relação à drenagem urbana e a percepção da comunidade em relação à ação do estado (Quadro 10).

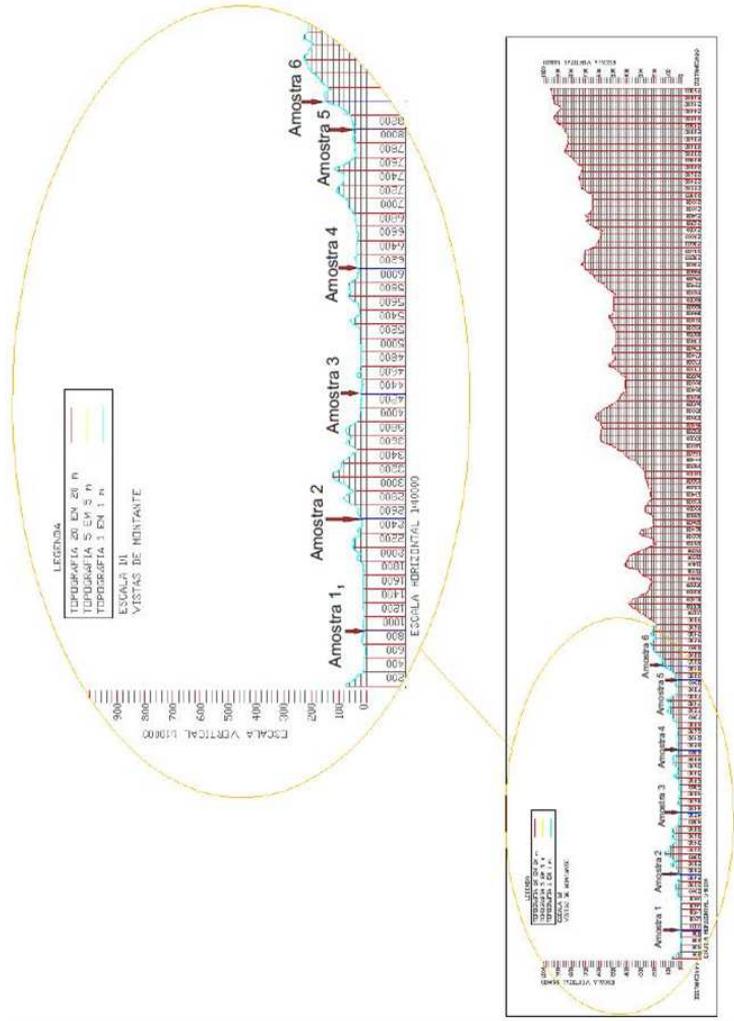
Quadro 10: Resultados do questionário.

QUESTÕES PROPOSTAS	RESPOSTAS
1. Em sua opinião o que é a drenagem urbana?	13,0 % Não souberam responder 18,0 % Vincularam a rede de drenagem urbana a coleta de esgoto. 4,0 % Confundiram com a definição de saneamento 65,0 % Associaram com a coleta e direcionamento da água da chuva
2. Qual o objetivo de um sistema de drenagem?	5,5 % Não souberam responder. 94,5 % Evitar o acúmulo de água na rua e assim evitar alagamentos.
3. Quais os benefícios de um bom sistema de drenagem?	16,0 % Não souberam responder. 84,0 % Minimizar os riscos de inundações.
4. Como a água pluvial é coletada na sua rua?	22,0 % Não souberam responder. 25,0 % Informaram que não existe coleta de água pluvial na rua. 53,0 % Informaram que a coleta é feita através de bocas de lobo, mas desconhecem o caminhar e o destino final da água coletada.
5. Em sua opinião, o que é o manejo das águas pluviais?	73,0 % Não souberam responder. 27,0 % Associaram ao tratamento da água coletada.
6. Você acha que o aumento no número de casas/apart. No seu bairro contribui para aumentar o número de inundações?	7,7 % Não souberam responder. 46,1 % Sim 46,1 % Não
7. Em sua opinião o lixo jogado nas ruas contribui para o aumento na frequência de inundações?	5,5 % Não souberam responder. 94,5 % Sim
8. Qual o comportamento da população em relação ao lixo jogado nas ruas?	95,0 % Declaram que falta bom senso da população. 2,5 % Consideram que a população comporta-se de maneira adequada. 2,5 % Não souberam responder.
9. O bairro onde você mora tem uma rede de drenagem que funciona?	11,5 % Sim 77,0 % Não 11,5 % Não souberam responder.
10. Qual o principal tipo de problema que ocorre no seu bairro? (.) Alagamentos; (.) Transbordamento de córregos; (.) Capac. Das tubulações insuficientes	65,0 % Associaram os alagamentos a capac. Insuficiente das tubulações ou a inexistência da mesma. 35,0 % Transbordamento de córregos.

Os entrevistados, moradores dos bairros inseridos na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia, que em muitos casos, sofrem com a problemática das inundações revelaram bastante descontentamento com a situação a que estão submetidos. Muitos deles informaram verbalmente que haviam entrado com processos junto a Prefeitura Municipal de Blumenau solicitando providências que amenizassem os problemas, mas que as medidas tomadas pelo poder público foram insuficientes ou ineficientes e que o problema persiste.

Pode-se perceber que apesar da problemática das inundações e de deslizamentos a que estão submetidos os moradores de todas as áreas amostrais, os moradores tem percepções diferentes em relação às questões propostas e que estas diferentes percepções estão vinculadas a localização geográfica da amostra (Figura 40).

Figura 40: Perfil longitudinal da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia com a espacialização das áreas amostrais.



Os entrevistados que residem nas amostras 5 e 6, situadas mais a montante do exútor da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia e cujas residências apresentam um padrão construtivo considerado de médio e alto padrão reconhecem a própria contribuição no processo de inundação, mas culpam o poder público por negligenciar a manutenção dos sistemas de micro e macro drenagem urbana e questionam o modelo de ocupação adotado pelo poder público para as zonas em que estão inseridos.

Contudo, a realidade apresentada é totalmente diferente dos moradores das amostras 1, 2, 3 e 4 onde as casas dos entrevistados foram construídas às margens de córregos, em talvegues e áreas sujeitas a deslizamentos, em muitos casos, sem nenhum planejamento, segurança e infraestrutura. Grandes partes dos moradores das ruas que estão inseridas nestas amostras se encontram em loteamentos irregulares e revelaram grande desejo de serem remanejados pela prefeitura para outras áreas da cidade. Percebe-se, que em grande parte, os moradores culpam o poder público pelos problemas a que estão sujeitos e não reconhecem a própria contribuição neste processo.

O espaço analisado se apresenta repleto de contrastes, tanto nos aspectos físicos quanto sociais e econômicos; que privilegia uma parcela da população e desfavorece outra, pois o processo de densificação e superocupação de áreas inadequadas tem sido um dos efeitos negativos de um setor habitacional desorganizado, de um mercado imobiliário especulativo e diferentes níveis de infraestrutura entre os bairros, consolidando em muitos aspectos um processo de exclusão social e de segregação espacial.

As áreas amostrais se caracterizam por um modelo de ocupação predominantemente residencial, contudo, a presença de ocupações subnormais se dá principalmente nas áreas mais afastadas da bacia hidrográfica, dificultando ainda mais a implantação de infraestrutura e saneamento para estas famílias. No entanto, percebe-se a presença de pequenos focos de ocupações subnormais em meio a áreas mais próximas a região central do município, em lotes com alto valor agregado que resistem à especulação imobiliária.

Pode-se constatar que a falta de um planejamento urbano eficaz e efetivo tem ocasionado efeitos ambientais desastrosos, além do agravamento das disparidades sociais e perda da qualidade de vida da população. A sustentabilidade urbana é prioridade e tem que ser construída dia-a-dia, e parte dessa construção está baseada na legitimidade das políticas públicas que devem ser constantemente

atualizadas. Estas políticas devem se adaptar às demandas de serviços urbanos, bem como as demandas sociais e ambientais.

Os estudos da percepção ambiental são ferramentas importantes e servem de suporte a formulação de diretrizes que visam a implantação de um trabalho de Educação Ambiental, onde poderá se promover uma mudança na escala de atitudes e resgate de valores, que promovam mudanças comportamentais e transformações sociais.

A Educação Ambiental desempenha um importante papel na reflexão dos problemas ambientais através da conscientização e sensibilização social, que implica em um processo de reflexão e tomada de consciência dos processos ambientais, conduzindo a participação e ao resgate da cidadania na tomada de decisões. Permite, ainda, que o indivíduo desenvolva uma visão mais abrangente e por meio das quais atitudes e habilidades são desenvolvidas visando à atuação crítica e participativa do cidadão no meio em que esta inserida e com o qual interage.

6.3 ANÁLISES DO MEIO ANTRÓPICO

Os padrões sócio-espaciais e os impactos ambientais, como as inundações, são explicados, também, através das forças que emanam da organização social. Desta forma, não basta, estudar apenas, o meio biofísico natural (clima, relevo, morfometria, pluviometria, fluviometria, etc.) é necessário estudar o meio artificial e suas inter-relações (cap.6, pg. 123). Na análise técnica das causas e consequências das inundações a multidimensionalidade não pode ser negligenciada.

A compreensão do problema das inundações, como processo, depende, sobretudo, de se compreender a história (não linear) de sua produção, o modelo de desenvolvimento urbano (cap.6, item 6.1, pg. 124) e a percepção que a população residente tem em relação ao problema (cap.6, item 6.2, pg. 134).

A atual malha urbana da cidade de Blumenau, e conseqüentemente na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia é fortemente condicionada pela estrutura fundiária colonial. Ainda se perpetuam loteamentos com uma única rua, inexistência de ruas secundárias e perpendiculares às curvas de nível.

Apesar de esta legislação urbanística procurar melhorar as condições de implantação dos loteamentos, a herança do período colonial, ou seja, a estrutura fundiária, associada ao relevo da cidade, impede efetivas melhorias.

Não podemos esquecer que a ocupação do espaço, essencialmente quando não obedece ao ordenamento do território, pode agravar situações de risco. No caso de Blumenau, a forma de ocupação do território, veio sem dúvida a aumentar a exposição ao risco de inundações e deslizamentos.

Vale salientar que a infraestrutura é determinante na atenuação ou amplificação das consequências de um determinado desastre de origem natural. Redes de infraestrutura como, estradas e pontes, que possibilitam circulação de pessoas, bens, serviços e informações, bem como dos meios de socorro e emergência, podem determinar em zonas de igual suscetibilidade, graus de vulnerabilidade diferente por parte da população.

Contudo, o poder público sozinho não representa uma panaceia para a solução desses problemas socioambientais, em conjunto com políticas públicas eficientes, outra esfera deve atuar em prol de uma mudança efetiva da situação, e essa esfera é representada pela educação. A atitude das pessoas em relação à natureza pode mudar com o tempo.

O estudo da percepção (cap.6, item 6.2, pg. 134) da comunidade deixa claro que o problema tem se agravado, em parte, pela falta de conhecimento da população sobre a relação entre ocupação do solo e inundações. A comunidade precisa ser transformada em parceira do poder público e isso só será possível, através da educação ambiental.

A incorporação de informações sobre a forma de ocupação da área de estudo, sobre as necessidades e aspirações das populações envolvidas, buscando a compreensão sobre as causas e consequências das inundações visa orientar o processo decisório.

7 LEGISLAÇÃO

Os reflexos das transformações socioeconômicas atravessadas pelo Brasil, ao longo do tempo, apontam para a necessidade da regulação do espaço por parte do Estado, o que vem sendo feito por meio da criação de mecanismos normativos de controle de questões ambientais e de proteção dos recursos naturais.

A legislação ambiental, entretanto, tem também sido foco de conflitos, já que coloca em cena representações sociais diferentes acerca da forma e da utilização dos recursos naturais de um território. Neste sentido este capítulo busca analisar a legislação ambiental a nível federal, estadual e municipal, dando enfoque às áreas de APP (Área de Preservação Permanente) e ANEA (Área Não Edificante) junto aos cursos da água.

7.1 A CONSTITUIÇÃO E O CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO

A Constituição de 1934 pode ser considerada como marco na legislação ambiental brasileira, pois pela primeira vez a proteção da natureza passou a figurar como um princípio básico para o qual deviam concorrer as esferas Federal, Estadual e Municipal. A partir dessa Constituição, fora outorgado um novo valor a natureza, pois a mesma passou a ser considerada como patrimônio nacional a ser preservado, sendo de responsabilidade do poder público a sua fiscalização. Como consequência foram criados alguns dispositivos legais, dentre os quais se destacam: o Código Florestal (1934), o Código de Caça e Pesca (1934), o Código de Águas (1934) e o Decreto de Proteção dos Animais (1934).

O Código Florestal brasileiro de 1965 foi elaborado com o intuito de proteger a biodiversidade da fauna e a flora que estava sendo agredida de forma predatória. O Código Florestal em muitos aspectos é interpretado de forma equivocada, uma vez que, alguns agentes públicos, bem como uma parcela da população, aplicam o código em área que haviam sido urbanizadas em períodos anteriores a promulgação da lei.

Em 1989 o Código Florestal brasileiro foi alterado pela lei 7803/89. A principal alteração reside no art. 2º que estabelece as faixas de preservação permanente conforme a largura dos cursos da água. Neste caso, o legislador teve a preocupação de abrir um parágrafo único, cujo objetivo era o de diferenciar a área urbana da área rural, conforme segue:

“Art. 2º - Considera-se de preservação permanente, pelo só efeito desta lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situada: a) Ao longo dos rios e de qualquer curso da água desde o seu nível mais alto em sua faixa marginal, cuja largura mínima seja:

1. De 30 (trinta) metros para os cursos da água de menos de 10 (dez) metros de largura; 2. De 50 (cinquenta) metros para os cursos da água que tenham de 10(dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; 3. De 100 (cem) metros para os cursos da água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros; 4. De 200 (duzentos) metros para os cursos da água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros; 5. De 500

(quinhentos) metros para os cursos da água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; 6. Ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de águas naturais e artificiais; 7. Nas nascentes intermitentes e nos chamados “olhos d’água”, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura; No topo de morros, montes, montanhas e serras; 8. Nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100 % na linha de maior declive; Nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; Nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; Em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á os dispostos nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo (BRASIL, 1989).”

As normas que regulam as APP então entre as interfaces mais mal trabalhadas entre a legislação ambiental federal e a questão urbana e as falhas presentes nesta legislação são apontadas como um dos fatores que mais contribuem para o descumprimento desta norma em áreas urbanas.

O termo limites não pode ser compreendido como significando as mesmas quantidades numéricas contidas na norma federal, pois se assim fosse, não seria a lei mera repetição daquela, tirando a autonomia dos municípios. Não pode ser entendida também, como significando aquelas quantidades como limites mínimos a serem obedecidos pelos legisladores locais, que só poderiam instituir restrições maiores. Neste caso esta situação redundaria no paradoxo de se impor restrições maiores para o espaço urbano, estabelecendo padrões maiores para este espaço do que para os espaços naturais.

Há quem sustente que os limites referidos no Art.2º, são limites mínimos para as propriedades urbanas, ou seja, as leis municipais não poderiam estabelecer limites inferiores. Há ainda, autores que defendem a simples inaplicabilidade dos limites para APP constantes no Código

Florestal às áreas urbanas, remetendo o assunto à legislação urbanística, uma vez que a Lei 6.766/79 (Lei do Parcelamento do Solo Urbano) prevê 15 metros de faixa *non aedificandi* ao longo das águas correntes e dormentes.

No que tange a supressão de vegetação em áreas de preservação permanente, a Constituição Federal de 1988 define que ela somente poderá ser autorizada em caso de utilizada pública ou de interesse social; devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica ou locacional.

Segundo a Constituição Federal de 1988, quem tem competência para autorizar a supressão de vegetação em área de APP é somente o poder legislativo e não a autoridade administrativa federal, uma vez que, considerando os objetivos das APP's que são: os de proteger os cursos da água, evitar o assoreamento dos rios e enchentes e fixar as montanhas, evitando-se o soterramento de pessoas nos centros urbanos, ela não pode pertencer a um ou outro partido que esteja no poder, o que só seria possível revogando-se expressamente o Art. 2º do Código Florestal.

No entanto, em relação à supressão vegetal em área de preservação os órgãos ambientais do governo federal como o IBAMA sempre entenderam que a possibilidade de supressão prevista no § 1º do Art. 3º do Código Ambiental:

“§1º A supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com previa autorização do Poder Executivo Federal quando for necessária a execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social (BRASIL, 1965).”

Também se aplicava à vegetação de preservação permanente nas APP's criadas pelo art. 2º do Código Florestal. Não poderia ser diferente, não parece bom censo defender uma posição que em última análise, teria que impor medidas como a derrubada de todas as pontes que cruzam os rios brasileiros construídos após a entrada em vigor do Código Florestal de 1965, com a correspondente reposição da vegetação.

Nesta mesma linha, a Resolução nº 237/1997 do CONAMA que dispõe sobre o licenciamento ambiental estabelece que:

“[...] compete ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades localizadas nas florestas ou demais formas de vegetação natural de preservação permanente relacionada no Art.2º da Lei 4.771/1965 (Código Florestal) e em todas que assim forem consideradas por normas federais, estaduais ou municipais (BRASIL, 1997).”

Em 2012 foi aprovada a Lei nº 1.876/99 cujo objetivo era o de reformular o Código Florestal Brasileiro, promulgado em 1965. As principais diferenças entre o Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965) e o Código Florestal Brasileiro (2012) são descritas no Quadro 11.

A largura das APP's de margens de rios em áreas urbanas e regiões metropolitanas podem ser determinadas pelo Plano Diretor, ouvindo Conselhos Estaduais e Municipais do Meio Ambiente. No entanto, a área mínima de preservação nesses locais fica determinada no Artigo 4º da lei e vale para todo o país.

Quadro 11: Principais diferenças entre o Código Florestal de 1965 e o Código Florestal proposto em 2012.

Código Florestal Brasileiro (1965)	Área de Preservação Permanente (APP)
	Proteção da vegetação nativa de margens de rios, lagos e nascentes, tendo como parâmetro o período de cheia. Várzeas, mangues, matas de encostas, topos dos morros e áreas com altitude superior a 1800 metros não podem ser exploradas para atividades econômicas.
	Matas Ciliares
	30 metros para matas ciliares em rios até 10 metros de largura. 50 metros nas margens de rios entre 10 e 50 metros de largura, e ao redor de nascentes de qualquer dimensão. 100 metros nas margens de rios entre 50 e 200 metros de largura. 200 metros para rios entre 200 e 600 metros de largura. 500 metros nas margens de rios com largura superior a 600 metros. 100 metros nas bordas de chapadas. Exige autorização do Executivo federal para supressão de vegetação nativa em APP e para situações onde for necessária a execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social.
	Anistia
Pena de três meses a um ano de prisão simples e multa de 1 a 100 vezes o salário mínimo.	

Quadro 11: Principais diferenças entre o Código Florestas de 1965 e o Código Florestal proposto em 2012. (continuação)

Código Florestal Brasileiro (2012)	Área de Preservação Permanente (APP)
	Proteção da vegetação nativa de margens de rios, lagos e nascentes, tendo como parâmetro o nível regular da água. Várzeas, mangues, matas de encostas, topos dos morros e áreas com altitude superior a 1800 metros podem ser utilizadas para determinadas atividades econômicas.
	Matas Ciliares
	30 metros para matas ciliares em rios de até 10 metros de largura; quando houver área consolidada em APP de rio de até 10 metros de largura, reduz-se a largura mínima da mata para 15 metros. 50 metros nas margens de rios entre 10 e 50 metros de largura, e ao redor de nascentes de qualquer dimensão. 100 metros nas margens de rios entre 50 e 200 metros de largura. 200 metros para rios entre 200 e 600 metros de largura. 500 metros nas margens de rios com largura superior a 600 metros.
	Anistia
	Isentam os proprietários rurais das multas e sanções previstas na lei em vigor por utilização irregular de áreas protegidas até 22 de julho de 2008.

7.2 A POLÍTICA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA

A legislação básica sobre o assunto no âmbito estadual se resumia até 2009 a Lei Estadual nº 5.793, de 15/10/1980, que dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental, e o Decreto nº 14.250 de 05/06/1981, que regulamentou ao lado da Lei nº 6.063 de 24/05/1982 o parcelamento do solo urbano.

Partindo do entendimento de que os Estados da Federação tem o permissivo constitucional para realizarem suas próprias políticas ambientais em 13 de abril de 2009, foi promulgada pelo governo do Estado de Santa Catarina a Lei 14.675 que instituiu a Política Estadual do Meio Ambiente. A aprovação desta lei foi tema de acaloradas discussões no âmbito social, político e científico e traz importantes inovações, sejam elas positivas ou não, dentre as quais se destacam:

a) A criação de Unidades de Conservação (SNUC) por lei, condicionando-as a existência de recursos previamente inseridos no orçamento do Estado destinados as desapropriações e indenizações. O proprietário do imóvel passa a ter direito de permanecer no imóvel enquanto não houver indenização;

b) Há possibilidade de utilização de 100% da Área de Preservação Permanente em pequenas propriedades. Há ainda a possibilidade de compensação da Reserva Legal por outra área equivalente em importância ecológica e extensão, desde que pertença ao mesmo ecossistema e esteja localizada na mesma bacia hidrográfica;

c) Passam a serem permitidas atividades econômicas como pecuária extensiva, ecoturismo e ecoturismo sustentável nos campos de altitudes superiores a 1.500 metros;

d) Definição de Área Rural ou Pesqueira Consolidada, Banhado de Altitude, Campos de Altitude, Talvegue e Topo de Morro;

e) Pagamentos por Serviços Ambientais;

f) Adequação das APP's ao longo dos cursos de água, de acordo com a realidade do nosso Estado.

A Lei 14.675/2009 estabelece no Art. 114 novas larguras de faixas de preservação em áreas de preservação permanente no inciso I, conforme valores estabelecidos no Quadro 12. Vale salientar que a matéria não autoriza a supressão de vegetação.

Quadro 12: Larguras em faixas de preservação em áreas de preservação permanente.

Classificação	Tamanho Propriedade	Largura do Rio (m)	Largura faixa de preservação (m)
Ao longo dos rios ou de qualquer curso da água desde o seu nível mais alto em faixa marginal	≤ 50 ha	< 5	5
		$5 \geq l \leq 10$	10
		>10	10+ 50 % da medida excedente a 10 (dez) metros.
	>50 ha	≤ 10	10
		>10	10+ 50 % da medida excedente a 10 (dez) metros
	Banhados de Altitude		
Nascentes			≥ 10 m*

Fixa ainda como áreas de preservação permanente com 100% das áreas preservadas em: a) os topos de morros e montanha; b) vegetação de restinga, como fixadores de dunas e estabilizadores de mangues; c) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo; e d) em altitudes superiores a 1.800 (mil e oitocentos metros), qualquer que seja a vegetação.

No entanto, abre uma brecha, na alínea 2, da Seção I do Artigo V, quando estabelece que as medidas das faixas de proteção a que se refere o inciso I podem ser modificadas em situações específicas, desde que estudos técnicos elaborados pela EPAGRI justifiquem a adoção de novos parâmetros.

O Art. 116 da referida lei estabelece que não sejam consideradas áreas de preservação permanente as áreas cobertas ou não com vegetação, marginais de:

- a) Canais, valas ou galerias de drenagem, inclusive os destinados à irrigação, bem como, os reservatórios artificiais de água para múltiplos usos, com fins agrícolas e pesqueiros e talvegues que não compõem leito de curso da água natural;
- b) Canais de adução de água;
- c) Cursos da água regularmente canalizados.

Em caso de retificação ou desvio de curso da água, devidamente licenciado, deve-se manter a correspondente área de preservação permanente, considerando a nova conformação do curso da água. Caso a nova área de preservação atingir imóveis de terceiros, deve-se então, constituir servidão, nos termos da legislação específica.

7.3 CONFRONTAÇÕES DA LEGISLAÇÃO FEDERAL E ESTADUAL

A Procuradoria Geral da República ajuizou uma Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI 4252) perante o Supremo Tribunal Federal contra o Estado de Santa Catarina, pois de acordo com o procurador-geral a Lei 14.675/09 contraria regras e princípios gerais, de observância obrigatória, estabelecidos pela União em matéria de proteção ao meio ambiente. Especificamente, estariam sendo violadas partes das Leis 12.651/12 (Código Florestal), 7.661/88 (lei do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro) e 11.428/06 (Lei de Proteção a Mata Atlântica). Segundo o procurador-geral a lei deve ser considerada inconstitucional porque a legislação estadual pretende substituir padrões normativos que dependem de disposições federais e que a competência suplementar, atribuída pela Constituição Federal de 1988 não deve ser utilizada com esse viés.

A Ação Direta de Inconstitucionalidade promovida pela Procuradoria Geral da República ataca os desacertos do Código Ambiental de Santa Catarina. No artigo 28, o referido Código traz em seu texto conceitos que subvertem o sentido dado pela lei geral. Quando o Código Ambiental Catarinense explicita conceitos, atinge não somente

o Código Florestal, mas também a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, e traz em seu artigo 3o, conceitos nacionalmente homogeneizadores.

Considerando o objetivo deste trabalho, o mesmo se restringirá a discutir as alterações no artigo 114, 115 e 116 do Código Estadual de Meio Ambiente; uma vez que o mesmo contraria frontalmente o conceito de áreas de preservação permanente, dando novos contornos à proteção das florestas situadas ao longo dos rios ou qualquer curso d'água, das nascentes, no topo de morros e de montanha, nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, em altitudes superiores a 1.800 (mil e oitocentos metros) qualquer que seja a vegetação.

A Resolução nº 303/2006 do CONAMA, já traz os parâmetros técnico-científicos em relação aos quais a lei estadual buscou inovar. Contrariar tais restrições é alargar o conceito de área de preservação permanente, o que implica, necessariamente, afrontar as citadas resoluções do CONAMA e o Código florestal brasileiro, o que, por sua vez, ofende o artigo 24 da Constituição da República.

Observe-se que os artigos 115 e 116, do Código Estadual se contrapõem a Constituição ao dar proteção menos restritiva às áreas de preservação permanente situadas no Estado de Santa Catarina.

Quanto às benfeitorias já existentes e em desacordo com a legislação vigente, a lei estadual de Santa Catarina dá a possibilidade de que, uma vez já consolidados, se mantenham nos locais onde foram concebidos, desde que adotem tecnologias não poluidoras. Esta possibilidade está prevista no artigo 118, X, da lei estadual. É evidente que a intenção do legislador estadual foi o de legalizar as irregularidades existentes às margens dos rios e cursos d'água.

As Áreas de Preservação Permanente são áreas de grande importância ecológica, tem como função preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna, da flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas. Assim, a sua utilização insustentável é prejudicial ao meio ambiente, e como tal, não pode haver a permissividade prevista na lei estadual.

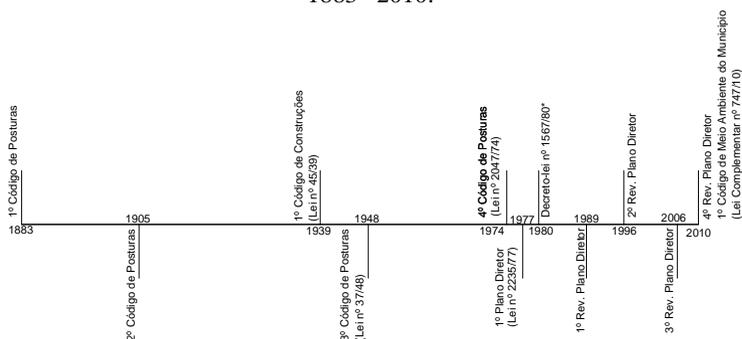
O fato de haver inconstitucionalidades do ponto de vista jurídico, não tira o mérito do Estado de Santa Catarina de trazer para discussão temas bastante polêmicos, principalmente no que tange, as distancias de APP junto aos rios e córregos. O Brasil por ser um país continental, apresenta inúmeras diferenças em termos de características físicas e sociais e estas características devem ser levadas em conta quando da elaboração dos Códigos Ambientais estaduais. A sanção da Lei

14.675/2009 (Código Estadual de Meio Ambiente) não esgota a discussão sobre as questões ambientais, ainda há um grande desafio pela frente, o de fomentar o desenvolvimento econômico sustentável no Estado.

7.4 O PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE BLUMENAU E AS LEIS COMPLEMENTARES

Desde 1850 até hoje, várias ações interventistas do Estado sobre a propriedade privada, na forma de controle urbanístico foram instituídas no município de Blumenau (Figura 41).

Figura 41: Linha do tempo das leis urbanísticas do Município de Blumenau/SC: 1883 –2010.



* Decreto-Lei nº 1567/1980 – Decreta área de APP grande parte da região sul de Blumenau.

De 1883 a 1977, data do 1º Plano Diretor do Município, o Código de Posturas passou por três revisões. A primeira revisão foi no ano de 1905. De cunho fortemente sanitaria, este código esboçava as primeiras normas sobre a ocupação do solo. Neste Código, havia uma breve referencia ambiental, no artigo 188, que determinava que nos morros que constituíssem divisores de águas só seria permitido o desmatamento até uma distância de cinquenta metros, contados dos respectivos cimos.

Na segunda revisão do Código de Postura em 1948 permaneceu o aspecto sanitaria da legislação. Neste Código, além de regulamentos construtivos, determinava que os lotes tivessem no mínimo 300 m² e no máximo 1.000 m² e exigia a doação ao Município de 5% das áreas loteadas, além das áreas destinadas a vias de circulação, antecipando, de

certa forma, a Lei Federal de Parcelamento do solo, de 1979. Novamente, neste Código, aparecem algumas preocupações com as questões ambientais, através de determinações sobre a caça e a pesca, às águas e os rios, a proteção das florestas e dos espécimes vegetais raros, como influencia do Código Florestal de 1934 (BLUMENAU, 1948; SIEBERT, 2000).

Em 1974, acontece à terceira revisão do Código de Postura Nesta lei, aparece pela primeira vez o objetivo geral da legislação, “disciplinar o uso e gozo dos direitos individuais e do bem estar geral” e surge, também, pela primeira vez, a expressão “meio ambiente”, na legislação de Blumenau.

O Primeiro Plano Diretor do Município foi aprovado em 1977 e elaborado de forma tecnocrática, por uma equipe externa, com pouca participação da equipe técnica da prefeitura e limitada participação popular. Neste espírito autocrático, o objetivo do plano era o de disciplinar o crescimento urbano. O Plano Diretor de 1977 introduziu na legislação urbanística de Blumenau as preocupações com o adensamento e com a separação das funções urbanas através do zoneamento, no entanto, apresentou um grande equívoco no que se refere às enchentes, preocupação constante de Blumenau desde os primórdios até os tempos atuais.

Seguindo orientações do DNOS (Departamento Nacional de Obras e Saneamento), o Plano Diretor de 1977, proibiu edificações abaixo da cota de 10 metros acima do nível do mar. O que permitiu a ocupação de grandes extensões de áreas inundáveis por residências nas proximidades do centro de Blumenau, transformando em calamidades as enchentes de 83, 84 e todas as subsequentes. Também se provou equivocado oferecer o maior coeficiente de aproveitamento da cidade (4x a área do terreno) para a área central, sobrecarregando assim, o sistema viário e os sistemas de micro e macrodrenagem da região (BLUMENAU, 1977).

De 1977 até 2010 o Plano Diretor de Blumenau passou por 4 (quatro) revisões, sendo a ultima no ano de 2010. A Lei Complementar 615/2010 que dispõe sobre o plano diretor de Blumenau no Título I – Fundamentação, no capítulo que aborda as questões preliminares, no Art. 5º estabelece que o Plano Diretor deva ser revisado e atualizado em um prazo máximo de 10 (dez) anos ou ainda diante de situações específicas, dentre as quais se destacam duas:

“III - após a ocorrência de eventos de desastre ambiental, natural ou ocasionado pelo homem,

que afetem de alguma forma o desenvolvimento urbano, ambiental ou econômico do Município; IV - quando houver alteração de legislação estadual ou federal que venham a afetar as diretrizes urbanas e ambientais definidas para o Município de Blumenau.”

As principais inovações que foram inseridas na Revisão do Plano Diretor de Blumenau em 2010 estão presentes no Código de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo. O Código de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo no Município estabelece os critérios para definição das Zonas de Proteção Ambiental (ZPA). As ZPA compreendem espaços territoriais com declividade superior a 30% (trinta por cento) e inferior a 100% (cem por cento) e ou que suas características geológicas, geomorfológicas e ecológicas; determinem sua proteção, de conformidade com a indicação do órgão municipal competente e considera os terrenos com declividade inferior a 30% (trinta por cento), que estejam circundados pela Zona de Proteção Ambiental (ZPA) sem acesso por outra zona, serão também considerados como ZPA. Estabelece ainda, no Art. 22 que toda edificação deve deixar, no mínimo, 20% (vinte por cento) do terreno de área permeável.

Foi inserida no Art. 41 uma nova classe de restrição de uso e ocupação do solo: a área de risco geológico (ARG) que compreende o espaço territorial, delimitado pelo órgão municipal competente, onde as condições físicas encontram-se adversas à ocupação humana, de acordo com o Plano Municipal de Redução de Risco.

A Lei Complementar 749/2010 que estabelece o código de parcelamento do solo para fins urbanos no Município de Blumenau no Art.8 veda o parcelamento do solo para fins urbanos; em áreas onde as condições geotécnicas não aconselhem a edificação, abaixo da cota enchente, 12,00 m (doze metros), para loteamentos residenciais e em áreas localizadas na Zona de Proteção Ambiental (ZPA), definida pelo Código de Zoneamento e Uso do Solo, para loteamentos.

Apesar de toda problemática ambiental que envolve o município de Blumenau, principalmente no que se refere às inundações e aos deslizamentos de terra, somente em 1997 o município passou a ter um Código do Meio Ambiente. O código ambiental do Município foi revisado em 2010 instituído pela Lei Complementar nº 747/2010.

Nesta lei vale destacar o Art. 95, Subseção I que trata das áreas de preservação permanente - APP (Quadro 12) e o Artigo 95 que trata das

Áreas não Edificáveis e não Aterráveis – ANEA em área urbana (Quadro 13).

Quadro 13: Área de APP estabelecidas pelo Código de Meio Ambiente de Blumenau (Lei Complementar 747/2010).

Tipo	Descrição	Zona	Critério	Delimitação
APP	Faixa marginal de cursos de água, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal.	Rural	< 10 m	30 m
			≥ 10 e ≤ 50 m	50 m
	Ao redor de nascentes (contínuas ou intermitentes).	Rural		R = 50 m
	Ao redor de lagos e lagoas naturais.	Rural	≤ 20 ha de sup.	50 m
			>20 ha de sup.	100 m
		Urbana Consolidada		30 m
	Topo de morros e montanhas	Rural e Urbana		2/3 da altura mínima da elevação em relação à base
Encostas ou partes destas	Rural e Urbana	Declividade superior a 100 % ou 45° na linha de maior declive	100 %	

Quadro 14: Área de ANEA estabelecidas pelo Código de Meio Ambiente de Blumenau (Lei Complementar 747/2010).

Tipo	Descrição	Rios	Área da Bacia Hidrográfica (km²)	ANEA (m)
ANEA	Faixas marginais ao longo de cursos de água naturais, conforme a área da bacia de contribuição ao qual pertence, tomando como referência o nível médio do escoamento na estação fluviométrica da ponte Adolfo Konder.	Itajaí-Açu ¹	-	45.0
		Demais Cursos de água	≥ 1	5.0
			>1 e ≤ 5	8.0
			>5 e ≤ 25	12.0
			>25 e ≤ 125	16.0
>125	20.0			
<p>¹ Não se aplicará a ANEA de 45 m nos seguintes casos:</p> <p>a) Nos loteamentos ao longo do Rio Itajaí-Açu aprovados até 28 de fevereiro de 1997, onde a ANEA da faixa marginal mínima era definida em 33,0 (trinta e três) metros;</p> <p>b) Nos imóveis situados ao longo do Rio Itajaí-Açu, com via pública oficial localizada entre o rio e o imóvel, hipótese em que será considerada como ANEA a faixa marginal mínima até a via pública;</p> <p>c) Nos imóveis localizados ao longo do Rio Itajaí-Açu, com edificações aprovadas com ANEA de 33 (trinta e três) metros, hipótese em que será considerada como ANEA esta faixa marginal mínima;</p> <p>Obs. As áreas urbanizadas consideradas de risco, determinadas após levantamento geotécnico, poderão ter a ANEA aplicadas de acordo com a gravidade do caso e fixadas mediante parecer técnico dos órgãos municipais competentes.</p>				

No caso específico da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia, na área rural a faixa de APP seria de 50 metros e na área urbana a faixa de ANEA seria de 20,0 metros.

7.5 ANÁLISES DA LEGISLAÇÃO

Confrontando os limites de APP estabelecidos pela legislação ambiental a nível federal (cap.7, item 7.1, pg 147), estadual (cap.7, item 7.2, pg 151) e municipal (cap. 7, item 7.4, pg. 155) para o Ribeirão Garcia (Quadro 15), a legislação mais restritiva com limite de 50 metros, tanto na área urbana quanto rural é a legislação federal (2012) e

a mais permissiva, com 20 metros de limite é a estabelecida pelo Código Ambiental Estadual (2011).

Quadro 15: Limites de APP estabelecidos pelos Códigos Ambientais a nível federal, estadual e municipal para o Ribeirão Garcia.

Legislação	Limites das APP's	
	Área Urbana (m)	Área Rural (m)
Código Florestal Brasileiro (2012)	50	50
Política Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina (2011)	20	20
Código de Meio Ambiente de Blumenau (2010)	20	50

Os limites de APP foram especializados (Figura 42), permitindo assim, quantificar as áreas de APP ao longo do Ribeirão Garcia, considerando as três legislações (Tabela 18).

Tabela 18: Quantificação das áreas de APP ao longo do Ribeirão Garcia.

	Área Total APP (ha)	Área total de APP ocupada (ha)	% de área ocupada na APP	% de área de APP em relação a At bacia
Código Florestal Brasileiro (2012)	414,91	145,08	34,97	2,61
Política Estadual de Meio Ambiente- (2011)	167,16	58,53	35,01	1,05
Código do Meio Ambiente de Blumenau (2010)	325,39	58,67	18,03	2,05

A análise dos valores apresentados na Tabela 17 demonstra que a área de APP estabelecida pelo Código Ambiental Municipal corresponde a 78,42 % da área de APP estabelecida pelo Código Ambiental Florestal, que apresenta os limites mais restritivos. Considerando a área de APP municipal, que é de 325,39 km², esta apresenta apenas 18,03% da área de APP ocupada.

Em bacias hidrográficas onde a ocupação é fortemente condicionada pela topografia, à definição dos limites de APP passa a ser mais um critério fundamental para o planejamento territorial, principalmente em áreas urbanas.

Quando analisados os códigos ambientais, o único que considera a área de captação da bacia hidrográfica como critério para definição do limite de APP é o Código Ambiental Municipal. A área da bacia hidrográfica esta diretamente relacionada com o volume de água que o corpo receptor irá receber.

8 PROPOSTA

8.1 INTRODUÇÃO

Considerando a metodologia proposta na tese, os resultados obtidos das diferentes análises, julga-se pertinente a estruturação de uma proposta que mostre de forma sintética como o poder público deve enfrentar a ocupação de bacias hidrográficas.

O Brasil é um dos países mais atingidos por fenômenos naturais perigosos. Em 2008, o país estava na 13^a colocação entre os países mais afetados por esses tipos de eventos, sendo pelo menos dois milhões o número de pessoas atingidas por desastres naturais, principalmente atrelados aos processos atmosféricos, como as precipitações pluviométricas.

Todavia, sendo o Brasil, em especial o estado de Santa Catarina um dos países mais atingidos por esses fenômenos, persiste a leniência quanto às ações do poder público no que concerne à gestão dos riscos naturais.

Do ponto de vista técnico, três limitações emergem como principais, para justificar esta leniência do poder público: a primeira refere-se ao conhecimento precário do sistema de drenagem natural e construído, do seu estado de conservação e das suas condições operacionais, a segunda limitação diz respeito ao precário conhecimento dos processos hidrológicos e do funcionamento hidráulico dos sistemas implantados. Existe uma insuficiência ou até mesmo uma inexistência

de monitoramento hidrológico nas sub-bacias da área urbana. E a terceira limitação, diz respeito à inadequação em termos de quantidade e qualidade das equipes técnicas e gerenciais responsáveis pelas questões vinculadas as inundações.

A ausência de uma metodologia que visa à sistematização do fluxo de trabalho, cujo enfoque esteja na integração das questões vinculadas as cheias urbanas e suas consequências associada à necessidade de desenvolvimento de um modelo que modifique o fluxo atual, tornando cada um de seus componentes parte inseparável de um todo é mais uma das faces do problema.

A cada novo desastre, surge discussões relativas à corresponsabilidade das prefeituras na gravidade dos eventos. Como, bem sabemos, o desastre é o resultado do produto da vulnerabilidade do lugar em relação ao evento e o risco de o evento ali ocorrer. O aumento ou a redução dessa vulnerabilidade é tarefa humana, e, em grande parte, da ação municipal.

8.2 PARÂMETROS PARA EMBASAMENTO DE POLITICAS PÚBLICAS

Parte dos problemas enfrentados pela comunidade tem solução na implementação de políticas publicas ou medidas integradas que orientem e ajudem a evitar danos. É por meio desta política publica que se define para onde vai o dinheiro publico, pois ele é um conjunto de procedimentos que expressam relações de poder, de decisões e de ações relativas à alocação de pessoas e recursos para um determinado objetivo.

A visão das cheias urbanas como parte de uma ordem maior (o ciclo da bacia) e de suas consequências desagradáveis, não pode ser delegada ao segundo plano, uma vez que se sabe que a cada novo episódio, mais vidas e bens podem ser perdidos.

Os projetos desenvolvidos pelo poder público carecem de uma visão integrada, pois privilegiam uma área do conhecimento em detrimento das outras. Ou seja, um projeto preponderantemente técnico, precisa levar em consideração os anseios da população e a legislação vigente.

8.2.1 Necessidades do conhecimento da realidade para a implementação das políticas públicas

A partir desta visão a proposta, parte da necessidade de se avaliar a bacia hidrográfica sob três aspectos: o meio físico, abordado no

capítulo 5 (pg. 93), o meio antrópico, abordado no capítulo 6 (pg. 123) e da legislação, abordado no capítulo 7 (pg. 146). Estes aspectos devem ser abordados de forma individual e concatenados, uma vez que apresentam forte inter-relação e desta forma oferecem informações importantes quanto ao uso e destinação de áreas dentro de bacias hidrográficas.

A abordagem do meio físico (cap. 5, pag. 93) foi realizada através da caracterização morfométrica (cap.5, item 5.1, pg. 93), pluviométrica (cap.5, item 5.2, pg.101) e da vazão (cap.5, item 5.3, pg. 115), cuja finalidade é fornecer informações sobre as alterações que a bacia hidrográfica vem sofrendo ao longo do tempo e de sua relação com o processo de antropização.

A abordagem do meio antrópico (cap.6, pg. 123) leva em conta o fator humano, uma vez que quaisquer destes elementos, isoladamente, não têm o alcance necessário para que os danos sejam evitados e perdem força e sentido se não for considerado que, nos locais para onde se propõem obras ou ações de cunho técnico, habitam pessoas. A partir deste entendimento a análise do meio antrópico se divide em dois temas: a) estrutura fundiária que se estabeleceu no município de Blumenau (cap.6, item 6.1, pg.124) e sua relação com as recorrentes inundações a que a bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia esta sujeita, assim como o próprio município e b) a percepção da população residente em relação às inundações (cap. 6, item 6.2, pg.134). Para que as medidas propostas tenham aceitação é fundamental levar em consideração as necessidades da população e como ela interage com seu meio. Ao invés de medidas intervencionistas e melhor que as medidas sejam percebidas como um trabalho conjunto do Estado, iniciativa privada, educadores e comunidade. Ou seja, toda proposta deve ser permeada pela necessária percepção ambiental e pela participação popular, o que vem de encontro às diretrizes do Estatuto da Cidade.

8.2.2 A incorporação do Cumprimento da Legislação nas políticas públicas e na mentalidade da população

A abordagem da Legislação (cap. 7, pg.146) apresenta os aspectos da legislação em relação às áreas de APP's consideração as três esferas: federal (cap.7, item 7.1, pg.147), estadual (cap.7, item 7.2, pg.151) e municipal (cap.7, item 7.4, pg.155), uma vez que as intervenções que visam prevenir e mitigar os danos oriundos das inundações são realizados, em sua grande maioria, junto aos cursos da água, ou seja em área de APP's.

O capítulo 7, Legislação apresenta, ainda, uma análise das incompatibilidades entre a Legislação Federal e da Estadual (Cap.7, item 7.3, pg. 153). O entendimento das questões legais é de fundamental importância para que a aprovação de projetos de excelente qualidade técnica sejam barrados por questões de aspecto legal.

Um exemplo desta necessidade pode ser visto, na revisão do Plano Diretor de Blumenau. O Município de Blumenau dispõe atualmente de uma série de mapeamentos de seu território (1972, 1984, 1993, 2003), que permitiu a análise dos três blocos propostos para análise técnica das causas e consequências das inundações: meio físico, meio antrópico e legislação, permitiu ainda, a elaboração de um Plano Diretor (2010) tecnicamente louvável, amparado em análises temporais e reais, retratando a evolução de pontos fortes e fracos do município e propondo medidas revolucionárias em termos de relocação de grande quantidade de habitantes, remodelando a antropização.

No entanto, o Plano Diretor de Blumenau (2010) está atualmente sob judge em função de problemas legais nas audiências públicas, o que demonstra uma falha na integração técnico-jurídica. Neste caso específico, falhou a equipe técnica, que por desconhecimento ou negligência, não fez, ou não registrou corretamente o que ou como foram decididas as questões técnicas nas audiências públicas.

A falha na integração técnico-jurídica e a intervenção do Ministério Público (MP) o Plano Diretor de Blumenau demonstram a necessidade de profissionais que entendam as interpelações entre o tripé: meio físico, antrópico e legal. Demonstra ainda, que a interdisciplinaridade é questão básica no trato de questões envolvendo inundações, mas de nada adianta uma equipe multidisciplinar se as partes não entendem o valor das demais áreas que compreendem o todo.

8.2.3 Necessidade de avaliações técnicas

A análise técnica deve ser feita a partir do conhecimento do meio físico, antrópico e da legislação, de forma isolada e concomitante, no entanto, a simples identificação de causas e consequências não leva a resolução do problema. É necessária à interferência de outros agentes no processo. Desta forma, a análise técnica deve ser entendida como mais um elemento condicionante para o equacionamento do problema.

A análise da pressão social (caixa 8, do fluxograma metodológico, pg.87) e da disponibilidade de recursos (caixa 7, do fluxograma metodológico, pg.87), que sempre vão existir, devem ser

entendidos como elementos condicionantes para a resolução dos problemas.

As pressões sociais por medidas e obras de interesse individual e de pequenas comunidades fazem parte do dia a dia da gestão municipal, no entanto, o gestor público, quanto da tomada de decisão, deve levar em consideração o todo, e para isto deve estar munido de informações e dados que justifiquem perante a comunidade a possibilidade ou não de atender seus anseios.

Estas informações permitem, ainda que o gestor público justifique, de acordo com a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), Lei Complementar nº 101/2000, o destino dos recursos que os contribuintes põem a disposição dos governantes.

8.3 GASTOS DE RECURSOS EM PREVENÇÃO

A distribuição de recursos para medidas de prevenção e mitigação de desastres naturais até 2008 eram escassos, somente após os eventos extremos que ocorreram em 2008, o governo federal passou a se preocupar com a questão. No entanto os recursos para realização de medidas preventivas no que tange a problemas de inundação ainda são escassos se comparados com os destinados às obras corretivas. No ano de 2008 o Governo Federal repassou ao Estado de Santa Catarina cerca de R\$ 2,4 milhões com a finalidade de aplicação em obras preventivas, todavia um valor referente ao triplo dos recursos preventivos, mais de R\$7,4 milhões de reais foram encaminhados através do programa resposta aos desastres, o que evidencia a remediação em detrimento da prevenção do desastre. Esta abordagem vai na contramão do que é feito nos países desenvolvidos, como Estados Unidos, Alemanha, França e Japão, onde o grande montante das verbas é destinado a medidas preventivas, evitando desta forma que ocorra o dano.

A obtenção de recursos financeiros junto ao governo federal e as agencias internacionais, inevitavelmente passa pela elaboração de projetos sustentáveis, baseados em informações confiáveis e que retratam de forma fidedigna o que acontece nas bacias hidrográficas. Começa neste item, um grande problema, os municípios, de forma geral, dentre eles Blumenau, não consideram como unidade de planejamento territorial a bacia hidrográfica, o que dificulta aprovação de projetos e a obtenção de verbas a nível internacional. Dentre as diretrizes do BID para acolhimento e análises de proposta para obtenção de recursos para prevenção e mitigação de desastres naturais, esta a necessidade de se considerar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento.

Atualmente, grandes partes dos projetos enviados pelo poder público municipal para obtenção de verbas federais e financiamentos internacionais necessitam de ajustes e muitos são negados, pois a visão limitada dos profissionais que compõem o quadro técnico dificulta uma abordagem sistêmica das questões inerentes aos problemas ambientais.

8.4 ELEMENTOS NECESSÁRIOS PARA A TOMADA DE DECISÃO

A compreensão dos dados fornecidos pela análise técnica (cap.5- pg. 93, cap.6 – pg. 123 e cap. 7, pg. 146) permite que o gestor público (caixa 6 do fluxograma metodológico, pg.87) passe a tomar as decisões embasadas em informações confiáveis e com o suporte técnico necessário dos setores envolvidos. Ficando, assim, os administradores dos Estados e Municípios, menos expostos às pressões sociais e os recursos financeiros, muitas vezes limitados, passam a ser aplicados de forma racionalizada.

As decisões e escolhas políticas das propostas de solução serão mais acertadas em função da melhor compreensão do problema e do grau mais refinado de interação técnicas das proposições.

A ausência de uma visão integrada da bacia hidrográfica acarreta em projetos que adotam soluções pontuais e que consideram as obras de maneira isolada. Podendo, ocorrer em uma mesma bacia, estudos que proponham intervenções totalmente incompatíveis.

As proposições de medidas devem estar sustentadas por estudos técnicos que tenham por objetivo ações preventivas, de caráter cultural, educacional, social, de saúde e de controle de uso e ocupação do solo e por obras, através de pequenas ou grandes intervenções físicas no ambiente, concomitantemente.

A adoção de medidas integradas (caixa 9 do fluxograma metodológico, pg.87) facilita a compreensão global dos problemas e aproxima os setores envolvidos. Essa integração impede a proposição de medidas incompatíveis e melhora a qualidade do projeto além de otimizar a utilização de recursos.

Quaisquer que sejam as ações adotadas, estas devem ter por objetivo manter o controle sobre as inundações ao mesmo tempo, promover a convivência da população com as cheias.

8.5 PARÂMETROS NECESSÁRIOS PARA A INTERVENÇÃO NA ÁREA

A estruturação de projetos que visam planejar a expansão urbana e o controle das inundações necessita o acompanhamento sistemático da dinâmica dos fenômenos que interferem no espaço físico e exige mapas das áreas de interesse, em escala compatível a análise que se pretende executar, elaborados em diferentes épocas, de maneira que os gestores visualizem o presente e o entendam, através da análise, as mudanças temporais.

Partindo dessa visão, o Cadastro Técnico Multifinalitário (caixa 10 do fluxograma metodológico, pg. 87) com auxílio da ferramenta SIG (caixa 11 do fluxograma metodológico, pg. 87) passa a ter um caráter fundamental na elaboração de projetos desta natureza uma vez que o CTM oferecem as informações básicas necessárias para a elaboração de planos de gerenciamento de áreas urbanas e a ferramenta SIG permite o arquivo, gestão, manipulação, análise e difusão de dados, bem como permite que informações genéricas, ou seja, dados brutos possam ser transformados em informações úteis e politicamente relevantes.

O CTM permite o resgate de informações em séries temporais com Cartografia, com qualidade geométrica e temática permitindo que com o uso da ferramenta SIG se faça uma avaliação da realidade físico-espacial em elevado grau de detalhe, além disso, possibilita realizar uma leitura da cidade de forma didática para as audiências públicas, nas quais a comunidade familiariza-se com as transformações espaciais ocorridas com o passar do tempo e permite a identificação e o conhecimento dos problemas, facilitando a formulação de propostas de solução.

A utilização das informações contidas no CTM e a utilização da ferramenta SIG propicia a execução de diversos mapas temáticos que auxiliam na motivação e conscientização da população acerca da evolução físico espacial em cada bairro, assim a população poderá participar de forma mais consciente sobre os rumos que desejam para seus bairros ou zonas homogêneas.

A avaliação periódica (caixa 14 do fluxograma metodológico, pg. 87) realimenta o processo e permite que se obtenha uma caracterização melhor da expansão urbana. Os eventos devem ser avaliados e constantemente reavaliados considerando-se o histórico das ações integradas. Esse processo que a base de dados seja constantemente atualizada, melhorando a qualidade técnica das análises. Vale salientar que para que esta reavaliação seja possível é necessário que os projetos sejam cadastrados em uma base única de dados (CTM) para que todos

os órgãos e secretarias envolvidos possam ter acesso à informação, reduzindo assim, os gastos com duplicidade e retrabalhos.

A proposta vem ainda de encontra, as diretrizes da Lei 12.608/2012 – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) quanto adota a bacia hidrográfica como unidade de análises das ações de prevenção de desastres relacionados com corpos da água e quando prioriza a proposição de medidas preventivas através do ordenamento territorial. Estimulando o desenvolvimento de cidades resilientes e processos sustentáveis de urbanização baseados no conhecimento do território.

A proposta impõe um novo paradigma para as instituições de ensino superior e para os profissionais, uma vez que, pressupõe a necessidade do pensamento sistêmico e a multidisciplinaridade de conhecimento. O pensamento sistêmico e seus desdobramentos são elementos fundamentais para o entendimento de problemas de cunho ambiental e a ausência deste pensamento afeta a capacidade crítica dos profissionais. Enfim, devemos considerar a complexidade da problemática ambiental como um desafio e como uma motivação para a comunidade científica experimentar novas formas de pensar e produzir ciência.

Ressalta-se, finalmente, que conforme o Art.5º da Constituição Brasileira:

“Art.5º - Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações (BRASIL, 2008).”

As ações para redução de perdas e danos nos eventos de inundação, enchente e alagamento, bem como em outros problemas geo-ambientais, não são de responsabilidade apenas do poder público, mas também da sociedade como um todo.

9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

9.1 CONCLUSÕES

Para que as questões da bacia hidrográfica passem a ter um enfoque baseado nas premissas colocadas por este trabalho; na busca de

melhores resultados é necessário que o poder público promova a integração entre os setores envolvidos no controle de inundações e que apresente em seu quadro técnico profissionais de múltiplas áreas que possam estar envolvidos em soluções que integrem aspectos hidráulicos, hidrológicos, arquitetônicos, urbanístico, legais e de percepção ambiental. A metodologia proposta permite que o poder público possa direcionar suas ações com base em informações mais abrangentes e consistentes, além de permitir a realização de análises focadas no objetivo do projeto a ser realizado.

A metodologia proposta permite, ainda, ao gestor público planejar e desenvolver seus projetos baseados em fatos, refletidos em dados.

Muitas das dificuldades do processo de decisão decorrem da incorreta definição do problema. A identificação das causas e consequências das inundações a partir da análise do meio físico, antrópico e da legislação confere ao gestor uma visão ampla da situação a que esta submetida à bacia hidrográfica.

As análises propostas permitiram que os objetivos específicos fossem atingidos. Suas conclusões são apresentadas abaixo.

A caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia permitiu concluir que a bacia em função de suas características areais, lineares e hipsométricas apresenta uma pré-disposição natural para ocorrência de inundações bruscas. A amplitude altimétrica da bacia, que é de 845,00 metros evidencia esta pré-disposição natural. O calculo dos gradientes dos canais contribuintes do Ribeirão Garcia indica que os mesmos apresentam uma forte declividade, sendo que os cursos da água do lado esquerdo apresentam uma declividade muito mais acentuada do que os do lado direito, o que caracteriza a assimetria da bacia. Esta forte declividade dos cursos da água faz com que a água atinja o curso da água principal (Ribeirão Garcia) com velocidade acentuada, causando em muitos casos, o seu transbordamento.

Quando analisados em conjunto, as características morfométricas da bacia, estas apresentam alterações, não muito significativas, ao longo do período considerado (1958 – 2009) A área urbana (14,064 km²) representam apenas 8,85 % da área total da bacia (158, 90 km²), provocando pequeno impacto na bacia.

A caracterização pluviométrica permitiu concluir que o processo de antropização não provocou alterações no regime de chuvas da bacia, predominando dias de chuva com intensidade inferior a 10 mm.

Por sua vez, a caracterização fluviométrica demonstrou que o processo de impermeabilização do solo causado pelo antropização tem alterado a vazão média do Ribeirão Garcia, houve um acréscimo de 40,12% no período compreendido entre 1929 e 2003, apresentando um decréscimo de 21,78%, entre 2003 e 2010, causados principalmente por um maior controle territorial na bacia hidrográfica. No entanto, mesmo havendo um decréscimo na vazão média, este valor é 9,59% superior à vazão média em 1957. A redução na vazão média no período compreendido entre 2003 e 2010 demonstra que as medidas de controle de adensamento populacional e de expansão territorial são eficientes no controle de inundações.

A análise do meio físico, considerando a caracterização morfométrica, pluviométrica e fluviométrica leva a compreensão e elucidação de varias questões, uma vez, que estes parâmetros sofrem influencia direta do processo de antropização, que se constitui no mais ativo processo na remodelação da paisagem.

A análise do meio antrópico constitui-se em parte fundamental nos estudos ambientais. A incorporação de informações sobre a forma de ocupação do solo e sobre as necessidades e aspirações da população, orienta o processo decisório. O processo de estruturação física da cidade, demonstra o quanto a complexidade tecnológica e sua consequente fragmentação em setores, também fragmentou o conjunto de espaços e da paisagem.

A atual malha urbana da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia é fortemente condicionada pela estrutura fundiária colonial implanta em Blumenau em 1850. A malha urbana do tipo radial desenvolveu-se linearmente ao longo dos fundos de vale. Os loteamentos situados na bacia hidrográfica trazem a marca dos lotes coloniais, que compreendiam estreitas e compridas faixas de terra, com longas ruas sem saída, perpendiculares à rua principal (Rua Amazonas), subindo as encostas perpendiculares às curvas de nível.

Este modelo tem como implicação, ruas com declividade acentuada, gerando uma serie de inconvenientes para o poder público, tais como: coleta de lixo dificultada, danos ao calçamento e a micro-drenagem em períodos de alta pluviometria. O modelo de ocupação implantado, a falta de ordenamento territorial e o desrespeito às condições naturais da bacia agravam as situações de risco. No caso especifico, da bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia, a análise da estrutura fundiária permite concluir que a forma de ocupação do território, aumenta a exposição ao risco de inundações e deslizamentos.

A população residente na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia representa mais uma faceta do problema, uma vez que contribui, por falta de conhecimento e de uma política pública habitacional, voltada a população de baixa renda para o aumento na frequência e intensidade das inundações.

A análise da percepção da comunidade residente na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia demonstra que as comunidades mais suscetíveis a este tipo de evento são as de baixa renda, localizadas em área de risco e demonstra, ainda que apesar dessas comunidades apresentarem um conhecimento empírico sobre as causas e consequências das inundações, em sua grande maioria, preferem transferir a responsabilidade apenas ao poder público, sem assumirem a sua parcela de responsabilidade.

Programas de educação ambiental continuada junto à comunidade contribuem de forma decisiva para a minimização dos impactos gerados pelas inundações.

A estrutura fundiária associada à impermeabilização do solo tem intensificado a frequência e a intensidade das inundações, uma vez que ocorre um aumento substancial do volume das águas na drenagem pluvial e uma diminuição do tempo de concentração da bacia.

Toda e qualquer intervenção que visa prevenir ou mitigar os danos gerados pelas inundações esbarra na legislação ambiental. A legislação brasileira atribui às três esferas: federal, estadual e municipal a obrigação e o direito de legislar sobre o tema, sem estabelecer limites claros. As normas que regulam as APP's estão entre as mais mal trabalhadas da legislação brasileira, uma vez que, cada esfera utiliza parâmetros diferentes para a definição da faixa de preservação permanente em áreas urbanas e rurais, o que contribui significativamente para o descumprimento da lei.

Compete ao município legislar sobre a utilização de seus espaços urbanos e das áreas verdes, através do Plano Diretor e de suas leis complementares, condição esta ratificada pelo Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001). É no município que as necessidades da população emergem diretamente, pois é neste espaço que transcorre a existência.

A análise da legislação demonstra que, considerando-se o critério da razoabilidade os limites estabelecidos pelo Código Ambiental Municipal asseguram a manutenção das áreas verdes junto aos cursos da água e permite a ocupação de áreas com declividade menos acentuada.

A superfície urbana concentra grande quantidade de informações desconectadas e distribuídas de forma aleatória. Partindo desta premissa, ratifico a importância do geoprocessamento como ferramenta no auxílio

ao planejamento urbano, no diagnóstico e no prognóstico de problemas que envolvem a interferência do homem sobre o meio ambiente, fornecendo informações fundamentais para a tomada de decisão.

A metodologia proposta permite, ainda, ao gestor público planejar e desenvolver seus projetos baseados em fatos, refletidos em dados.

O que se procurou durante todo o processo de elaboração deste trabalho foi levantar e colocar em discussão, utilizando-se do conhecimento científica de diversas áreas, a necessidade de se criar alternativa para se gerir bacias hidrográficas sujeitas a inundações.

9.2 RECOMENDAÇÕES

Diante das análises propostas e das conclusões recomenda-se:

- a) Que a gestão pública qualifique seu corpo técnico, formando uma equipe multidisciplinar que possa apontar soluções para prevenção de problemas futuros, através do conhecimento pleno das ciências e dos problemas do município.
- b) A adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento municipal;
- c) A criação de um Comitê na bacia hidrográfica do Ribeirão Garcia, formado por representantes do poder público, da universidade e da sociedade, cujo objetivo seria o de discutir a problemática das inundações e buscar as soluções mais adequadas.
- d) A criação de um programa de educação ambiental continuada que envolva a população, as empresas, as escolas, as universidades e os órgãos públicos, sejam, como ocupantes, planejadores, gestores, formadores ou manipuladores de opinião, pois são eles os produtores direta ou indiretamente do espaço urbano. A Educação Ambiental esta diretamente relacionada com a recuperação dos valores éticos, estéticos e espirituais da sociedade como um todo e com a sua reaproximação com a Natureza. Para que isso ocorra os fenômenos naturais devem ser compreendidos e a percepção de suas influencias recíprocas, as relações de causa e efeito que atual nos espaços e o passar do tempo, possam condicionar a possibilidade de um juízo crítico no homem e de seu desempenho e das condições ambientais em seu espaço de atuação.
- e) A criação de um imposto sobre a área impermeabilizada do lote, induzindo desta forma a existência de mais área permeáveis nos lotes, o que favoreceria a infiltração das águas e diminuiria o escoamento superficial.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, S.L.F. **A morfometria como técnica auxiliar na avaliação de recursos hídricos.** Anais do 2º Encontro Nacional de Estudos sobre Meio Ambiente (ENESMA), v. 1, p. 393-401, 1989.

AFONSO, A.S.;BARBOSA, F.P. **A bacia ambiental como uma nova matriz urbanística de planejamento.** In: I International Congress on Environmental Planning and Management. Anais...Brasília, PUC-Brasília, p.1-18, 2005.

ALVARENGA, L. J.; CASTRO, F. do V. F. de; GUERRA, A. E.; RODRIGUES, L. A.; LAGES, S. G. **A nova territorialidade sob a ótica da política de recursos hídricos.** In: II Encontro da ANPPAS (Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade), São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br>>. Acesso em: 18 jun. 2005.

ANTONELI, V; THOMAZ, E.L. **Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga - PR.** Revista Caminhos da Geografia, Uberlândia, v.8, n.21, p.46-58, jun. 2007.

ASHLEY, S. et al. **Advances in Urban Flood Management.** Taylor & Francis Group, London, UK, 2007.498 p.

ARAUJO, S.M.V.G. de. **As áreas de Preservação Permanente e a questão urbana.** Brasília: Câmara dos Deputados – Consultoria Legislativa, 2002.

AUMOND et al. **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: água, gente e política. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009.** Disponível em: <<http://www.comiteitajai.org.br>> Acesso em: 20 jan. 2009.

BASTIAN, O.; STEINHARDT, U. **Development and perspectives of landscape ecology.** KluwerAcademicPublishers, Dordrecht, 2002.

BESSA, P. **Código Florestal nas cidades. 2004.** Disponível em: <<http://arruda.rits.org.br/>> Acesso em: 26 out. 2012.

BLUMENAU. **Decreto Municipal nº 1.567/1980**. Blumenau: Diário Oficial do Município, Arquivo Histórico do Município de Blumenau, 1980.

_____**Plano Municipal de Contingência de Inundações e Escorregamentos – Sedef**. Blumenau: Prefeitura Municipal de Blumenau, 2012. Disponível em: <<http://www.blumenau.sc.gov.br/gxpsites/hgxpp001.aspx?1,7,275,O,P,0,MNU;E;86;2;123;2;MNU>>. Acesso em: 22 jul. 2012.

_____**Prefeitura Municipal de Blumenau / Arquivo Histórico. Fotografias de pequeno Formato da foz do Ribeirão Garcia**. Blumenau: PMB, década de 50,60 e 70.

_____**Prefeitura Municipal de Blumenau. Recorte de Imagem de satélite Quickbird**. Blumenau, 2009.

_____**Prefeitura Municipal de Blumenau / SEPLAN – Secretaria de Planejamento Urbano. Mapa de bairros do município de Blumenau**. Blumenau, 2011. Obtido em: <<http://www.pmb.sc.gov.br>> Acesso em: 22 jul. 2012.

_____**Prefeitura Municipal de Blumenau / SEPLAN – Secretaria de Planejamento. Cartografia Digital Planialtimétrica**. Blumenau: Aeroimagem S.A, Tekoha Engenharia. Escala Original: 1: 2.000, 2003.

_____**Prefeitura Municipal de Blumenau / SEPLAN – Secretaria de Planejamento. Cartografia Digital Planialtimétrica**. Blumenau: Aeroimagem S.A, Tekoha Engenharia. Escala Original: 1: 10.000, 2003.

_____**SIGAD 2009 – Sistema de Informações Gerenciais de Apoio a Decisão**. Blumenau: Prefeitura Municipal de Blumenau, 2009. Disponível em: <<http://www.furb.br/ips/sigad>>. Acesso em: 22 out. 2010.

BOLFARINE, H.;BUSSAB,W.O. **Elementos de amostragem**. São Paulo: Editora Blucher, 2005.

BRASIL, **Estatuto da Cidade. Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001**, que estabelece diretrizes gerais da política urbana. – Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2001.

_____**Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, 1997.** Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Institucional/Legislação/leis/lei9433.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2011.

_____**Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos, cria o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição federal, e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Lex: Diário Oficial da União. Seção 1, p. 470. Brasília, 09 de janeiro 1997.

_____**Presidência da República. Constituição da República Federativa do Brasil de 1934.** Brasília: Senado Federal, 1934.

_____**Presidência da República. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 20 maio, 2012.

_____**Presidência da República. Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal.** Brasília: In: Diário Oficial dos Estados Unidos do Brasil nº117, ano CIII, Seção I, Parte I, 1965.

_____**Presidência da República. Lei 7.511, de 07 de julho de 1986. Altera dispositivos da Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal.** Brasília, 1986. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17511.htm>. Acesso em: 20 maio. 2012.

_____**Presidência da República. Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei 4.771/65 e revoga as leis 6.535 de 15 de junho de 1978 e 7.511 de 07 de julho de 1986.** Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7803.htm>. Acesso em: 20 maio. 2012.

_____**Presidência da República. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 – Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.** Brasília. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766>. Acesso em: 15 abr. 2012.

_____. Presidência da República. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro.** Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 12 set. 2012.

_____. Presidência da República. **Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001.** Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2166-67.htm>. Acesso em: 15 abr. 2012.

CAMPHUIS, N. G. French Regulations for Urban Flood Management. In: **Advances in Urban Flood Management.** Taylor & Francis Group, London, UK, 2007.

CANHOLI, A.P. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** São Paulo: Oficina de textos, 2005.

CARDOSO NETO, A. **Sistemas urbanos de drenagem.** Florianópolis: Laboratório de drenagem do Departamento de Engenharia Sanitária/UFSC, 1998 (documento interno). Disponível: <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica/Antonio%20Cardoso%20Neto/Introducao_a_drenagem_urbana.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2007

CARNEIRO, P.R.F. **Controle de inundações em bacias metropolitanas, considerando a integração do planejamento do uso do solo à gestão de recursos hídricos. Estudo de caso: Bacia do rio Iguaçu / Sarapuí na região metropolitana do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: UFRJ. Tese submetida a Pós-graduação de Engenharia Civil do Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

CARVALHO, F. P. **O Município e a gestão dos recursos hídricos.** Disponível em: <<http://www.ecoterrabrasil.com.br/ho.me/index.php?pg=temas&tipo=temas&cd=953>>. Acesso em: 03 abr. 2011.

CASAGRANDE, D.G. Values, Perceptions and Restorations Goals. In: CASAGRANDE, D.G. (Ed.) **Restoration of an urban salt marsh an**

interdisciplinary approach. New Haven, Connecticut: Yale School of Forestry and Environmental Studies, p. 62-75, 1997a.

CASTILHO Jr., A.B. **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte.** [s.l.]: PROSAB, 2003.

CASTRO, F. do V. F. de; ALVARENGA, L. J.; MAGALHÃES Jr, A. **P. A Política nacional de recursos hídricos e a gestão de conflitos em uma nova territorialidade.** Revista do Departamento de Geografia/Programa de Pós-Graduação em Geografia IGC-UFMG, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 37-50, 2005.

CASTRO, A.M.B.H. de ; PELUZZO, J.P.F. **As áreas de Proteção Permanente (APP) e o Novo Código Florestal de Santa Catarina.** Porto Alegre: In: Anais... XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010.

CENTENO, J.A.S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais.** Curitiba: Ed. Do Curso de Pós-graduação em ciências geodésicas / UFP, 2003.

CEOPS - Centro de Operação do Sistema de Alerta. **Picos de Enchentes Registradas na Bacia do Rio Itajaí – Açu.** Blumenau: FURB. Disponível em:
<http://ceops.furb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=11>. Acesso em: 15 ago. 2012.

CHIARANDA, R. **Usos da terra e avaliação da capacidade potencial de armazenamento de água da Bacia do Rio Cuiabá - MT.** Curitiba: Universidade Federal de Paraná, Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, 2002.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A.; PEREZ FILHO, A. **Estudos sobre a forma de bacias hidrográficas.** Boletim de Geografia Teorética, v.5, n. 9-10, p. 83-92, 1975.

COCHRAN, W.G. **Técnicas de amostragem.** Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1965.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C.E.M. **Drenagem urbana e controle de erosão**. In: VI Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Presidente Prudente, São Paulo, 1998.

COMITE DO ITAJAÍ. **Informações Institucionais, 2011**. Disponível em: <<http://www.comiteitajai.org.br>>. Acesso em: 08 jun. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 369/2006**. Brasília, 2006.

_____. **Resolução nº 237/97**. Brasília, 2002.

DEÁK, C.; SCHIFFER, S. R. (orgs.). **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

DOUROJEANNI, A.; JOURAVLEV, A. **Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos**. Santiago de Chile: C.E.P.A.L, 1999.

DREBACH, S. **Modeling by Construction: A New Methodology for Constructing Models for Decision Support**. Working Paper, v. 5, n. 95, jun. 1995. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/dresbach95modeling.html>> Acesso em: 23 out. 2010.

ENEMARK, S. **The Land Management Paradigm for Institutional Development: expert Group Meeting 9**. Melbourne, 2005. Disponível em: <<http://www.geom.unimelb.edu.au/research>> Acesso em: 24 out. 2010.

ERBA, D.A. **Cadastro multifinalitário aplicado a la definición de políticas de suelo urbano**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

ERBA et al. **Cadastro multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana**. Rio de Janeiro: Ministério das Cidades, 2005.

EUROPEAN COMMISSION. **Directiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu de 23 de Outubro de 2007: relativa à avaliação da gestão de riscos de inundação**. Jornal Oficial da Comunidade Européia, 2007. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/evnromment/water>>. Acesso em: 13 mar. 2011.

_____**Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu de 23 de Outubro de 2000: relativa à água. Jornal Oficial da Comunidade Europeia, 2000.** Disponível em: <<http://ec.europa.eu/evnironment/water>>. Acesso em: 13 mar. 2011.

FERNANDES, E. **Regularización de la Tierra y Programas de Mejoramiento: comentarios críticos.** Land Lines, v. 16, n. 3, July 2004. Disponível em: <<http://www.Lincolninst.Edu/pubs/pub-detail.asp?id=937>>. Acesso em: 17 mar. 2011.

FIG. **The Bathurst Declaration on Land Administration for Sustainable Development – FIG Publication 21,** 1999.

FORMAN, R. T.T. **Land mosaics: The ecology of lanscapes and regions.** Cambridge, Cambridge University Press, 1995.

FRANÇA. **Code de environnement.** Paris: Lês editions dès Journaux Officiels, 2001a.

_____**Code General dès collectivités territoriales.** Paris: Lês editions dès Journaux Officiels, 2001b.

_____**Coopéración intercommunde.** Paris: Lês éditions dès Journaux Officiels, 2000.

_____**Lês compétences juridiques de préfet, tome 1, - Défense – Sécurité civil – Pouvoirs de police – Schengen – Collectivités territoriales – Associations - Enseignement.** Paris: Lês éditions dès Journaux Officiels, 1997.

_____**Project de loi de francespour 2002.** Agende de la eaux. Paris: Imprimerie Nationale, 2001.

GALINDO, E. F. **Cidades e suas águas: a interface gestão urbana/gestão de recursos hídricos para a sustentabilidade ambiental.** Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano). Recife, UFPE, 2009.

GALINDO, E. F.; FURTADO, M. de F.R. de G. **Gestão Urbana & Gestão de Recursos Hídricos: uma articulação imprescindível para a sustentabilidade.** Disponível em:

<<http://www.unizar.es/fnca/america/docu/1913.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

GOES, V.C. **Simulação Hidrológica: hidrodinâmica integrada ao geoprocessamento para avaliação da macrodrenagem em centros urbanos**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFPE – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2009.

GOODCHILD, M.F. **Geographic information science and systems for environmental management**. Annual Review of Environmental and Resources, n. 28, p. 493-519, 2003.

GRAF, A. C. B. A tutela dos Estados sobre as águas. In: GRAF, Ana Cláudia Bento. **Águas: aspectos jurídicos e ambientais**. 3e. ed. Curitiba: Juruá, 2008.

GREHS, S.A. **Efeitos da espacialização de propriedades físicas nas respostas hidrológicas da bacia do rio Ibirapuita, R.S.** Tese de doutorado – UFRGS / IPH, Porto Alegre, 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas de Saneamento 2011**. Brasília: IBGE, 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default.zip.shtm Acesso em: 08 jan. 2013.

_____. **Censo Demográfico 2010: agregado por Setores Censitários dos resultados do universo**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2010.

IBGP. **Biospheric Aspects of the Hydrological Cycle**. The International Geosphere – Biosphere Programme: A Study of Global Change. Estocolmo: Report n.27, 1993.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados da Estação Automática Indaial (A817)**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo.php?QTgxNw>. Acesso em : 14 dez. 2012.

HENKES, S.L. **Historia legal e institucional dos recursos hídricos no Brasil**, 2004. Disponível em:

<<http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=4146&p=2>>. Acesso em: 17 jun. 2011.

JOURAVLEV, A. **Los municipios y la gestión de los recursos hídricos**. Santiago: CEPAL, 2003. (Serie recursos naturales e infraestructura, 66).

KELLY, D. J.; GARVIN, S. L. **European flood strategies in support of resilient Buildings**. In: VASSILOPOULOS, A. et al. (Eds.). *Advances in urban flood management*. London: Taylor & Francis Group, p. 339-358, 2007.

KLOSKE, M. A. L.; FRANCO, N. M. F. L. **Bacias, Comitês e Consórcios Intermunicipais: A gota d'água para o novo planejamento ambiental**. In: COUTINHO, R.; ROCCO, R. (orgs.). **O direito ambiental das cidades**. Rio de Janeiro: DP&A, 2004.

KRAEMER, A.; JÄGER, F. "Country reports: Germany". In: F.N. Correa (Ed.) **Selected Issues in Water Resource Management in Europe 1**. A.A. Balkema, Rotterdam, 183-325, 1998.

KUX, H.J.H. et al. **Sensoriamento remoto e SIG com sistemas imageadores de alta resolução: desafios e perspectivas destas tecnologias para o planejamento e gerenciamento urbano no Brasil**. In: I International Congress on Environmental Planning and Management. Anais... Brasília, PUC-Brasília, 2005.

LAMOTHE D. N., NEVEU G., GÖRLACH B. AND INTERWIES E. **Evaluation of the impact of floods and associated protection policies**. Final report. European Commission DG Environment, 2005.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem**. São Paulo: Oficina do Texto, 2009.

LARNED, S. T., SUREN, A. M., FLANAGAN, M., BIGGS, B. J. F. ; RIIS, T. **Macrophytes in urban stream rehabilitation: establishment effects, and public perception**. *Restoration Ecology*, v.14, n.3, p.429-440, 2006.

LARSSON, G. **Land Management, Public Policy, Control and Participation.** Swedish Council for Building Research, Stockholm, 1997.

LIMA, W.P. **Princípios de manejo de bacias hidrográficas.** Piracicaba: ESALQ. USP, 1976.

LIMA, O.P. de; PHILIPS, J. **A importância no Cadastro no processo civilizatório.** In: COBRAC – Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2000, Florianópolis. Anais...Florianópolis: UFSC, 2000.

LOCH,C.; ERBA, D. A. **Cadastro técnico multifinalitário rural e urbano.** Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

LOCH,C. **A realidade do cadastro técnico no Brasil.** In: Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 2007.

LONGLEY, P.A. et al. **Geographic Information science and systems.** John Wiley & Sons, New York, 2001.

MACEDO, D.R.; MAGALHOES JUNIOR, A.P. **Percepção social no programa de restauração de cursos d'água urbanos em Belo Horizonte.** Sociedade e Natureza, Uberlândia, n° 23, p. 51-63, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v23n1/05.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2012.

MACHADO, P.A.L. **Curso de direito ambiental brasileiro.** 11 ed. São Paulo: Malheiros, 2003.

MARCHESAN, A. M. M. **Preservação ambiental e ocupação do espaço urbano à luz do Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001).** Revista de Direito Ambiental, São Paulo, ano 7, n. 25, p. 299-306, jan./mar./2002.

MARSALEK, J. **SWMM model and level of discretization: discussion.** Journal of Hydraulic Engineering, v. 109, n. 12, p. 1773-1776, 1983.

MAKSIMOVIC, C.; TEJADO-GUIBERT, J.A.; ROCHE, P.A. **Les nouvelles frontières de la gestion urbaine de l'eau: impasse ou espoir?** Londres: éditeur IWA Publishing, 2001.

MARISAWA, M. **Accuracy of determination of stream lengths from topographic maps.** Trans. American Geophysical Union, v. 38, n. 1, p. 86-88, 1958.

MEDAUAR, O.; ALMEIDA, F. D. M. (Coords.). **Estatuto da Cidade: Lei 10.257, de 10.07.2001: comentários.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

MEDEIROS, R.; IRVING, M.; GRAY, I. **A proteção da natureza no Brasil: evolução e conflitos de um modelo em construção.** Salvador: Revista de Desenvolvimento Econômico (RDE), Ano VI, n.º. 9, p. 83-93, 2004.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário.** 3. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente.** Rio de Janeiro: ABES, 1999.

MÖLLER, M. **Urbanes Umwelt monitoring mit digitalen Flugzeug Scanner daten.** Heidelberg: Herbert Wichmann Verlag, 2003.

MUKAI, T. **Estudos e pareceres de direito administrativo.** São Paulo: Editora Atlas, 1997.

PEIXOTO, M. C. D. Expansão urbana e proteção ambiental: um estudo a partir do caso de Nova Lima/MG. In: COSTA, H. S. de M.(Org.). **Novas periferias metropolitanas: a expansão metropolitana em Belo Horizonte: dinâmica e especificidades no Eixo Sul.** Belo Horizonte: C/Arte, 2006.

PERREIRA, C.C. **A importância do cadastro técnico multifinalitário para a elaboração de planos diretores.** Florianópolis: UFSC, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

PINTO, E. M. **A gestão de recursos hídricos e as interferências do sistema urbano: município de Queimados – RJ.** Disponível em: <<http://www.editora.ufrj.br/revistas/humanasesociais/rch/rch29n1/125-131.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2012.

PELUSO JUNIOR, V.A. **Aspectos geográficos de Santa Catarina.** Florianópolis: FCC/EDUFSC, 1991.

PELUSO, V.A.; SIEBERT, C. **A evolução urbana de Blumenau: a cidade se forma (1850 – 1938).** Blumenau: Editora da FURB. In: Nosso Passado (in) comum, p. 184 – 191, 2000.

PINTO et al. **Hidrologia Básica. 2º Edição.** Editora: Edgard Blücher, 1976.

PORATH, S.L. **A paisagem de rios urbanos: a presença do rio Itajaí-Açu na cidade de Blumenau.** Florianópolis : Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em Arquitetura, Centro Tecnológico, 2004.

PRASAD, N. et al. **Climate Resilient Cities: a primer on reducing vulnerabilities to disasters.** Washington, The World Bank, 2009.

PURCELL, A.H. **A long-term post project evaluation of an urban stream restoration project baxter creek, El Cerrito, California.** Water Resources Center Archives, University of California, Berkeley, 2004, 15p. Disponível em: <<http://repositories.edlib.org/wrca/restoration/purcell>> .Acesso em: 05 maio. 2011.

RAMOS, M. O. **Gestão de recursos hídricos e cobrança pelo uso da água.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2007.

RIZZI, N. **Ciclo hidrológico – Componentes e equações do ciclo: apontamentos de hidrologia florestal e manejo de bacias hidrográficas.** Curitiba, 2013. Disponível em: www.hidrologia.ufpr.br. Data de acesso: 25 de mar. 2013.

SANTA CATARINA. **Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina: diagnóstico geral,** Florianópolis: SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE, 1997.

_____**Lei nº 9.748 de 30 de Novembro de 1994 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, 1994.** Disponível em: <<http://www.alesc.sc.gov.br>>. Acesso em: 20 ago. 2011.

_____**Lei 14.675, de 13 de abril de 2009 – Código Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina.** Florianópolis, 2012.

_____**Plano Integrado de Prevenção e Mitigação de Desastres Naturais na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí.** Florianópolis: Fundação de Apoio a Pesquisa científica e tecnológica de Santa Catarina (FAPESC) e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, 2009.

_____**Reconstrução. Áreas Afetadas – Catástrofe Novembro/2008. Florianópolis.** Relatório de ações. Grupo Reação, Coordenação: Geraldo Althoff (Secretário Executivo de Articulação Nacional) e Cleverson Siewert (Secretario Executivo de Gestão dos Fundos Estaduais), 2009.

SANTIN, J.R.; CORTE, T.D. **Planejamento urbano e águas: o plano diretor e a gestão dos recursos hídricos.** Fortaleza: In: Anais...XIX Encontro Nacional do CONPEDI,2010.

SANTOS, G. F. dos. **Vale do Garcia (Blumenau-SC): análise climato-geomorfológica e a repercussão dos episódios pluviais no espaço urbano.** São Paulo: Universidade de São Paulo (USP). Tese submetida a Pós Graduação em Geografia da Universidade de São Paulo, 1996.

SANTOS, M.H.A.M. dos. **O Código Ambiental de Santa Catarina: uma análise crítica.** Disponível em: <http://www.animaopet.com.br/primeira_edição>. Acesso em: 19 nov. 2011.

SEYFERTH, G. **A imigração alemã no Vale do Itajaí-Mirim.** Porto Alegre: Movimento, 1974.

SHEAFFER, J.R.; WRIGHT,K.R. **Urban storm drainage management.** New York, Marcel Dekker, Inc., 1982.

SIEBERT, C.F. **Estruturação e desenvolvimento da rede urbana do Vale do Itajaí**. Blumenau: Editora da FURB, 1997.

SOUZA, L.A. **A questão ambiental nos Planos Diretores**. Fórum de Direito Urbano e Ambiental, Belo Horizonte, v. 6, n. 34, jul. 2007. Disponível em: <<http://bdjur.stj.jus.br/dspace/handle/2011/29251>>. Acesso em: 14 dez. 2012.

TEODORO, V.L.I. et al. **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local**. Araraquara: Centro Universitário de Araraquara. Revista UNIARA, n.20, 137-156, 2007.

THIEMANN, K.H. **Landmanagement im Kontext der Integrierten Ländlichen Entwicklung – AVN 6/2006**, 2006.

TORRICO, J. J. T. **Práticas hidrológicas**. Rio de Janeiro: Transcon, 1974.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre. Editora da Universidade / UFRGS. 1993

_____. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre. Editora da Universidade / UFRGS. 1997

_____. **Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil**. Rega/Global Water Partnership South America, v. 1, n. 1, jan./jun.,2004 Santiago: GWP/South America, 2004.

_____. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.

_____. **Gestão das inundações urbanas**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.

_____. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005**. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/gruposdetrabalho/residuos/docs_resid_solidos/GestaoAguasPluviaisUrbanas.pdf>. Acesso em: 01 abr.2010.

_____.Escoamento Superficial. In: TUCCI, C.E.M (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3 ed., Primeira reimpressão. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH, 2004.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (organizadores). **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

TUCCI, C. E. M. ; Marques, D. L. M., Orgs. **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

TUCCI, C.E.M.; CLARKE, R.T. **Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. [s.l.]: v.2, n.1, p.135-152, jan/jun., 1997.

TUNDISI, J.G.;TUNDISI, T.M. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

VIBRANS, A. C. **A cobertura florestal da Bacia do Rio Itajaí: elementos para uma análise histórica**. Florianópolis: Tese Doutorado, UFSC, 2003.

VILLANUEVA, A.O.N.; GOLDEFUM, J.A.; SILVAIRA, A.L.L. da. **Soluções para a drenagem urbana em países da América Latina**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2001.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.

WMO/GWP Associated Programme on Flood Management. Urban Flood Risk Management – **A Toul Integrated Flood Management Version 1.0**. The Associated Programme on Flood Management, 2008.

ANEXO 1 – COBRANÇA PELA ÁREA IMPERMEABILIZADA DO LOTE



Bürgermeisteramt Pflasterstraße 15 71729 Erdmannhausen

Schwab Klaus-Otto

Sachbearbeiterin: Team Abwassergebühr
 Telefon: 07144/308-360
 Telefax: 07144/308-399
 E-Mail: info@abwassersplitting.de
 Internet: www.Erdmannhausen.de

Am Unteren Schlossberg 37
 71686 Remseck

Erdmannhausen, 03.01.2011

Einführung der gesplitteten Abwassergebühr zum 01.01.2010

Sehr geehrte Damen und Herren,

aufgrund eines Urteils des Verwaltungsgerichtshofs Baden-Württemberg vom März 2010 verstößt die Erhebung einer nur nach dem Frischwassermaßstab berechneten einheitlichen Abwassergebühr gegen den Gleichheitssatz des Grundgesetzes. Bisher galt der für das Grundstück ermittelte Frischwasserverbrauch als angefallene Abwassermenge. Aufgrund dieses Urteils müssen die Kommunen im Land nun eine Schmutzwasser- und eine Niederschlagswassergebühr mit unterschiedlichen Gebührenmaßstäben erheben, welche rückwirkend ab 01.01.2010 gelten soll.

Was ist die gesplittete Abwassergebühr?

Die Gemeinde Erdmannhausen hat bisher die Abwassergebühr nach dem sog. Frischwassermaßstab berechnet. Hierbei wird unterstellt, dass die Menge des Abwassers der Menge entspricht, die als Frischwasser bezogen wird. In die Abwasserkanäle fließt jedoch nicht nur Wasser, das als Trinkwasser bezogen wurde, sondern auch Niederschlagswasser, welches von Dächern und befestigten Flächen ins Kanalnetz gelangt. Die Kosten der Beseitigung dieses Wassers werden beim derzeit angewendeten Frischwassermaßstab entsprechend der bezogenen Frischwassermenge verteilt. Damit spielt es momentan für die Gebührenberechnung des jeweiligen Grundstückes keine Rolle, wie viel Niederschlagswasser tatsächlich vom einzelnen Grundstück in den Kanal eingeleitet wird.

Die gesplittete Abwassergebühr sorgt hier für eine gerechtere Kostenverteilung. Die Schmutzwassergebühr berechnet sich wie bisher nach dem Frischwasserverbrauch in Euro/m³, allerdings verringert um die Kostenanteile für die Niederschlagswasserbeseitigung.



Die Gebühr je m³ Frischwasserbezug wird dadurch geringer. Sie wird durch eine Gebühr je m² befestigter Fläche, von der Niederschlagswasser in die öffentlichen Abwasseranlagen gelangt, ergänzt.

Außer den Einführungskosten entstehen keine zusätzlichen Kosten, sondern die bestehenden Kosten für die Abwasserbeseitigung werden anders aufgeteilt. Die Kosten für die Beseitigung des Niederschlagswassers waren auch bisher schon in die Gebührensätze eingerechnet.

Die Gemeinde Erdmannhausen erzielt durch die gesplittete Abwassergebühr keine Mehreinnahmen. Sie bezahlt für ihre bebauten und an die öffentliche Abwasserbeseitigung angeschlossenen Grundstücke, wie Rathaus, Schule, Kindergärten, Halle auf der Schray, ... Entwässerungsgebühren wie alle anderen Grundstückseigentümer auch. Die Kosten für die Entwässerung der öffentlichen Straßen, Wege und Plätze werden ebenfalls von der Gemeinde getragen.

Rückwirkend zum 1. Januar 2010 wird die gesplittete Abwassergebühr die bisherige Gebührenberechnung ersetzen. Hierbei können sowohl rückwirkende Belastungen als auch rückwirkende Entlastungen entstehen. Diese neue Gebühr setzt sich aus zwei Teilen zusammen: der Schmutzwasser- und der Niederschlagswassergebühr.

Grundlage für die Niederschlagswassergebühr sind die befestigten und versiegelten Flächen auf Ihrem Grundstück. Diese Flächen wurden auf Grund einer Befliegung, die im März 2008 durchgeführt wurde, und einer digitalen Auswertung der Luftbilder geometrisch erfasst. Bauliche Veränderungen, die nach der Befliegung durchgeführt wurden, sind aus den vorliegenden Baugesuchen bzw. vor Ort ermittelt worden.

Das Ergebnis der Flächenermittlung für Ihr Grundstück finden Sie im beiliegenden Fragebogen unter „Flächenauswertung“. Wir bitten Sie, die Angaben der Flächenberechnung zu überprüfen, ggf. zu ergänzen und den unterschriebenen Fragebogen sowie die Flächenskizze bis spätestens 10.02.2011 an das Bürgermeisteramt zurückzusenden.

Wenn wir keine Rückmeldung von Ihnen erhalten, gehen wir davon aus, dass unsere Ermittlungen mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmen. Wir werden diese Flächenermittlung dann bei der Berechnung der Gebühr zu Grunde legen.

Mit freundlichen Grüßen



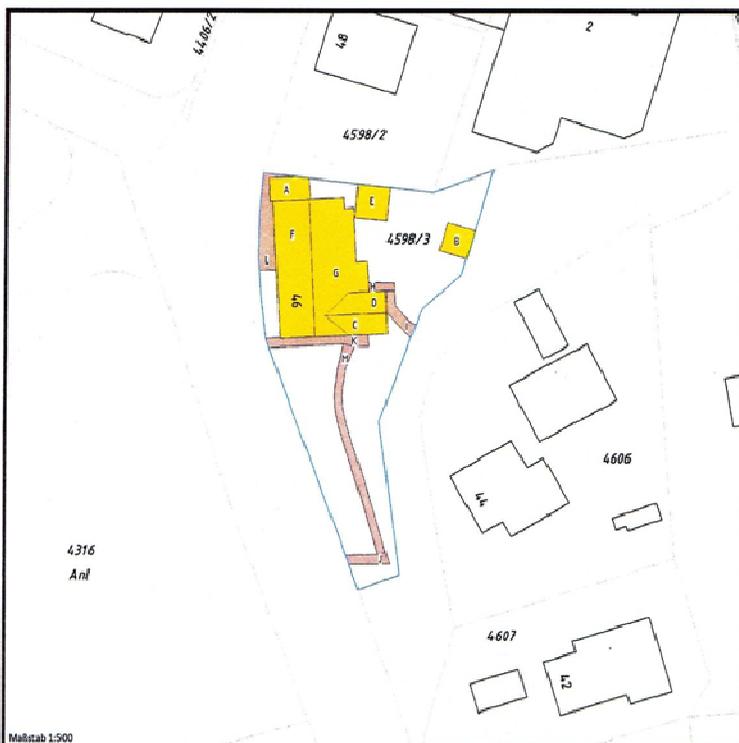
Lutz Schwaigert
Bürgermeister

Anlagen:

1. Bürgerservice
2. Flächenskizze aus der Befliegung und Luftbild
3. Erläuterung zum Fragebogen
4. Fragebogen zu den versiegelten Flächen auf Ihrem Grundstück

2) Flächenskizze aus der Befliegung und Luftbild

Dieses Dokument bitte bis spätestens 10.02.2011 an die
Gemeinde Erdmannhausen, Pflasterstraße 15, 71729 Erdmannhausen zurücksenden!



Art	Beschreibung	Art	Beschreibung
	51 Vollständig versiegelte Dachfläche		57 Stark versiegelte Fläche
	54 Wenig versiegelte Dachfläche		60 Sonstige wenig versiegelte Fläche
	56 Sonstige vollständig versiegelte Fläche		63 Unversiegelte Fläche

1) Bürgerservice zur Einführung der gesplitteten Abwassergebühr in der Gemeinde Erdmannhausen

Bürgersprechstunden		
In den Bürgersprechstunden besteht die Gelegenheit, sich bei der Bearbeitung des Fragebogens unterstützen zu lassen und Fragen zum Thema zu klären. Eine Terminvereinbarung ist nicht notwendig.		
Rathaus, Pflasterstraße 15, Kleiner Saal, Zimmer. 28, (1. OG)		
Datum	Uhrzeit	Ort
Montag, 24.01.2011	9.00 – 18.00 Uhr	Erdmannhausen
Dienstag, 25.01.2011	9.00 – 18.00 Uhr	Erdmannhausen
Mittwoch, 26.01.2011	9.00 – 18.00 Uhr	Erdmannhausen
Donnerstag, 27.01.2011	9.00 – 18.00 Uhr	Erdmannhausen
Freitag, 28.01.2011	8.00 – 12.00 Uhr	Erdmannhausen
Montag, 31.01.2011	9.00 – 18.00 Uhr	Erdmannhausen
Dienstag, 01.02.2011	9.00 – 18.00 Uhr	Erdmannhausen

Telefonhotline: 07144/308-360	
Hier können Sie einfache Fragen schnell und unkompliziert klären.	
Freitag, 21.01.2011 – Dienstag, 01.02.2011	
Montag – Donnerstag	08:00 – 16:30 Uhr
Freitag	08:00 – 12:00 Uhr

Internet: www.Erdmannhausen.de	
Hier finden Sie weitere Informationen zum Thema.	



Datum
Montag, 24.01.2011
Dienstag, 25.01.2011
Mittwoch, 26.01.2011
Donnerstag, 27.01.2011
Freitag, 28.01.2011
Montag, 31.01.2011
Dienstag, 01.02.2011

3) Erläuterungen zum Fragebogen

Der vorliegende Fragebogen stellt alle aus dem Luftbild oder vor Ort erfassten Flächen pro Grundstück dar. Zur Berechnung der gesplitteten Abwassergebühr werden die Flächen benötigt, die Niederschlagswasser in die öffentliche Abwasserbeseitigung einleiten. Insbesondere die Frage, ob eine versiegelte Fläche an die Kanalisation angeschlossen ist, kann aus einem Luftbild oft nicht abschließend beantwortet werden. Aus diesem Grund bitten wir Sie um Mitteilung, welche aus dem Luftbild festgestellten befestigten Grundstücksflächen mit der entsprechenden Befestigungsart (vollständig, stark oder wenig versiegelte Fläche) Niederschlagswasser in die Abwasseranlagen einleiten.

Wir möchten Sie darauf aufmerksam machen, dass die Gemeinde Erdmannhausen, sofern Sie den Fragebogen innerhalb der angegebenen Frist nicht an die Gemeindeverwaltung zurücksenden, die aus der Luftbilddauswertung oder vor Ort ermittelten Flächen zu Grunde legen muss. Eine Überprüfung vor Ort bleibt vorbehalten.

zu Frage 1 - Sammelbestätigung für alle Flächen

Wenn alle Flächen richtig aus den Luftbildern erfasst wurden und das Niederschlagswasser sämtlicher versiegelter Flächen in die Abwasserbeseitigung eingeleitet wird, brauchen Sie nur dieses Feld anzukreuzen, den Fragebogen zu unterschreiben und an das Bürgermeisteramt zurückzusenden.

zu Frage 2 - Keine Einleitung von Niederschlagswasser in die Abwasserbeseitigung

Soweit keinerlei Niederschlagswasser von Ihren Flächen in die Abwasserbeseitigung gelangt, brauchen Sie nur dieses Feld anzukreuzen, den Fragebogen zu unterschreiben und an das Bürgermeisteramt zurückzusenden.

zu Frage 3 - Korrektur der aus den Luftbildern ermittelten Angaben

Sollten die ermittelten Flächen nicht stimmen, so bitten wir Sie dieses Feld anzukreuzen und die entsprechenden Korrekturen in der Tabelle anzugeben.

zu Frage 4 - Zisternennutzung

Unter Punkt 4.1 geben Sie bitte das Fassungsvermögen Ihrer Zisterne in m³ an. (Die Zisterne muss mindestens ein Fassungsvermögen von 2 m³ aufweisen und muss fest installiert und mit dem Boden verbunden sein!)

Unter Punkt 4.2 wird die Anschlussart des Zisternenüberlaufes erfasst. Der Überlauf einer Zisterne entwässert normalerweise immer in das öffentliche Kanalnetz.

Unter Punkt 4.3 kreuzen Sie bitte die Art der Verwendung des in der Zisterne gesammelten Niederschlagswassers an.

Soweit es von der Zisterne einen Anschluss an die Abwasseranlagen gibt, werden:

- bei Verwendung im Haushalt (Toilette, Waschmaschine usw.) pro m³ Zisternenvolumen 15 m² der befestigten Fläche abgezogen. (Zisternenwasser, welches als häusliches Abwasser der Kanalisation zugeführt wird, ist ab 2010 mit dem Schmutzwassergebührenanteil gebührenpflichtig.)
- bei Verwendung des Niederschlagswassers zur alleinigen Gartenbewässerung wird pro m³ Zisternenvolumen 8 m² befestigter Fläche weniger berücksichtigt.

Maximal wird die angeschlossene Fläche in Abzug gebracht.

zu Frage 5 – Sickermulde (Retention)

Wenn Ihre Grundstücksflächen über eine Sickermulde (Retention), ein Mulden-Rigolensystem oder eine vergleichbare Anlage mit gedrosseltem Ablauf oder mit Notüberlauf Abwasser den öffentlichen Abwasseranlagen zuführen, so bitten wir Sie bei Frage 5 ein entsprechendes Kreuzchen zu setzen. Die betroffenen Flächen werden dann mit dem Faktor 0,3 berücksichtigt.

zu Frage 6 – Flächenauswertung

Spalte 1 beinhaltet die im Luftbild ermittelten unterschiedlichen Flächen.

Spalte 2 beinhaltet die aus dem Luftbild erkannte Befestigungsart (siehe unten stehende Tabelle)

Flächenbeschreibung	Befestigungsart	Faktor
Vollständig versiegelte Dachfläche	51	0,9
Satteldach, Flachdach		
Wenig versiegelte Dachfläche	54	0,3
Gründach, Kiesdach		
Sonstige vollständig versiegelte Fläche	56	0,9
Asphalt, Beton, Bitumen		
Stark versiegelte Fläche	57	0,6
Pflaster, Platten, Verbundsteine, Rasenfugenpflaster		
Sonstige wenig versiegelte Fläche	60	0,3
Kies, Schotter, Schotterrassen, Rasengittersteine, Porenpflaster		
Unversiegelte Fläche	63	0,0
Rasenfläche		

Für versiegelte Teilflächen anderer Art gilt der Faktor derjenigen Versiegelungsart, die der vorliegenden Versiegelung in Abhängigkeit vom Wasserdurchlässigkeitsgrad am nächsten kommt. Flächenteilungen sind in der Flächenskizze darzustellen und die neu ermittelten Flächengrößen im Fragebogen in Spalte 6 einzutragen.

Spalte 3 zeigt die jeweilige Flächengröße.

Spalte 4 zeigt den Grad der Wasserdurchlässigkeit

Spalte 5 ist das Ergebnis von Spalte 3 multipliziert mit Spalte 4

Spalte 6: Sollte die Flächengröße nicht richtig berechnet worden sein, tragen Sie bitte hier die korrigierte Flächengröße ein.

In Spalte 7 kreuzen Sie bitte die Flächen an, die an eine Zisterne oder an eine Sickermulde (Retention) angeschlossen sind.

In Spalte 8 kennzeichnen Sie bitte die Flächen, die auf andere Flächen entwässern. Entwässert eine Fläche, z.B. eine Terrasse, auf eine andere Fläche, z. B. eine Rasenfläche, so ist in der Spalte 8 die Fläche anzugeben, auf die entwässert wird. Beispiel: Fläche A (Spalte 1) entwässert auf Fläche F. Dann ist in Spalte 8 bei Fläche A der Buchstabe F einzutragen.

In Spalte 9 kreuzen Sie die Flächen an, die versickern und nicht an den Kanal angeschlossen sind.

In Spalte 10 können Sie die Befestigungsart Ihrer Fläche ändern.

Beispiel: Ihre Hofffläche hat die Befestigungsart 57 für Pflaster. Ihre Hofffläche besteht jedoch nicht aus Pflaster, sondern aus Porenpflaster. Tragen Sie bitte in diesem Fall die Befestigungsart 60 für wenig versiegelte Flächen in der Spalte 3 ein.

Erklärung

Bitte versehen Sie den Fragebogen mit Ort, Datum und Unterschrift. Nicht unterschriebene Fragebögen können nicht als gültige Angaben akzeptiert werden. In diesem Fall behält sich die Gemeinde Erdmannhausen vor, die versiegelten Flächen auf Basis der Luftbilddauswertungen bzw. der Ermittlung vor Ort festzulegen.

Rücksendung

Den ausgefüllten Fragebogen senden Sie bitte bis spätestens 10.02.2011 zurück an:
Gemeinde Erdmannhausen, Pflasterstraße 15, 71729 Erdmannhausen.

Flurstück	Lagebezeichnung	Ortsteil
081035-000-04598/003.00	Bahnhofstraße 46	Erdmannhausen

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen durch ankreuzen bzw. ergänzen Sie die „Tabelle befestigte Flächen“ bei Frage 6. Hinweise, Hilfestellungen und Erläuterungen zu den nachfolgenden Fragen finden Sie in den beigefügten Erläuterungen zum Fragebogen.

Fragen:

1. Sammelbestätigung für alle Flächen

Die aus den Luftbildern ermittelten Flächen sind alle korrekt dargestellt.

Das Niederschlagswasser der versiegelten Flächen wird direkt oder indirekt in die Abwasserbeseitigung eingeleitet. (keine Ergänzungen bei Punkt 6 erforderlich!)

2. Es erfolgt keine Einleitung von Niederschlagswasser in die Abwasserbeseitigungsanlagen

Von meinem gesamten Grundstück wird weder direkt noch indirekt Niederschlagswasser in die öffentliche Abwasserbeseitigung eingeleitet. (keine Ergänzungen bei Punkt 6 erforderlich!)

3. Korrektur der ermittelten Angaben

Ein oder mehrere Teile von den ermittelten Flächen werden nicht in die Abwasserbeseitigungsanlagen eingeleitet oder eine Änderung der Befestigungsart ist erforderlich. (Ergänzungen bei Punkt 6 erforderlich!)

4. Zisternennutzung

(gilt für Zisternen oder ähnliche fest installierte Behältnisse, die fest mit dem Boden verbunden sind und mindestens 2 m³ Fassungsvermögen haben)

4.1 Wie groß ist das Zisternenspeichervolumen? m³

4.2 Hat die Zisterne einen Anschluss (Überlauf) an das öffentliche Kanalnetz? Ja Nein

4.3 Nutzung des in der Zisterne gesammelten Niederschlagswassers:

- zur Gartenbewässerung
- als Brauchwasser (z. B. für die Toilettenspülung oder die Waschmaschine)

5. Sickermulde (Retention)

Mein Grundstück hat einen Ablauf über eine Sickermulde (Retention), ein Mulden-Rigolensystem oder eine vergleichbare Anlage

081035-000-04598/003.00

7. Bemerkungen

Sollte der Platz für Ihre Bemerkungen nicht ausreichen, so fügen Sie bitte ein zusätzliches Blatt mit Ihren Bemerkungen bei, auf dem Sie oben Ihren Namen, sowie Straße und Hausnummer des betreffenden Grundstückes vermerken.

Bei Rückfragen stehen wir Ihnen gerne telefonisch oder in den Bürgersprechstunden zur Verfügung.

Rechtsverbindliche Erklärung:

Hinweis: Diese Erklärung ist rechtsverbindlich, d. h. wissentlich fehlerhafte Angaben können wie ein bewusstes Vergehen bei der Steuererklärung geahndet werden.

Ich erkläre, dass die von mir gemachten Angaben den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen und nach bestem Wissen erstellt wurden. Mir ist bekannt, dass sämtliche künftige Änderungen an den bebauten / versiegelten Flächen der Gemeinde Erdmannshausen unverzüglich mitzuteilen sind.

Für evtl. Rückfragen zu Ihren Angaben bitten wir Sie, Ihre Telefonnummer und Ihre E-Mail Adresse anzugeben. Ihre Angaben werden vertraulich behandelt und nicht an Dritte weitergegeben.

07146 / 810028

Telefonnummer (tagsüber)

Tracy.Schwab@web.de

E-Mail

Reusel 1.2.2011

Ort, Datum

Klaus-Oldo J. Schulz

rechtsverbindliche Unterschrift

ANEXO 2 : Alturas pluviométrica mensais para o período compreendido entre 1941 e 2000, na estação meteorológica García/Blumenau (02649009).

ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS													
ESTAÇÃO: GARCIA/SC (02649009)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1941	114,1	123,7	105,3	84,2	210,9	61,9	19	81,8	94,2	82,8	198,9	180	1356,8
1942	81,9	194,5	232	105	93,2	123	107	56,8	89,4	46	100,9	115,4	1345,1
1943	73,6	201,4	119,8	88,9	112,4	89,1	130,5	173,2	120,8	148,9	55,5	99,7	1413,8
1944	282,4	246,3	178,4	81,8	34,6	39,9	36,5	142,5	32,1	47,9	162,2	81,9	1366,5
1945	201,8	320,6	53,1	153,5	26,4	69,3	98,4	44,4	173,2	110,9	51,2	161,1	1463,9
1946	205,4	313,6	233,7	63,4	102,8	201,8	126,7	161,6	42,5	296,6	64,3	122,6	1935
1947	155,2	243,4	198,2	31,1	129,5	66	130,1	136,4	152,3	204,6	100,9	166,4	1714,1
1948	160,2	304,1	146,5	58,7	279,4	4,5	134,7	163,7	66,8	127,7	78,8	52,7	1577,8
1949	117,4	100,1	295,9	127,2	42,3	143,2	32,8	118,5	76,8	98,6	122,3	112,7	1387,8
1950	274,4	96	295,8	48,2	69,3	48,1	26,2	80,3	114,5	145,7	89,8	84,2	1372,5
1951	166,9	196,2	77	67	29,5	34,2	67,3	2,9	44	247,5	72,3	112,3	1117,1
1952	160,8	127,2	113,2	39,6	48,3	114,6	51,2	16,9	129	194,9	76,3	158,6	1230,6

ANEXO 2 : Alturas pluviométrica mensais para o período compreendido entre 1941 e 2000, na estação meteorológica Garcia/Blumenau (02649009) (continuação).

ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS													
ESTAÇÃO: GARCIA/SC (02649009)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1953	145,9	41,7	94,9	72,7	114,7	4,8	70	47	66,5	206,5	59	107,6	1031,3
1954	188,5	179,2	123,5	189	189,1	89,5	134,3	41,2	104,5	156,2	34,3	59,2	1488,5
1955	102,9	146,4	96,9	112,4	126,7	112	170,2	55	94,3	35,2	71,5	155,9	1279,4
1956	127,2	150,9	108,7	120,2	160,9	97,8	47	30,4	138,6	115,1	33,7	200,4	1330,9
1957	147,5	82,9	90	128,4	142,5	107,6	266,9	241,2	283,6	122,5	211,6	174,2	1998,9
1958	244,4	241,4	270,7	132,2	77,4	107,6	50,1	75	167,4	239,6	155,2	208,9	1969,9
1959	278,1	251,2	157,7	232,7	68,6	40,4	31,4	148,5	209,2	98,2	99	121,2	1736,2
1960	300,2	249,8	230	83,6	124,4	40,4	36,4	241,2	50,8	120,9	245,8	153,8	1877,3
1961	88,8	225,6	220,8	114,9	84,8	151	80,6	18,1	400,1	224,2	366,6	266,2	2241,7
1962	101,3	183,3	288	80,4	96,5	75,8	123	15,3	141,4	167,7	78,1	114,1	1464,9
1963	254,5	315,9	266,4	42,8	5,6	40,9	33,7	50,9	308,1	230,4	261,4	160	1970,6
1964	65,5	100,5	253,2	170,9	79,4	149,4	120,3	70,5	118,6	240,6	172,4	158,7	1700
1965	203	188,4	86,9	266,3	209,1	67,6	90,5	142,9	112,5	67,6	169,4	254,2	1858,4
1966	311,5	351,3	120,1	160,1	31,4	145,8	21,3	59,7	191,2	233	101,2	223,7	1950,3
1967	185,5	298,8	110,3	39,3	87,7	119,2	195,8	34,8	151,9	108,3	260,6	157,1	1749,3

ANEXO 2 : Alturas pluviométrica mensais para o período compreendido entre 1941 e 2000, na estação meteorológica Garcia/Blumenau (02649009) (continuação).

ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS MENSAS													
ESTAÇÃO: GARCIA/SC (02649009)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1968	137,7	125	119,8	55,8	38	71,8	101,8	61	111,5	213,2	81,1	208,7	1325,4
1969	225,7	366,2	204,5	275,9	86,2	192,6	71,3	79,4	69,9	67,4	174,8	191,2	2005,1
1970	194,4	235,9	147	62,3	41,6	218,1	105,9	71,8	99,4	101,2	22,9	335,2	1635,7
1971	204,4	302,8	211,9	178,5	96,5	117	98,1	62,2	186,6	126,7	106,9	47,6	1739,2
1972	192,2	286,5	164,8	40,3	17	128	96,6	195,8	161	104,4	114,6	281,8	1783
1973	318,6	92,4	87,8	118,4	88,9	163,8	145	270,6	143,2	60,8	84,9	203,6	1778
1974	230,4	121	310,6	91,3	24,6	89	133,4	40	81	90,8	156,2	69,8	1438,1
1975	195,4	141,3	133,2	116,4	70,5	62,4	74,2	193	240,8	176,8	184,4	142,4	1730,8
1976	341	114,1	155	51,5	210,8	109,6	152,5	109,5	60,9	94,2	84,6	130,8	1614,5
1977	152,9	97,5	149,1	109,2	15,6	29,4	53,8	194,9	191,7	210,4	164,3	111,1	1479,9
1978	216,3	121,4	105,1	0,2	35,6	82,8	67	76,6	126,3	43,2	148,4	236,4	1259,3
1979	57,3	94,4	32,9	181	201,8	64,8	50,6	60,4	189	301,8	156,3	53,1	1443,4
1980	96,5	97,6	81,2	65,6	60,4	69	210,8	167,6	200,2	205,9	96,1	256,9	1607,8
1981	156,1	130,1	92,9	42,3	4,6	0	97,2		71	253,6	134	207,6	1189,4
1982	174,8	340,4	202,2	81,6	12,8	137,2	87	119,2	36,6	251,4	236,2	111,6	1906,2

ANEXO 2 : Alturas pluviométrica mensais para o período compreendido entre 1941 e 2000, na estação meteorológica Garcia/Blumenau (02649009) (continuação).

ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS

ESTAÇÃO: GARCIA/SC (02649009)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1984	257,8	247	140,2	150,8	148,4	145,6	133,6	32,6	118,2	103	191,8	74,4	2036,8
1985	95,4	212,2	140,8	185	47,8	32	79,8	13,2	128	183	137,4	117,4	1372
1986	165	216	131,4	164,4	97,4	29,4	68,6	83,2	143,2	172,2	104,4	209,9	1585,1
1987	252,2	333,8	70,8	117	180,4	100,6	100	140,2	112,6	186,2	64,2	154,6	1813,6
1988	237,8	103,4	134,6	109,8	227,2	86,4	17,6	8,00	174,6	113,8	93,6	83,4	1390,2
1989	546,4	145	238,6	105,8	112,2	47,8	125,8	66,2	204	89,8	79,2	211,2	1972
1990	411,6	120	297,4	120,4	119,4	122	191,6	194	209,6	253,8	163,8	165	2368,6
1991	127,2	157,8	150,6	62,8	53,2	161,2	27,8	165,5	83,6	189,8	242,4	210,4	1632,3
1992	292,8	322,8	166	71,4	427,6	148,2	198	132,2	133,8	40,6	132,2	70,8	2136,4
1993	260,9	332,8	177,2	82,8	109,0*	94,0*	121,0*	13,0*	288,7	119,6	91,9	289,6	1643,5
1994	177	403,1	264,4	119,8	169,3	105	176,7	17,9	26,5	174,6	110	220,5	1964,8
1995	506,5	196,6	87,2	31,1	8,7	125,9	142,2	62,5	219,9	133,7	46,2	165,4	1725,9
1996	314,6	202	174,2	60,8	5,5	185,1	97,5	89,1	253,4	118,7	85,7	205,7	1792,3
1997	418,2	313,7	68,2	45,9	75,1	132,1	92,8	125,2	135,7	268,3	273,4	134,4	2083
1998	326,4	269,1	281,5	240,1	27,8	97,7	154,5	298	290	278,5	120	207,3	2590,9

ANEXO 2 : Alturas pluviométrica mensais para o período compreendido entre 1941 e 2000, na estação meteorológica Garcia/Blumenau (02649009) (continuação).

ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS MENSIS													
ESTAÇÃO: GARCIA/SC (02649009)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1999	267,1	183,8	144,1	110,9	61,8	109,2	262,4	19,7	139,1	232	123,9	117,2	1771,2
2000	255,4	183,6	174,2	57,1	43	93,1	44	66,7	222,4	162,9	102,6	250,4	1655,4
Média	214	203,1	163,3	104,8	100,3	96,8	109,5	101,3	144,5	156,5	130,8	164,1	1689

Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas

Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?ToItem=1080&TipoReg...>

ANEXO 3: Dias de Chuva mensais da Estação Garcia/SC (026490009) para o período compreendido entre 1941 e 2000.

DIAS DE CHUVAS MENSAIS													
ESTACÃO: GARCIA/SC (026490009)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL
1941	18	18	13	7	20	10	8	10	14	13	18	18	167
1942	11	16	17	16	11	11	11	11	11	12	13	17	157
1943	12	16	12	6	12	18	19	9	15	19	10	15	163
1944	25	15	16	7	6	7	6	9	8	13	13	16	141
1945	11	19	17	11	6	8	10	11	19	15	11	18	156
1946	20	20	18	11	13	10	10	13	8	22	10	14	169
1947	17	22	20	12	17	12	12	10	20	20	20	18	200
1948	13	21	17	10	18	4	12	13	11	11	12	10	152
1949	15	11	13	10	5	10	7	12	11	14	9	9	126
1950	14	14	16	7	7	7	3	9	5	14	11	12	119
1951	19	18	11	8	6	5	4	3	5	12	10	17	118
1952	7	9	12	4	7	11	10	5	15	12	12	11	115
1953	17	8	16	8	15	2	7	6	9	20	12	13	133
1954	17	18	14	14	13	16	14	7	16	13	7	11	160

ANEXO 3: Dias de Chuva mensais da Estação Garcia/SC (026490009) para o período compreendido entre 1941 e 2000.

DIAS DE CHUVAS MENSAIS													
ESTAÇÃO: GARCIA/SC (026490009)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL
1955	11	14	13	14	7	11	11	10	12	10	10	17	140
1956	17	16	19	15	12	13	8	11	17	17	6	14	165
1957	13	9	17	15	13	9	16	14	14	16	19	19	174
1958	13	15	14	13	11	8	9	5	14	13	13	16	144
1959	21	18	13	8	8	3	6	12	17	12	15	14	147
1960	18	21	12	9	5	4	5	15	10	16	15	12	142
1961	11	16	12	10	9	8	5	7	23	16	12	20	149
1962	14	13	17	6	10	5	12	6	13	17	11	14	138
1963	19	20	16	5	5	3	7	12	13	20	16	16	152
1964	12	13	15	17	3	8	10	17	13	12	10	15	145
1965	9	10	12	17	6	9	8	8	19	8	9	17	132
1966	16	19	10	19	8	10	5	11	14	16	8	20	156
1967	17	17	13	4	4	12	14	11	20	17	17	15	161
1968	13	12	10	5	3	9	11	8	9	16	12	13	121
1969	15	12	18	18	11	15	7	8	14	10	18	8	154
1970	12	18	18	10	9	13	11	10	9	14	9	15	148

ANEXO 3: Dias de Chuva mensais da Estação Garcia/SC (026490009) para o período compreendido entre 1941 e 2000.

DIAS DE CHUVAS MENSAIS

ESTACÃO: GARCIA/SC (026490009)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL
1971	16	15	19	9	9	15	9	11	18	14	14	9	158
1972	15	21	13	6	6	12	12	13	19	20	16	17	170
1973	20	12	11	13	14	10	9	14	17	10	9	14	153
1974	16	13	16	6	6	11	7	4	10	8	11	15	123
1975	13	15	14	9	12	12	4	16	17	14	16	16	158
1976	19	12	18	7	18	10	12	8	8	17	13	13	155
1977	10	9	15	11	7	5	5	16	11	12	13	12	126
1978	16	15	9	1	3	7	11	7	10	9	10	10	108
1979	9	16	9	10	13	9	8	7	14	18	14	11	138
1980	17	19	14	7	10	9	12	11	15	17	9	17	157
1981	16	10	9	9	3	0	5		8	16	15	17	108
1982	16	18	21	12	10	15	8	11	12	18	24	17	182
1983	22	20	18	17	26	15	20	12	18	15	19	23	225
1984	19	15	14	16	9	11	13	21	13	13	19	14	177
1985	15	18	18	17	4	5	16	6	19	15	12	16	161

ANEXO 3: Dias de Chuva mensais da Estação Garcia/SC (026490009) para o período compreendido entre 1941 e 2000.

DIAS DE CHUVAS MENSAIS													
ESTACIÓN: GARCIA/SC (026490009)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL
1986	15	20	18	17	7	7	9	8	19	10	16	27	173
1987	19	18	9	14	17	6	16	13	13	17	13	14	169
1988	18	15	13	14	17	10	11	6	13	19	11	11	158
1989	26	15	18	18	10	10	11	7	17	13	12	18	175
1990	25	13	18	18	7	11	15	12	18	18	17	13	185
1991	14	12	15	11	8	9	2	16	11	13	13	17	141
1992	18	15	18	6	11	7	16	12	12	13	12	9	149
1993	20	20	20	11					21	18	12	18	140
1994	17	24	19	17	12	10	10	4	13	20	17	16	179
1995	25	21	18	9	11	10	6	12	15	19	11	14	171
1996	19	19	24	11	1	15	10	7	16	18	9	16	165
1997	22	23	9	7	13	10	11	11	16	28	24	13	187
1998	20	21	19	14	6	4	14	16	22	17	15	14	182
1999	23	11	17	14	9	12	19	4	10	16	19	13	167

ANEXO 3: Dias de Chuva mensais da Estação Garcia/SC (026490009) para o período compreendido entre 1941 e 2000 (continuação).

DIAS DE CHUVAS MENSAIS													
ESTAÇÃO: GARCIA/SC (026490009)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL
2000	20	10	10	5	5	12	8	7	17	14	20	12	140
Média	16	16	15	11	10	9	10	10	14	15	13	15	154

Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas

Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?ToItem=1080&TipoReg..>

**ANEXO 4: DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MÉDIAS MENSIAIS DA ESTAÇÃO
GARCIA/BLUMENAU – 83820000**

Vazões Médias Mensais (m ³ /s)												
Série: GARCIA 83820000 (Importado, Consistido, Média Diária, 11/1934 - 01/1967)												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1934											3,25	3,63
1935	3,3	3,98	3,75	2,75	2,21	2,64	2,09	2,83	4,03	8,53	3,73	3,18
1936	4,82	3,54	3,31	3,28	3	4,04	2,84	7,31	7,01	5,94	4,05	4,09
1937	3,49	6,29	8,57	6,73	6,66	3,3	2,69	3,34	2,61	4,85	5,41	3,75
1938	4,53	5,33	3,79	4,01	3,91	3,77	3,4	2,72	2,69	2,64	2,51	2,56
1939	4,27	4,18	3,83	3,55	3,14	3	2,5	2,11	4,19	5,6	11,5	5,52
1940	5,98	4,86	3,13	2,69	3,11	1,94	3,15	3,57	2,27	3,72	4,12	3,22
1941	2,98	3,16	2,53	1,9	2,71	2,29	1,52	1,59	1,43	1,46	2,53	2,44
1942	1,7	4,19	3,29	2,89	2,57	2,72	2,08	1,65	1,49	1,38	1,32	2
1943	1,23	1,39	2,14	1,26	1,28	2,18	2,14	4,32	3,06	5,91	3,11	1,92
1944	3,67	4,2	5,73	3,4	1,94	1,6	1,22	1,5	1,3	1,24	2,06	1,44
1945	1,47	4,02	2,79	2,68	1,4	1,26	1,7	1	2,59	3,68	1,63	2,75
1946	3,72	8,14	5,94	4,89	2,74	3,82	4,35	4,05	2,68	5,83	3,61	2,73
1947	2,88	5,11	5,88	2,71	2,71	2,02	2,9	3,3	3,45	8,64	4,93	5,96

**ANEXO 4: DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MÉDIAS MENSIAIS DA ESTAÇÃO
GARCIA/ BLUMENAU – 83820000 (continuação).**

Vazões Médias Mensais (m ³ /s)												
Série: GARCIA 83820000 (Importado, Consistido, Média Diária, 11/1934 - 01/1967).												
Ano	Jan	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1948	4,99	7,52	7,21	3,92	6,99	2,97	2,82	4,18	2,17	2,16	2	1,3
1949	1,55	1,8	5,28	5,35	2,76	4,1	2,43	2,69	2,96	2,75	3,72	2,99
1950	5,46	6,56	8,31	4,36	3,16	2,75	2,12	2,46	2,7	4,52	2,46	2,79
1951	3,83	6,47	4,16	2,83	1,9	1,57	1,56	0,921	0,969	4,83	2,02	3,24
1952	3,69	3,34	3,26	2,04	1,91	2,25	1,78	1,39	2,37	3,75	2,85	2,15
1953	2,47	1,97	2,21	1,44	1,64	1,03	1,19	1,03	1,15	2,88	3,02	2,21
1954	3,73	3,68	5,11	7,46	4,88	3,98	4,34	2,48	2,76	9	3,29	1,92
1955	1,55	1,84	1,97	1,81	3,15	2,24	4,06	2,01	3,33	1,64	1,87	1,76
1956	3,23	3,9	2,31	2,07	3,62	2,27	1,89	1,7	3,52	4,8	3,39	3,78
1957	3,18	4,35	2,81	3,08	5,49	3,41	6,59	10,8	12,3	5,26	9,23	5,28
1958	4,82	3,75	6,27	3,96	2,65	3,2	2,34	2,29	4	4,13	3,7	4,48
1959	5,43	5,15	4,03	4,38	2,85	1,99	1,5	1,96	3,85	2,94	2,05	2,42
1960	5,57	9,23	7,68	3,01	2,3	1,84	1,5	4,12	2,3	2,4	5,94	4,15
1961	2,99	4,21	3,5	2,94	2,59	2,14	1,79	1,33	4,59	5,38	8,03	5,01
1962	3,5	3,88	4,13	1,96	1,87	1,59	2,09	1,36	2,4	2,49	2,69	2,67

**ANEXO 4: DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MÉDIAS MENSIAIS DA ESTAÇÃO
GARCIA/ BLUMENAU – 83820000 (continuação).**

Vazões Médias Mensais (m ³ /s)												
Série: GARCIA 83820000 (Importado, Consistido, Média Diária, 11/1934 - 01/1967).												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1963	3,38	7,58	4,34	2,72	2	1,56	1,53	1,43	3,27	4,1	5,85	4,67
1964	2,96	3,08	3,42	2,74	3,6	2,57	2,49	2,66	2,63	3,76	2,22	3,27
1965	3,02	2,73	2,76	3,14	3,97	3,07	2,76	2,86	3,72	2,49	2,87	4,63
1966	4,01	6,88	4,52	4,76	2,4	3,12	2,19	2,41	2,6	4	3,66	4,33
1967												
Média	3,54	4,57	4,31	3,33	3,03	2,57	2,49	2,79	3,2	4,15	3,78	3,28

* - estimado; ? - duvidoso; # - régua seca.

Fonte: ANA – Agência Nacional de Aguas
Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1080&TipoReg...>

**ANEXO 5: DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MÉDIAS MENSIAIS DA ESTAÇÃO
ARROZEIRA/RIO DOS CEDROS – 83675000.**

Vazões Médias Mensais (m ³ /s)												
Série: ARROZEIRA 83675000 (Importado, Consistido, Média Diária, 04/1929 - 12/2004)												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1929					18,4	12,8	9,32	9,51	13,2	31,5	13,3	5,71
1930	26,7	33,2	11	7,33	6,99	4,56	4,04	10,6	6,3	17,5	15,6	15,9
1931	34	12,4	18,3	11	27,6	21,8	13,9	11	34,8	14,8	9,13	17,6
1932	16	26,5	16,5	17	13,2	6,58	5,16	7,87	11,4	19,8	17,8	20
1933	10,4	18,9	8,01	10,2	14,3	6,98	5,69	6,16	15,9	22,7	10	8,63
1934	21,9	30,8	10,8	17,7	14,6	5,72	6,93	5,12	7,91	10,3	4,32	9,4
1935	5,17	11,4	13,7	5,32	3,47	5,69	5,03	6,48	17,6	30,4	7,31	10,6
1936	22,5	7,38	8	5,33	7,14	9,18	3,19	23,7	19	11,3	9,13	7,14
1937	8,18	19,4	27,2	25,9	17,4	5,16	3,83	8,67	5,54	19,8	15,7	6,45
1938	23,8	17	11,1	13,9	14,8	15,6	12	5,82	6,13	6,84	3,31	11,4
1939	8,06	7,54	22,3	13,4	8,04	5,52	4,28	3,59	19	11,1	42,8	30
1940	25	15,6	15,4	15,2	9,8	6,3	5,8	10,6	5,39	16,1	9,97	14,2
1941	10	21	14,1	8,67	14,5	12,7	6,67	7,15	6,17	8,73	13,7	18,1
1942	9,86	40,1	19,5	17,3	14,2	16,7	12,1	10,2	10,5	8,92	13,7	16,1

**ANEXO 5: DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MÉDIAS MENSIAIS DA ESTAÇÃO
ARROZEIRA/RIO DOS CEDROS – 83675000 (continuação).**

Vazões Médias Mensais (m ³ /s)												
Série: ARROZEIRA 83675000 (Importado, Consistido, Média Diária, 04/1929 – 12/2004).												
Ano	Jan	Fev	Már	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1943	11,8	13,7	9,63	7,57	10,7	22,4	14,6	27	16	20,6	12,4	8,54
1944	19,4	17,2	22,5	12,5	7,39	6,46	4,9	9,57	6,57	5,3	20	12
1945	7,42	27,5	14,2	12,2	6,38	5,95	13,9	5,3	12,3	22	10,6	14,9
1946	31,3	55	35	18	10,3	16,2	14,1	12,2	7,52	12,6	7,57	10,9
1947	17,3	44,9	24,5	11,2	13,8	13,3	15,1	17,7	31,7	40,4	27,7	30,6
1948	34,6	48	26,9	17,3	25,4	10,3	10,8	23,2	10,2	9,94	10,1	4,93
1949	8,22	4,8	11,7	19,4	9,03	13,1	6,07	8,54	11,4	8,85	7,7	10,4
1950	17,5	15,5	19	12,1	10,5	9,71	5,02	4,03	6,14	15,1	5,66	9,71
1951	15,5	33,4	16,4	6,68	4,86	4,49	4,56	3,54	4,46	18	8,58	10,9
1952	9,34	7,02	8,42	4,29	3,3	7,52	4	2,99	6,79	12,4	14,4	7,33
1953	9,97	13,3	10,2	5,68	5,38	5,07	4,63	3,53	5,53	24,1	24,8	14,7
1954	9,47	21,2	24,6	28,2	31,7	15,3	14,5	7,63	12	29,2	7,7	5,05
1955	4,34	5,73	9,63	8,51	16,4	15,6	24,3	8,45	15,1	6,74	6,79	9,2
1956	14,9	15,2	11,9	15,1	20,1	11,6	8,68	8,39	10,2	13,7	5,9	5,51
1957	12,2	9,87	11,5	10	24,4	15,4	44,3	41,4	44,4	16,6	18,5	18,2

**ANEXO 5: DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MÉDIAS MENSIAIS DA ESTAÇÃO
ARROZEIRA/RIO DOS CEDROS – 83675000 (continuação).**

Vazões Médias Mensais (m ³ /s)												
Série: ARROZEIRA 83675000 (Importado, Consistido, Média Diária, 04/1929 - 12/2004).												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1973												
1974												
1975												
1976												
1977												
1978		12,9	15,1	8,23	5,01	4,56	5,5	7,23	13,3	11,9	9,62	12,9
1979	9,82	5,55	6,6	7,13	15,6	11,6	9,33	5,99	11	18,8	19,8	25
1980	20	21,6	24,2	14	9,31	7,87	16,3	18,6	20,5	19,2	21,2	31,8
1981	28,9	25,2	18,1	15,9	10,6	6,57	7,29	5,6	5,09	12,7	18,4	26,3
1982	15,2	20,4	17,4	14,9	13,3	13,7	15,2	11,9	8,94	14,3	25	21,4
1983	26,5	34,3	31,4	19,2	42,1	32,9		29,4	27,4	22,1	17,8	25,4
1984	17,7	16,4	14,1	15,1	14,3	15,3	13,7	37,9	18,1	17,6	25,2	15,2
1985	9,76	12,8	13,6	18,3	11,7	8	6,58	5,76	6,62	7,52	14,4	5,61
1986	7,26	12,1	7,75	7,11	4,11	5,66	4,8	4,58	12,7	22,1	12,7	20,6
1987	26,2	41,9	17,7	13,3	16,1	20	13	14,3	13,4	14,4	10,8	7,97

**ANEXO 5: DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MÉDIAS MENSIAIS DA ESTAÇÃO
ARROZEIRA/RIO DOS CEDROS – 83675000 (continuação).**

Vazões Médias Mensais (m ³ /s)												
Série: ARROZEIRA 83675000 (Importado, Consistido, Média Diária, 04/1929 - 12/2004).												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1988	14,7	19,8	17,2	15,5	26,6	19,1	14,9	8,45	14,4	16,7	13,5	9,34
1989	26,7	33,3	20,8	19,9	19,3	12,1		9,34	17,8	12,4	10,9	10,4
1990	35,5	18,9	15,8	16,8	14	20,9	17,6	31,2	18,3	26,1	16,6	15,7
1991	14,9	13,5	12,1	8,08	7,82	8,21	6,43	11,7	7,1	18,4	14,3	12,2
1992	24,1	34,1	31	12,7	45	35,7	29,8	17,5	14,6		12,3	9,75
1993	17	24,5	23,5	16,6	15,9	13,6	14,1	10,8	21		14,4	12,5
1994	10,3	20,1	42,4	17	29,3	22,9		12,4	10,9		17,7	15,8
1995	59,4	50	20,8	13,8	8,06	8,36		9,55	19,8	13,9	14,9	14,3
1996	25	19,5	27,3	22,2	13,9	17,8	24,7	17,3	20,2	18,7	17,1	17,3
1997	41,9	42,1	20,3	17,2	10,9	6,94	9,03	12,7	13,2	44,3	62,9	23,1
1998	32,7	29,6	40,7	34,2	20,7	13,1	18,4	53,3	46,9	43,3	20,4	14,1
1999	20,5	25,5	19,5	18,1	14,9	16,9	34,6	14,8	14,6	23,7	18,8	17,4
2000	20,7	30,3	19,5	15,3	9,49	8,54	5,46				15,5	16,8
2001	22,9	42,4	21,4	16,2	19,8	20,7	17,2	14,2	19,7	33,2	18,7	16,1
2002	20,8	16	15,8	11,5	7,85	8,89	6,09	13	12,9	17,6	26,9	22,7

**ANEXO 5: DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MÉDIAS MENSIAIS DA ESTAÇÃO
ARROZEIRA/RIO DOS CEDROS – 83675000 (continuação).**

Vazões Médias Mensais (m ³ /s)												
Série: ARROZEIRA 83675000 (Importado, Consistido, Média Diária, 04/1929 - 12/2004).												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2003	17,7	14,4	13,8	10,3	7,06	8,27	4,56	3,71	4,69	8,03	4,24	9,41
2004	13	15,4	12,1	11,5	9,95	13,1	16,6	13,8	18,4	22,3	18,1	19,2
Média	18,5	23,4	18,8	13,8	13,9	12	10,9	12,1	14,3	17,6	15,7	14,4

Fonte: ANA – Agência Nacional de Aguas

Disponível em: [tp://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=1080&TipoReg...](http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=1080&TipoReg...)

ANEXO 6: SÉRIE HISTÓRICA COMPLETA COM DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MENSIAIS PARA A ESTAÇÃO GARCIA/BLUMENAU (83820000) PARA O PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 1929 E 2000.

Vazões Médias Mensais (m³/s)												
SÉRIE HIDROLÓGICA GARCIA - BASE												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1929	3,78	3,78	3,78	3,78	4,5	3,13	2,28	2,32	3,23	7,7	3,25	1,4
1930	6,53	8,11	2,69	1,79	1,71	1,11	0,99	2,59	1,54	4,28	3,81	3,89
1931	8,31	3,03	4,47	2,69	6,75	5,33	3,4	2,69	8,51	3,62	2,23	4,3
1932	3,91	6,48	4,03	4,15	3,23	1,61	1,26	1,92	2,79	4,84	4,35	4,89
1933	2,54	4,62	1,96	2,49	3,49	1,71	1,39	1,51	3,89	5,55	2,44	2,11
1934	5,35	7,53	2,64	4,33	3,57	1,4	1,69	1,25	1,93	2,52	3,25	3,63
1935	3,3	3,98	3,75	2,75	2,21	2,64	2,09	2,83	4,03	8,53	3,73	3,18
1936	4,82	3,54	3,31	3,28	3	4,04	2,84	7,31	7,01	5,94	4,05	4,09
1937	3,49	6,29	8,57	6,73	6,66	3,3	2,69	3,34	2,61	4,85	5,41	3,75
1938	4,53	5,33	3,79	4,01	3,91	3,77	3,4	2,72	2,69	2,64	2,51	2,56
1939	4,27	4,18	3,83	3,55	3,14	3	2,5	2,11	4,19	5,6	11,5	5,52

ANEXO 6: SÉRIE HISTÓRICA COMPLETA COM DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MENSIAIS PARA A ESTAÇÃO GARCIA/BLUMENAU (83820000) PARA O PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 1929 E 2000 (continuação).

Vazões Médias Mensais (m³/s)

SÉRIE HIDROLÓGICA GARCIA - BASE

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1940	5,98	4,86	3,13	2,69	3,11	1,94	3,15	3,57	2,27	3,72	4,12	3,22
1941	2,98	3,16	2,53	1,9	2,71	2,29	1,52	1,59	1,43	1,46	2,53	2,44
1942	1,7	4,19	3,29	2,89	2,57	2,72	2,08	1,65	1,49	1,38	1,32	2
1943	1,23	1,39	2,14	1,26	1,28	2,18	2,14	4,32	3,06	5,91	3,11	1,92
1944	3,67	4,2	5,73	3,4	1,94	1,6	1,22	1,5	1,3	1,24	2,06	1,44
1945	1,47	4,02	2,79	2,68	1,4	1,26	1,7	1	2,59	3,68	1,63	2,75
1946	3,72	8,14	5,94	4,89	2,74	3,82	4,35	4,05	2,68	5,83	3,61	2,73
1947	2,88	5,11	5,88	2,71	2,71	2,02	2,9	3,3	3,45	8,64	4,93	5,96
1948	4,99	7,52	7,21	3,92	6,99	2,97	2,82	4,18	2,17	2,16	2	1,3
1949	1,55	1,8	5,28	5,35	2,76	4,1	2,43	2,69	2,96	2,75	3,72	2,99
1950	5,46	6,56	8,31	4,36	3,16	2,75	2,12	2,46	2,7	4,52	2,46	2,79
1951	3,83	6,47	4,16	2,83	1,9	1,57	1,56	0,921	0,969	4,83	2,02	3,24
1952	3,69	3,34	3,26	2,04	1,91	2,25	1,78	1,39	2,37	3,75	2,85	2,15
1953	2,47	1,97	2,21	1,44	1,64	1,03	1,19	1,03	1,15	2,88	3,02	2,21

**ANEXO 6: SÉRIE HISTÓRICA COMPLETA COM DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES
MENSIAIS PARA A ESTAÇÃO GARCIA/BLUMENAU (83820000) PARA O PERÍODO
COMPREENDIDO ENTRE 1929 E 2000 (continuação).**

Vazões Médias Mensais (m³/s)

SÉRIE HIDROLÓGICA GARCIA - BASE

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1954	3,73	3,68	5,11	7,46	4,88	3,98	4,34	2,48	2,76	9	3,29	1,92
1955	1,55	1,84	1,97	1,81	3,15	2,24	4,06	2,01	3,33	1,64	1,87	1,76
1956	3,23	3,9	2,31	2,07	3,62	2,27	1,89	1,7	3,52	4,8	3,39	3,78
1957	3,18	4,35	2,81	3,08	5,49	3,41	6,59	10,8	12,3	5,26	9,23	5,28
1958	4,82	3,75	6,27	3,96	2,65	3,2	2,34	2,29	4	4,13	3,7	4,48
1959	5,43	5,15	4,03	4,38	2,85	1,99	1,5	1,96	3,85	2,94	2,05	2,42
1960	5,57	9,23	7,68	3,01	2,3	1,84	1,5	4,12	2,3	2,4	5,94	4,15
1961	2,99	4,21	3,5	2,94	2,59	2,14	1,79	1,33	4,59	5,38	8,03	5,01
1962	3,5	3,88	4,13	1,96	1,87	1,59	2,09	1,36	2,4	2,49	2,69	2,67
1963	3,38	7,58	4,34	2,72	2	1,56	1,33	1,43	3,27	4,1	5,85	4,67
1964	2,96	3,08	3,42	2,74	3,6	2,57	2,49	2,66	2,63	3,76	2,22	3,27
1965	3,02	2,73	2,76	3,14	3,97	3,07	2,76	2,86	3,72	2,49	2,87	4,63
1966	4,01	6,88	4,52	4,76	2,4	3,12	2,19	2,41	2,6	4	3,66	4,33
1967	3,55	9,65	4,81	2,09	2,02	2,2	2,59	1,9	3,78	3,78	3,78	3,78

ANEXO 6: SÉRIE HISTÓRICA COMPLETA COM DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MENSIAIS PARA A ESTAÇÃO GARCIA/BLUMENAU (83820000) PARA O PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 1929 E 2000 (continuação).

Vazões Médias Mensais (m ³ /s)												
SÉRIE HIDROLÓGICA GARCIA - BASE												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1968	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
1969	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
1970	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
1971	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
1972	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
1973	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
1974	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
1975	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
1976	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
1977	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
1978	3,78	3,15	3,69	2,01	1,22	1,11	1,34	1,77	3,25	2,91	2,35	3,15
1979	2,4	1,56	1,61	1,74	3,81	2,84	2,28	1,46	2,69	4,59	4,84	6,11
1980	4,89	5,28	5,91	3,42	2,28	1,92	3,98	4,55	5,01	4,69	5,18	7,77
1981	7,06	6,16	4,42	3,89	2,59	1,61	1,78	1,37	1,24	3,1	4,5	6,43

ANEXO 6: SÉRIE HISTÓRICA COMPLETA COM DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MENSIAIS PARA A ESTAÇÃO GARCIA/BLUMENAU (83820000) PARA O PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 1929 E 2000 (continuação).

Vazões Médias Mensais (m³/s)

SÉRIE HIDROLÓGICA GARCIA - BASE

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1982	3,71	4,99	4,25	3,64	3,25	3,35	3,71	2,91	2,18	3,49	6,11	5,23
1983	6,48	8,38	7,67	4,69	10,29	8,04	0	7,19	6,7	5,4	4,35	6,21
1984	4,33	4,01	3,45	3,69	3,49	3,74	3,35	9,26	4,42	4,3	6,16	3,71
1985	2,39	3,13	3,32	4,47	2,86	1,96	1,61	1,41	1,62	1,84	3,52	1,37
1986	1,77	2,96	1,89	1,74	1	1,38	1,17	1,12	3,1	5,4	3,1	5,03
1987	6,4	10,24	4,33	3,25	3,93	4,89	3,18	3,49	3,28	3,52	2,64	1,95
1988	3,59	4,84	4,2	3,79	6,5	4,67	3,64	2,07	3,52	4,08	3,3	2,28
1989	6,53	8,14	5,08	4,86	4,72	2,96	3,78	2,28	4,35	3,03	2,66	2,54
1990	8,68	4,62	3,86	4,11	3,42	5,11	4,3	7,63	4,47	6,38	4,06	3,84
1991	3,64	3,3	2,96	1,97	1,91	2,01	1,57	2,86	1,74	4,5	3,49	2,98
1992	5,89	8,33	7,58	3,1	11	8,73	7,28	4,28	3,57	3,78	3,01	2,38
1993	4,15	5,99	5,74	4,06	3,89	3,32	3,45	2,64	5,13	3,78	3,52	3,06
1994	2,52	4,91	10,36	4,15	7,16	5,6	3,78	3,03	2,66	3,78	4,33	3,86
1995	14,52	12,22	5,08	3,37	1,97	2,04	3,78	2,33	4,84	3,4	3,64	3,49

ANEXO 6: SÉRIE HISTÓRICA COMPLETA COM DADOS FLUVIOMÉTRICOS DE VAZÕES MENSIAIS PARA A ESTAÇÃO GARCIA/BLUMENAU (83820000) PARA O PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 1929 E 2000 (continuação).

Vazões Médias Mensais (m³/s)												
SÉRIE HIDROLÓGICA GARCIA - BASE												
Ano	Jan	Fév	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2010	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
MÉDIA	4,31	5,02	4,34	3,52	3,48	3,07	2,93	3,21	3,57	4,31	3,97	3,64
Cinza	dados obtidos pela média da série hidrológica											
Vermelho	dados obtidos por transposição do Posto Atrozeira - 83675001											
Preto	dados do Posto Garcia - 83820000											