



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA AMBIENTAL



Mario Tachini

AVALIAÇÃO DE DANOS ASSOCIADOS ÀS INUNDAÇÕES NO
MUNICÍPIO DE BLUMENAU

Florianópolis

2010

Mario Tachini

**AVALIAÇÃO DE DANOS ASSOCIADOS ÀS INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE
BLUMENAU**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Masato Kobiyama

Florianópolis

2010

T117a Tachini, Mario

Avaliação de danos associados às inundações no município de Blumenau /
Mario Tachini; orientador: Masato Kobiyama. – Florianópolis, 2010.
xvii, 167 f.: il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2010.

Bibliografia: f. 142-148.

1. Inundações – Blumenau (SC). 2. Controle de inundações - Blumenau (SC).
I. Kobiyama, Masato. II. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Ambiental. III. Título.

CDD 627.4

Catálogo elaborado pela Biblioteca Universitária da FURB

Mario Tachini

AVALIAÇÃO DE DANOS ASSOCIADOS ÀS INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE BLUMENAU

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Ambiental.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.º Dr. Masato Kobiyama - Orientador
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC

Profª Drª Beate Frank
Universidade Regional de Blumenau – FURB

Prof.º Dr. Cristóvão Vicente Scapulatempo Fernandes
Universidade Federal do Paraná – UFPR

Prof.º Dr. Davide Franco - UFSC
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC

Prof.º Dr. Henrique de Melo Lisboa - UFSC
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC

Prof.º Dr. Sebastião Roberto Soares - UFSC
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC

Florianópolis, 18 de fevereiro de 2010.

Dedico aos meus pais Luiz e Anna Bonomini Tachini, vivos em minhas lembranças, pelo legado da honestidade, amor aos filhos, simplicidade e compromisso com as suas habilidades.

A minha esposa Salete Maria Pedrini, companheira de muitos sonhos, dedicada e amorosa à família, e aos nossos filhos, Luiz Antônio e Giulia, muitas bênçãos de Deus.

AGRADECIMENTOS

Ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

Ao professor orientador Masato Kobiyama pela sua dedicação e ensinamentos do caminho científico em conduzir-me aos resultados da presente tese.

À secretaria do programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental, na pessoa de Maurício Paiva, pela atenção recebida ao longo desses anos.

Aos professores da banca que gentilmente contribuíram para a melhoria da qualidade da tese.

À Universidade Regional de Blumenau (FURB) por demandar auxílio financeiro em horas de pesquisa.

Ao Centro de Ciências Tecnológicas da FURB, pelo espírito de companheirismo.

Aos colegas do Departamento de Engenharia Civil, pelo apoio recebido, de modo especial a Natacha Georg e ao professor Roberto Fasanaro.

Aos professores Dr^o Ademar Cordero, Dr.^o Adilson Pinheiro, Dr.^o Dirceu Severo, Dr.^o Hélio dos Santos Silva e Dr.^o Júlio Refosco pelas inúmeras discussões e contribuições enriquecedoras em hidrometeorologia.

Aos professores Dr.^o Cláudio Loesch e Dr.^o Geraldo Moretto pelas contribuições em estatística.

Ao professor Dr.^o Cláudio Loesch pela cessão e ensinamentos do software estatístico - LHStat.

Aos professores Dr^a Noêmia Bohn e Dr.^o Marcelo Diniz Vitorino, coordenadores do Instituto de Pesquisas Ambientais - IPA pelo apoio à pesquisa.

Aos professores Dr.^o Carlos Nunes e Msc. Marilda Angioni pelas contribuições em ciências sociais.

Aos profissionais do Instituto de Pesquisas Sociais (IPS – FURB), em especial ao Beto, Cynthia, Henriette e Leo pelas sugestões na montagem dos questionários.

Aos professores Nilton Speranzini, Bruno Franzmann, Sheila Klein e João Francisco Noll pelas inúmeras contribuições em construção civil.

Aos profissionais da Defesa Civil do município de Blumenau, Sérgio Burgonovo, Telmo Gonçalves Duarte, José Correa de Negredo, Altair Kistenmacker, Manfred Fritz Goebel, Jaci de Brito, José Carlos Leal e Márcio José Correa, pela facilitação do repasse de informações importantes em defesa civil.

A Diretoria de Cartografia, Cadastro Multifinalitário e Informações da Secretaria de Planejamento do Município de Blumenau, nas pessoas de Ana Paula Zanette, Esmeralda Gadotti e Patrício Farfan, pelo fornecimento das plantas digitais do Município de Blumenau.

Ao técnico Ruy Lucas, que pacientemente produziu em meio digital as manchas de inundação e na elaboração de muitas das figuras da presente tese.

À Fundação Fritz Müller, Universidade Regional de Blumenau e à Comissão Municipal de Defesa Civil pelo aporte de recursos financeiros para a aplicação dos questionários.

Aos pesquisadores Fernando, Roberto, Pedro e outros que continuamente somam esforços com o professor Masato, pelas colaborações e hospitalidades.

À equipe de trabalho de entrevistadores composta pelos acadêmicos Caroline, Débora, Karoline, Juliana, Victor e Roberta, e os profissionais Iria, Laires, Marcelo e Salete Maria.

Às pessoas que gentilmente participaram das entrevistas.

Ao Mário Cesar de Oliveira pelo seu profissionalismo e dedicação de muitos anos no Centro de Operação de Alerta da bacia hidrográfica do Rio Itajaí.

Ao Alessandro Netto, Marcos Momo e Carol Luz, pelo suporte em informática.

Aos irmãos Íria, Antenor, Josefina, João, Isabel, Inês, Maria de Lourdes e Maria Bernardete, cunhados, cunhadas e os muitos sobrinhos pelo apoio recebido, de modo especial ao João.

Aos familiares de Adilson (em memória) e Olga Pedrini e em seus nomes o agradecimento dos cunhados e cunhadas.

A Sra. Maria Porto pela paciência em resgatar material bibliográfico na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A bibliotecária Tânia Maria de Souza Ferreira que pacientemente revisou a tese.

As colegas, que por inúmeras vezes cuidaram dos filhos, Albanella, Bila, Laura, Margareth, Maria, Yvette e Tatiana.

À Goreti Mafra, Noêmia Bohn e Hélio dos Santos Silva pela inestimável ajuda na revisão do texto da tese.

Ao Senhor Bom Deus pelo dom da vida.

Muitíssimo obrigado.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE QUADROS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE SÍMBOLOS	xiii
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xvii
1.INTRODUÇÃO.....	1
1.1.Objetivos.....	3
1.2.Justificativa.....	3
1.3.Organização da Tese.....	5
2.ÁREA DE ESTUDO.....	6
2.1.Introdução.....	6
2.2.Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí	6
2.2.1.Desenvolvimento socioeconômico	8
2.2.2.Clima.....	8
2.2.3.Sistema de controle de cheias	12
2.2.3.1.Características das cheias	12
2.2.3.2.Medidas estruturais.....	13
2.2.3.3.Medidas não-estruturais.....	14
2.2.4.Resgate histórico das inundações	17
2.3.Aspectos Gerais do Município de Blumenau	23
2.3.1.Geologia.....	24
2.3.2.Demografia	26
2.3.3.Defesa Civil	27
2.3.4.Configuração urbana.....	29
3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	33
3.1.Percepção dos Riscos Associados às Inundações.....	33
3.2.Enchentes e Inundações.....	37
3.3.Avaliação de Danos	39
3.3.1.Tipos de danos associados às inundações	42

3.3.1.1.Métodos de avaliação de danos tangíveis.....	44
3.3.1.2.Avaliação de danos intangíveis	54
3.4.Estimativa do Período de Retorno e os Riscos Associados às Inundações	55
4.MATERIAIS E MÉTODOS.....	58
4.1.Materiais	58
4.1.1.Dados hidrológicos	58
4.1.2.Manchas de inundações	59
4.2.Métodos	59
4.2.1.A hidrologia da área de estudo	59
4.2.2.Estimativa do período de retorno.....	60
4.2.3.Elaboração do plano amostral.....	61
4.2.4.Elaboração e aplicação dos questionários	62
4.2.5.Determinação das manchas de inundações.....	66
4.2.6.Avaliação dos danos	66
4.2.6.1.Análise estatística dos danos.	67
4.2.6.2.Determinação econômica dos danos às edificações	67
4.2.6.3.Investigação qualitativa dos danos	74
5.RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	75
5.1.Introdução.....	75
5.2.Percepções e Reações Associadas às Inundações.....	75
5.2.1.Caracterização dos entrevistados.....	77
5.2.2.Experiências dos entrevistados quanto às inundações.....	81
5.2.2.1.Percepções.....	81
5.2.2.2.Reações.....	83
5.3.Resgate Hidrológico	95
5.3.1.Período de retorno	96
5.3.2.Determinação das manchas de inundação	97
5.4.Avaliação dos Danos	101
5.4.1.Categoria residencial	102
5.4.1.1.Abordagem estatística.....	102
5.4.1.2.Abordagem econômica dos danos	109
5.4.1.3.Análise comparativa entre o método estatístico e o econômico.....	111
5.4.2.Categoria comercial.....	112
6.MODELO DE AVALIAÇÃO DOS DANOS POR INUNDAÇÃO – MAVIN.....	122

6.1.Introdução	122
6.2.Calibração e Resultados da Aplicação do MAVIN	123
6.2.1.Danos residenciais associados às inundações graduais.....	123
6.2.2.Danos comerciais associados às inundações graduais.....	127
6.3.Danos em Inundações Bruscas	132
7.CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	138
7.1.Conclusões Gerais	138
7.2.Percepções e Reações	139
7.3.Avaliação Danos pelo Método Estatístico e Econômico.....	139
7.4.Modelo de Avaliação de Inundação - MAVIN	140
7.5.Recomendações	141
REFERÊNCIAS	142
APÊNDICE A – Ficha de Coleta de Dados - Categoria Residencial.....	149
APÊNDICE B - Ficha de Coleta de Dados - Categoria Comércio / Serviços.....	154
APÊNDICE C - Ficha de Coleta Informações Qualitativas	158
APÊNDICE D – Níveis, vazões, variável reduzida (y) e período de retorno para a série de dados de 1852 a 2008	162
APÊNDICE E – Nominata dos Entrevistados e as Datas das Entrevistas:	166
ANEXO A - Características do LHStat	167

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Localização das principais sub-bacias do rio Itajaí, principais divisores d'água e as barragens de contenção	7
Figura 2.2 - Regiões homogêneas quanto ao comportamento da precipitação no Vale do Itajaí.9	
Figura 2.3 - Precipitação média de verão (mm).	10
Figura 2.4 - Precipitação média de outono (mm).	10
Figura 2.5 - Precipitação média de Inverno (mm).....	11
Figura 2.6 - Precipitação média de primavera (mm).....	11
Figura 2.7 - Registro da inundação de 1911, Rua XV de Novembro, nº 789.....	21
Figura 2.8 - Perfil hidráulico das inundações de 1911 e 1983, Rua XV de Novembro, nº 789	21
Figura 2.9 - Situação do Município de Blumenau e a hidrografia principal	24
Figura 2.10 - O Município de Blumenau e a distribuição dos bairros.....	30
Figuras 3.1 - Curvas para determinação dos danos de inundação.....	47
Figura 4.1. Fluxograma do método para aplicação das entrevistas	63
Figura 5.1 - Resgate da memória das pessoas com relação aos danos em 1983	83
Figura 5.2 - Principais ações dos moradores na inundação de 1983	85
Figura 5.3 - Níveis superiores a 8,50 m observados no período de 1852 a 1938 e máximos anuais entre 1939 e 2008, em Blumenau	95
Figura 5.4 – Extrato parcial do traçado das manchas de inundação para	97
os níveis de 10,00, 12,00, 15,46 e 17,00 metros em Blumenau	97
Figura 5.5 – Mancha de inundação para o nível de inundação de 10,00 m.....	98
Figura 5.6 – Mancha de inundação para o nível de inundação de 12,00 m.....	99
Figura 5.7 – Mancha de inundação para o nível de inundação de 15,46 m.....	100
Figura 5.8 – Mancha de inundação para o nível de inundação de 17,00 m.....	101
Figura 5.9 - Classificação hierárquica da categoria residencial	104
Figura 5.10 - Danos residenciais totais, correlacionados aos níveis de submersão.....	108
Figura 5.11 - Danos residenciais totais, obtidos pelo método econômico, correlacionado aos níveis de submersão.....	110
Figura 5.12 – Classificação hierárquica da categoria comercial	113
Figura 5.13 - Dias de paralisação do comércio relacionados aos níveis de submersão	116
Figura 5.14 - Lucro cessante do comércio relacionado aos níveis de submersão	118
Figura 5.15 - Danos comerciais relacionados aos níveis de submersão	120

Figura 6.1 - Fluxograma do modelo de avaliação de danos por inundação graduais e bruscas – MAVIN.....	122
Figura 6.2 – Bilog10 dos danos residenciais observados com os calculados para inundações graduais.....	126
Figura 6.3 – Bilog10 dos danos comerciais observados com os calculados para inundações graduais.....	131
Figura 6.4 – Bilog10 dos danos observados com os calculados para inundações bruscas.....	135

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Características técnicas do sistema de barragens de contenção de cheias do Vale do Itajaí.....	14
Quadro 2.2 - Plano de contingências da Defesa Civil para situação de inundação.....	28
Quadro 3.1 - Tipologia de danos decorrentes de inundações em áreas urbanas	43
Quadro 3.2 - Roteiro de ações para avaliação de perdas	44
Quadro 4.1 - Características dos questionários	65
Quadro 4.2 – Características dos projetos-padrão de residência unifamiliar.	68
Quadro 4.3 – Conteúdo de uma residência padrão B1 ou B2.....	71
Quadro 6.1 - Totais precipitados em 7 dias e os danos observados em Blumenau.....	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Cotas de referência do rio, em relação ao nível do mar, para diversos períodos de retorno a municípios da bacia do Itajaí.....	16
Tabela 2.2 - Períodos de retorno dos níveis em Blumenau	16
Tabela 2.3 - Registros de níveis máximos em municípios localizados na bacia do rio Itajaí-Açu no período de 1851 a 1935.....	19
Tabela 2.4 - Picos de inundações acima de 8,5 m registrados em Blumenau/SC entre os anos de 1852 a 2008.....	22
Tabela 2.5 - Evolução populacional de Blumenau entre os anos de 1960 e 2000.....	26
Tabela 2.6 - Evolução do crescimento populacional de Blumenau (%) entre períodos de 1960 a 2000	26
Tabela 2.7 - Evolução e representatividade da população urbana e rural em Blumenau, no período de 1960 e 1996	27
Tabela 2.8 - Cadastro do número de edificações das áreas de risco em Blumenau para faixas de níveis, referência enchente de 1992.....	31
Tabela 2.9 - Frequência das edificações por faixas de inundação.....	32
Tabela 3.1 - Efeitos das inundações de julho de 1983 e agosto de 1984 no Estado de Santa Catarina.....	41
Tabela 3.2 - Porcentagens de dano em função da profundidade de inundação e do uso de solo.....	48
Tabela 3.3 - Sistema de pontos para bens de consumo duráveis e número de empregados, segundo o “Critério Brasil”	50
Tabela 3.4 - Pontos para o grau de instrução do chefe de família.....	50
Tabela 3.5 - Classificação de classes econômicas.....	51
Tabela 3.6 - Classes econômicas em função do nível de renda familiar média	51
Tabelas 3.7 - Danos por metro quadrado, categoria habitacional – Classe A, no Município de Itajubá/MG	52
Tabela 3.8 - Danos por metro quadrado, categoria habitacional – Classe B, no Município de Itajubá/MG	52
Tabela 3.9 - Danos por metro quadrado, categoria comércio, no Município de Itajubá/MG....	53
Tabela 3.10 - Danos por metro quadrado, categoria serviço, no Município de Itajubá/MG.....	53
Tabela 3.11 - Danos por metro quadrado, categoria indústria, no Município de Itajubá/MG ..	53
Tabela 4.1 – Descrição dos postos fluviométricos	58

Tabela 4.2 - Porcentagem de dano na edificação em função do nível de submersão da água e classe econômica (PED)	69
Tabela 4.3 - Fator multiplicador dos conteúdos do imóvel padrão	72
Tabela 4.4 - Tempo de limpeza em função do nível de submersão.....	73
Tabela 5.1 - Escolaridade dos entrevistados.....	77
Tabela 5.2 - Características de posse das moradias.....	78
Tabela 5.3 - Tipologia das construções referente ao material da moradia	78
Tabela 5.4 - Tipologia das construções referente ao número de pisos	79
Tabela 5.5 - Frequência de residências por faixas de inundação	79
Tabela 5.6 - Frequência de residências por faixas de inundação e tipo de construção	80
Tabela 5.7 - Estatísticas da variável “idade do imóvel” no momento da pesquisa (2008).....	80
Tabela 5.8 - Frequências para a variável desvalorização do imóvel	82
Tabelas 5.9 - Estatísticas da variável “desvalorização do imóvel”	82
Tabela 5.10 - Teste de aderência da variável “desvalorização do imóvel”	83
Tabela 5.11 - Frequência para a variável “pagaria seguro”.....	91
Tabela 5.12 - Frequência de pessoas que tomam medicamentos na ocasião das inundações ...	91
Tabela 5.13 - Vazões e níveis para diversos períodos de retorno.....	96
Tabela 5.14 - Frequências dos padrões construtivos	102
Tabela 5.15 - Análise estatística da renda familiar média segundo os padrões construtivos..	102
Tabela 5.16 - Estatística descritiva dos danos de 1983, 1984, 1992 e 2001.....	103
Tabela 5.17 - Análise estatística dos danos, área construída dos imóveis e níveis de inundação dos imóveis: (a) 1983, (b) 1984, (c) 1992, e (d) 2001	106
Tabela 5.18 - Danos residenciais por área construída correlacionados por níveis de inundação e submersão	108
Tabela 5.19 - Quantitativo de residências e frequências para os níveis 10,00, 12,00, 15,46 e 17m	109
Tabela 5.20 - Danos residenciais pelo método econômico	110
Tabela 5.21 - Valores comparativos dos danos residenciais a partir das abordagens estatística e a econômica	111
Tabela 5.22 – Análise estatística relativo ao lucro cessante.....	115
Tabela 5.23 - Estatística dos dias parados para as faixas de inundação no comércio	115
Tabela 5.24 – Dados estatísticos sobre o número de funcionários.....	116
Tabela 5.25 - Teste comparativo da média relativo.....	117
Tabela 5.26 - Teste de aderência da normalidade	117

Tabela 5.27 - Análise estatística relativo aos danos comerciais.....	119
Tabela 6.1 - Valores calibrados do parâmetro K_r associados a níveis de submersão para o Município de Blumenau	124
Tabela 6.2 - Valores adotados dos parâmetros associados.....	125
Tabela 6.3 - Danos residenciais relacionados a níveis de inundações.....	125
Tabela 6.4 - Cenários dos danos residenciais	126
Tabela 6.5 – Danos residenciais calculados pelo modelo MAVIN para inundações graduais	127
Tabela 6.6 - Valores calibrados do parâmetro K_c associados aos níveis de submersão.....	129
Tabela 6.7 - Danos comerciais relacionados a níveis de inundações	129
Tabela 6.8 - Cenários dos danos comerciais.....	130
Tabela 6.9 – Danos comerciais calculados pelo modelo MAVIN para inundações graduais .	132
Tabela 6.10 - Danos observados e calculados, e LOG10 dos danos (obs e calc) em Blumenau	134
Tabela 6.11 – Danos calculados pelo modelo Mavin.....	136

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolos romanos minúsculos

a	Parâmetro na equação (4.4)	(m ³ /s)
d	Depreciação do imóvel	(%)
e	Função exponencial	(-)
n	Índice notacional que indica o número de dados	(anos)
p	Porcentagem do dano em função da profundidade de inundação	(%)
p	Probabilidade	(%)
p_{ij}	Porcentagem do dano no segmento i, j	(%)
y_i	Variável reduzida no ano i na equação (4.1 e 4.2)	(-)
x	Relação entre o valor total da propriedade e a área inundada	(%)

Símbolos romanos maiúsculos

A_1	Classe socioeconômica padrão, Quadro (4.2)	(-)
A_2	Classe socioeconômica padrão, Quadro (4.2)	(-)
A_c	Área construída	(m ²)
A_i	Área construída do estabelecimento	(m ²)
A_{ij}	Parcela da área inundada no segmento i, j	(m ²)
A_{ip}	Área do imóvel padrão B_1	(m ²)
B_1	Classe socioeconômica padrão, Quadro (4.2)	(-)
B_2	Classe socioeconômica padrão, Quadro (4.2)	(-)
C_1	Classe socioeconômica padrão, Quadro (4.2)	(-)
C_2	Classe socioeconômica padrão, Quadro (4.2)	(-)
C_{ip}	Custo do conteúdo do imóvel padrão	(R\$)
D	Dano na equação (3.1)	(R\$)
D	Classe socioeconômica padrão, Quadro (4.2)	(-)
D_c	Dano comercial nas equações (5.6, 5.7, 6.5 e 6.7)	(R\$)
D_{lb}	Dano global associado à inundação brusca na equação (6.10)	(R\$)
D_{IB}	Dano global associado à inundação brusca na equação (6.12)	(R\$)
DLR	Dano relativo à limpeza da residência na equação (4.9)	(R\$)

<i>DMC</i>	Dano residencial pelo modelo MAVIN na equação (6.9)	(R\$)
<i>DMR</i>	Dano residencial pelo modelo MAVIN na equação (6.4)	(R\$)
<i>D_p</i>	Número de dias paralisados no estabelecimento	(-)
<i>D_R</i>	Dano residencial método estatístico (5.2)	(R\$)
<i>D_{re}</i>	Dano residencial método econômico (5.3)	(R\$)
<i>DRC</i>	Dano relativo ao conteúdo das edificações na equação (4.8)	(R\$)
<i>D_R</i>	Dano residencial na equação (6.1 e 6.2)	(R\$)
<i>E</i>	Classe socioeconômica padrão, Quadro (4.2)	(-)
<i>ES</i>	Encargos sociais	(-)
<i>FM</i>	Fator de multiplicação, (Tabela 4.3)	(-)
<i>H</i>	Nível de inundação	(m)
<i>HM</i>	Total de horas trabalhadas no mês	(-)
<i>IC</i>	Intervalo de Confiança	(%)
<i>K_c</i>	Coeficiente na categoria comercial, (Tabela 6.6)	(-)
<i>K_r</i>	Coeficiente na categoria residencial, (Tabela 6.1)	(-)
<i>L_c</i>	Lucro cessante na equação (5.6)	(R\$)
<i>N_i</i>	Nível de inundação	(m)
<i>NP</i>	Número de moradores adultos por residência	(-)
<i>N_s</i>	Nível de submersão	(m)
<i>P_i</i>	Probabilidade na equação (4.1)	(%)
<i>Q</i>	Vazão na equação (4.5, 4.6 e 5.1)	(m ³ /s)
<i>Q_{pt}</i>	Quantidade de pessoas que trabalham no estabelecimento	(-)
<i>R</i>	Risco na equação (3.3)	(%)
<i>R</i>	Coeficiente de Correlação	(-)
<i>RI-A</i>	Código Projeto Padrão Residencial Alto, Quadro (4.2)	(-)
<i>RI-B</i>	Código Projeto Padrão Residencial Baixo, Quadro (4.2)	(-)
<i>RI-N</i>	Código Projeto Padrão Residencial Normal, Quadro (4.2)	(-)
<i>R²</i>	Coeficiente de determinação	(-)
<i>RF</i>	Renda média mensal familiar	(R\$)
<i>RPIQ</i>	Código Projeto Padrão Residencial Popular, Quadro (4.2)	(-)
<i>S_n</i>	Desvio padrão da variável reduzida	(-)
<i>S_x</i>	Desvio padrão da variável reduzida, (Vilella, 1975)	(-)
<i>T</i>	Tempo de retorno ou de recorrência na equação (3.2)	(ano)

TL	Tempo de limpeza, (Tabela 4.4)	(-)
X_f	Variável estatística na equação (4.2 e 4.3)	(m ³ /s)
X_i	Valor da variável aleatória, (vazão máxima no ano i)	(m ³ /s)
\bar{X}	Média da variável X, (vazões máximas) (4.3)	(m ³ /s)

RESUMO

As inundações situam-se entre os principais tipos de fenômenos associados aos danos socioeconômicos e ambientais. No município de Blumenau, ocorreram 69 inundações com níveis superiores a 8,5 m (nível limite de início de inundação), entre os anos de 1852 e 2008. A intensificação dos reflexos dessas inundações é acompanhada pelo processo de desenvolvimento socioeconômico da região, refletido principalmente pelas características do solo e de utilização dos recursos naturais. Apesar dos investimentos públicos em obras de contenção e dos avanços em sistemas de monitoramento hidrometeorológico e alerta, os danos são recorrentes. Isso mostra a vulnerabilidade do município frente às inundações e ao mesmo tempo, as habilidades dos atingidos de conviverem com os riscos. Este estudo busca, nesse sentido, identificar as formas de percepções e reações que os moradores e comerciantes da área urbana utilizam na minimização dos danos, além das atuações dos órgãos públicos de defesa civil. A análise dos danos está relacionada aos eventos históricos de 1983, 1984, 1992 e 2001. Inicialmente são desenvolvidas duas abordagens de avaliação. A primeira abordagem é uma análise estatística, resultante da aplicação de 387 entrevistas a moradores e comerciantes nas áreas inundáveis, e a segunda abordagem é uma avaliação econômica dos danos. Os resultados das duas abordagens foram utilizados para o desenvolvimento de um modelo de avaliação de danos tangíveis associados às inundações graduais e bruscas no Município de Blumenau, denominado MAVIN. Os resultados calculados pelo modelo foram considerados bons, apesar de apresentarem diferenças significativas para eventos hidrometeorológicos extremos, como é o caso da catástrofe de novembro de 2008. Há que se considerar que cada evento apresenta peculiaridades espaciais e temporais que sempre irão dificultar a melhor performance do MAVIN. A principal conclusão é de que a padronização de um modelo de avaliação dos danos aponta para uma maior segurança na determinação de políticas públicas de prevenção e minimização dos danos.

Palavras-chave: Inundação. Percepção. Reação. Avaliação de Danos. MAVIN.

ABSTRACT

Floods are among the main types of phenomena associated with socioeconomic and environmental damage. In the town of Blumenau country, 69 floods occurred with levels exceeding 8.5 m (maximum level of initiation of flooding), between the years of 1852 and 2008. The increasing reflection of these floods is accompanied by the socioeconomic development process of the region, reflected mainly in the characteristics of the land and the use of natural resources. In spite of public investment in containment and the advancements in hydro-meteorological monitoring alert systems, the damage have been recurring. This shows the vulnerability of the city against floods and at the same time, the skills of those affected to live with the risks. This study seeks, in effect, to identify the types of perceptions and attitudes that residents and businessmen in the urban area use to minimize the damages, in addition to the performances of public institutions of civil defense. The analysis of the damage is related to the historical events of 1983, 1984, 1992 and 2001. Initially two approaches for evaluation are developed. The first approach is a statistical analysis, resulting from the application of 387 interviews with residents and businessmen in the flood areas, and the second approach is an economic assessment of damage. The results of the two approaches were used to develop a model called MAVIN for tangible damage assessment associated with floods and flashfloods in the town of Blumenau. The results calculated by the model were considered good, although they differ significantly for extreme hydrometeorological events, such as the one of November 2008. One must consider that each event presents spatial and temporal peculiarities that will always hinder the best performance of MAVIN. The main conclusion is that the standardization of a model of assessing damage points out to greater certainty in determining public policies to prevention and minimize damage.

Keywords: Flood. Perception. Reaction. Damage Assessment. MAVIN.

1. INTRODUÇÃO

As enchentes e as inundações situam-se entre os principais tipos de desastres naturais, comumente deflagrados por chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas e de longa duração, degelo nas montanhas ou ainda por outros fenômenos meteorológicos, como furacões e trombas d'água.

Invariavelmente, a ocorrência de enchentes e inundações se dá ao longo de todas as regiões da Terra, sendo potencializados pelas alterações ambientais e intervenções antrópicas nas áreas urbanas e rurais. O crescimento urbano, quando ocorre em áreas de alto risco de inundação, normalmente ocupado por populações de menor poder aquisitivo, tem contribuído imensamente com danos humanos, materiais e ambientais. Os dados registrados pelo *Emergency Disasters Data Base* (EM-DAT, 2007) indicam que no Brasil, no período de 1957 a janeiro de 2007, dentre os desastres naturais, as inundações são os que ocorreram com maior frequência e provocaram maior número de perdas humanas.

Neste trabalho, a caracterização dos eventos segue os pressupostos de Brasil (2008), que indica a inundação como um fenômeno de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais, depois que a enchente atinge o nível máximo da calha principal do rio. Já o termo enchente ou cheia é utilizado para caracterizar a variação temporária dos níveis das águas e das respectivas vazões em um canal de drenagem.

As primeiras iniciativas no campo de avaliações de danos gerados por inundações foram desenvolvidas por Gilbert White e um grupo de estudos da Universidade de Chicago (USA), iniciadas no ano de 1956. Esse grupo se concentrou em avaliar os aspectos físicos dos danos produzidos por inundações e em análises das estratégias de ajustamento ao problema. Esses pesquisadores indicaram que as medidas estruturais não diminuíam os danos (TUCCI, 2000).

A sistematização dos estudos de avaliação dos danos em vários países da Europa, remontam à década de 1970, com trabalhos pioneiros de Penning-Rowsell e Chatterton (1977), apud Machado et al. (2005), com destaque na Inglaterra.

No Brasil, alguns dos estudos que discutem a avaliação dos danos tangíveis, são apresentados por Salgado (1995), Lima (2003), Machado et al. (2005), Cançado et al. (2007), Pinto et al. (2007) e Nagem (2008), ambos embasados em Penning-Rowsell; Chatterton (1977). Em Goerl; Kobiyama (2007) e, Graciosa e Mendiondo (2007), são destacadas as conseqüências e a importância da determinação dos danos à sociedade.

Em Santa Catarina, Marcelino et al. (2006a) analisaram a qualidade do banco de dados de desastres naturais do Departamento Estadual de Defesa Civil de Santa Catarina (DEDC-SC), concluindo que as inundações representam 61% do total de registros. Por sua vez, Hermann (2007) demonstrou que os desastres naturais com origem nas adversidades climáticas no Estado de Santa Catarina, entre os anos de 1980 a 2000, indicam que as inundações graduais são as mais frequentes, com 1215 eventos, correspondendo a 45,6% dos episódios registrados nesse período. Do mesmo modo, Marcelino et al. (2006b) realizaram um mapeamento de risco de desastres naturais no estado de Santa Catarina e mostraram que os eventos de inundação gradual representam 45% do total, seguido pela inundação brusca e vendaval com 19% e 17%, respectivamente. Os autores também procuraram identificar, por meio de um indicador, como o Índice de Risco, os municípios com maior frequência de desastres naturais. Os municípios que apresentaram os maiores índices de riscos, em escala decrescente, foram Florianópolis, Blumenau, São José dos Cedros, Joinville e Chapecó.

Nesse contexto, verifica-se que, ao longo do processo de ocupação do Vale do Itajaí, as cidades que se instalaram nas áreas mais próximas dos rios vêm sendo atingidas por inundações periódicas, desde o primeiro registro em 1852. Convivendo com as inundações, possivelmente condicionada por períodos prolongados sem inundações, a população ganhou confiança, permanecendo no local ou, pior ainda, aumentando a taxa de ocupação territorial.

Mas, a pesquisa revelou que no município de Blumenau, notadamente após os anos de 1983 e 1984, houve várias mudanças da iniciativa privada, seja dos moradores, comércio e indústrias, e dos órgãos públicos. Muitos dos atingidos que dispunham de recursos financeiros saíram de seus lotes para ocuparem áreas livres de inundações ou ainda, muitos empreenderam adaptações nas moradias e comércio, de modo que permaneceram no local. Da administração pública houve mudanças no Plano Diretor, permitindo a verticalização de edificações e liberação do comércio em áreas de risco de inundação. Ou seja, um olhar sobre as manchas de inundação ao longo desses anos permitem identificar novas formas de ocupação das áreas de inundação. Em determinados bairros, próximos ao centro urbano, onde antes havia residências, agora possui comércio e/ou prestadores de serviços. Desse modo, houve mudanças nas categorias dos danos, sem, no entanto, eliminá-los, pois a ocupação permanece.

1.1. Objetivos

O objetivo geral do trabalho é propor um método de avaliação quantitativo dos danos associados às inundações em áreas urbanas e aplicá-lo no município de Blumenau, no Estado de Santa Catarina.

Os objetivos específicos do trabalho são os seguintes:

- a) verificar o impacto percebido e as reações de moradores, comerciantes e técnicos que passaram por experiências de inundações.
- b) desenvolver questionários para as categorias residenciais, comércio/serviços.
- c) estimar os danos potenciais tangíveis decorrentes de eventos extremos para edificações habitacionais, comerciais e de serviços, a partir dos dados obtidos das entrevistas.
- d) Desenvolver um Modelo de Avaliação de Danos por Inundação (MAVIN) e aplicá-lo ao município de Blumenau.

1.2. Justificativa

Vários estudos na bacia hidrográfica do rio Itajaí são apresentados por Frank (2003), dentre outros, que sintetizam os resultados das pesquisas e do desenvolvimento de ações, ao longo de vinte anos, do Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA) da FURB. O conhecimento técnico-científico sobre essa bacia hidrográfica abrange estudos tradicionais como os de cunho hidrometeorológico e a materialização de discussões do gerenciamento das inundações, com a criação do Comitê da Bacia do Rio Itajaí e da Agência de Água.

No entanto, a abordagem de avaliação dos danos associados às inundações não chegou a ser aprofundada cientificamente, apesar do uso do Formulário de Avaliação dos Danos – AVADAN, proposto pela Secretaria Nacional de Defesa Civil. Esse formulário somente é utilizado após a ocorrência de uma inundação.

O conhecimento dos danos gerados por inundações possibilita a melhoria das ações dos órgãos públicos, seja no reordenamento do espaço urbano ou na minimização dos danos. De modo particular, este conhecimento prévio permite à Defesa Civil utilizar um instrumento detalhado e indicador dos danos categorizados por domicílios, comércio e serviços,

vinculados aos níveis de inundações, antes mesmo que novas inundações ocorram em áreas mais vulneráveis. Essencialmente, com a utilização do modelo de avaliação, privilegia-se a prevenção e a preparação, ou seja, antecipam-se as ações de avaliação, a redução de riscos e a minimização das perdas humanas e outros danos.

Com base nessas premissas, a pergunta básica da pesquisa é: Que método de quantificação e qualificação de danos gerados por inundações em áreas urbanas é possível adotar e como aplicá-lo ao município de Blumenau? Para responder a essa pergunta é importante antes salientar alguns aspectos motivacionais.

A motivação que levou ao desenvolvimento desse trabalho decorre da inquietação profissional por vários anos dedicados ao “Sistema de Previsão e Alerta de Cheias da Bacia do Rio Itajaí”. A escolha do município de Blumenau se deve: (i) pela sua importância socioeconômica no contexto estadual; (ii) ser o mais populoso no Vale do Itajaí; (iii) dispor de um banco de dados hidrometeorológicos desde 1852; (iv) o município, ao longo de seu desenvolvimento, experimentou grandes danos associados a eventos hidrológicos, (iv) dispor de uma Defesa Civil bem estruturada e atuante e (v) servir de apoio para o desenvolvimento do modelo de avaliação a outros municípios.

Tendo em vista a existência dos danos materiais e humanos presentes em inúmeros eventos hidrológicos, porém, quantificados de modo empírico, surgem as seguintes questões que a pesquisa procura responder: (i) Qual é o impacto percebido pelas pessoas em situações de inundações e suas reações? (ii) Como se podem avaliar os danos associados às inundações no município de Blumenau?

Para responder a essas questões, duas formas complementares de análise iniciais são adotadas, sendo de relevância teórica e de relevância prática.

Sob o ponto de vista teórico, a avaliação dos danos de inundação é uma atividade complexa, envolvendo diferentes fatores ambientais, físicos, sociais e econômicos, que restringem a sua aplicação e a precisão na sua estimativa, mas de fundamental importância para difusão do conhecimento científico. Essa base científica pode servir a outros estudos.

Sob o ponto de vista prático, a aplicação da pesquisa em Blumenau é justificada pelo seu caráter histórico e pela importância do município no contexto de estudo de inundações. As inundações ocorridas, principalmente aquelas de maior impacto, em passado mais recente (década de 80), impulsionaram a adoção de várias medidas de prevenção e controle, decorrentes das experiências da população e do sistema de defesa civil, bem como a formação de bases de dados importantes ao desenvolvimento da região. Este trabalho se utiliza de todo

esse acervo. Contudo, as inundações são recorrentes e suas conseqüências ainda se fazem presentes face às ocupações em áreas inundáveis.

No transcorrer do desenvolvimento desta pesquisa ocorreram as trágicas inundações e escorregamentos durante o mês de novembro de 2008 em Santa Catarina, atingido 63 municípios, destacando Blumenau, Brusque, Florianópolis, Gaspar, Ilhota, Itajaí, Luis Alves e Pomerode, mostrando a vulnerabilidade da região e a importância científica deste trabalho.

1.3. Organização da Tese

O trabalho está estruturado em sete capítulos. No presente capítulo é apresentada a introdução ao tema, os objetivos do trabalho e a justificativa. O capítulo 2 apresenta uma caracterização da área de estudo. No capítulo 3 encontra-se uma revisão bibliográfica sobre a temática “avaliação dos danos”. No capítulo 4 discutem-se os materiais e métodos utilizados na pesquisa. O capítulo 5 apresenta uma análise e discussão dos objetivos específicos “a” e “c”. O objetivo específico “b” é apresentado em Apêndice. Os objetivos gerais são apresentados no capítulo 6, identificados pelo método MAVIN. O capítulo 7 apresenta as conclusões e recomendações para o desenvolvimento de atividades futuras.

2. ÁREA DE ESTUDO

2.1. Introdução

O conhecimento da bacia hidrográfica, especialmente dos seus aspectos físicos é essencial e básico na hidrologia, pois permite resolver os problemas tradicionais da engenharia, que envolve a água e suas relações ambientais. Nesse capítulo são apresentados alguns aspectos relevantes da literatura sobre a hidrometeorologia, climatologia, geologia, economia e dos sistemas de controle de enchentes, da bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu. Isso auxilia a compreender onde se insere o presente conteúdo e quais as implicações nas avaliações dos danos.

2.2. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí

A bacia do rio Itajaí localiza-se na vertente atlântica do Estado de Santa Catarina, entre as coordenadas 26°27' e 27°53' de latitude Sul e 48°38' e 50°29' de longitude Oeste. É a maior bacia da vertente do litoral do Estado, totalizando uma área de 15.511 km², representando 16,15% do território catarinense (BRASIL, 1987). Ela é considerada uma bacia estadual, seu relevo é bastante recortado e acidentado, principalmente pela existência de altas serras nas nascentes sul, oeste e norte (entre 1000 a 1750 m) e planícies de pequenas extensões à leste, próximas ao Oceano Atlântico (**Figura 2.1**).

Os principais divisores de água que definem a área de contribuição da bacia do Itajaí são: ao Norte, a Serra da Moema e Jaraguá; ao Sul, a Serra dos Faxinais, a Serra do Itajaí e a Serra do Tijucas; a Oeste, a Serra Geral. Esse relevo foi o preponderante para a determinação de várias sub-bacias, como o rio Itajaí do Sul, o Itajaí do Oeste, o Itajaí-Açu, o Itajaí do Norte ou Hercílio, o Benedito, Luis Alves e o rio Itajaí-Mirim (**Figura 2.1**).

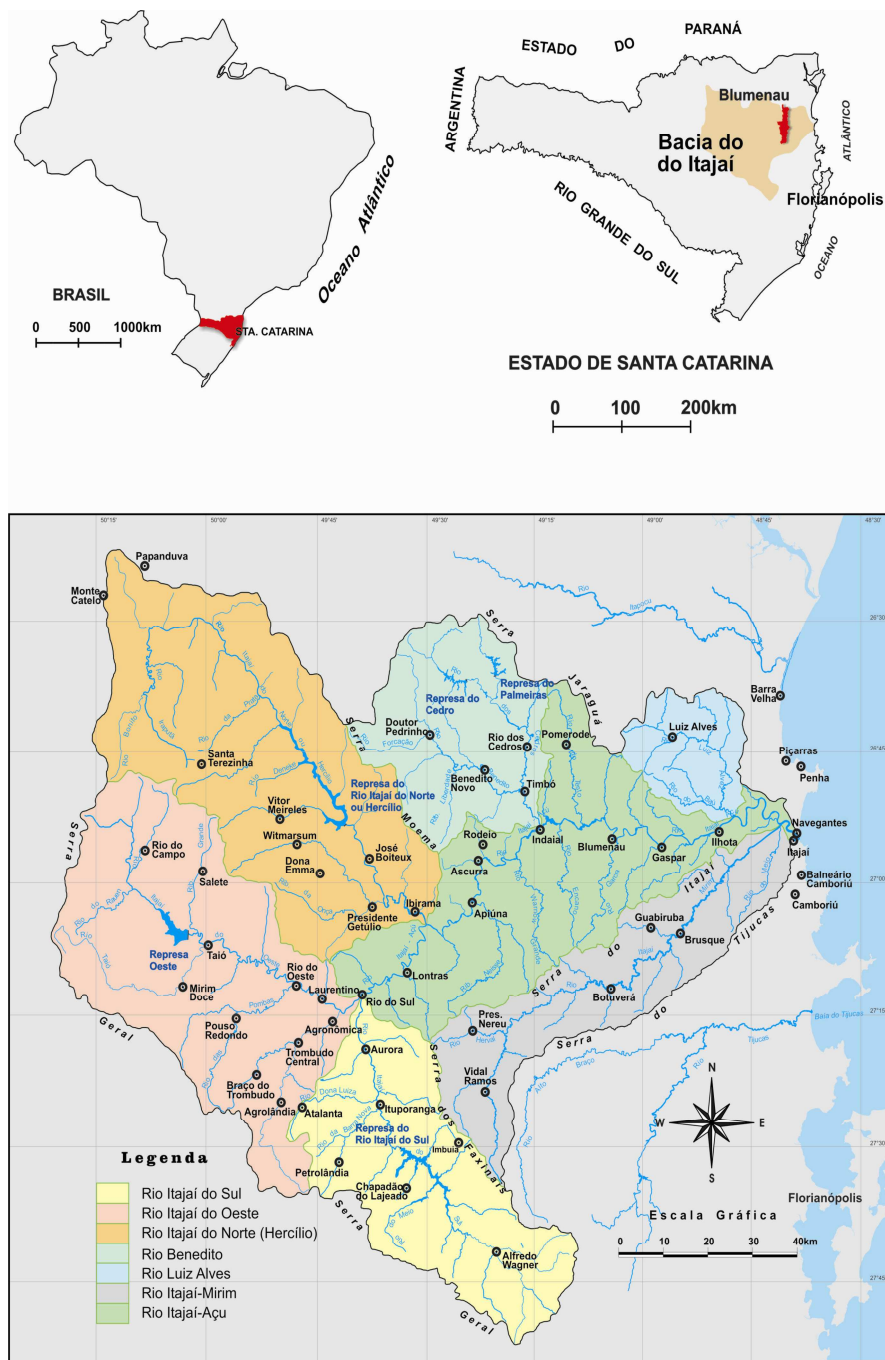


Figura 2.1 - Localização das principais sub-bacias do rio Itajaí, principais divisores d'água e as barragens de contenção

2.2.1. Desenvolvimento socioeconômico

O desenvolvimento econômico da região está relacionado à fundação da colônia de Blumenau, que desde a sua fundação em 1850, foi um centro irradiador para os novos municípios. Ao mesmo tempo em que a economia era de subsistência com a comercialização dos seus excedentes, surgia desde os primórdios da colonização uma industrialização pujante, com destaque para a têxtil. De modo que, no Vale estabeleceram-se três setores econômicos distintos e com grande diversidade, sendo a produção agropecuária e de exploração florestal, principalmente no Alto Vale; industrial no Médio Vale e de serviços, principalmente no Baixo Vale.

Nessa bacia, situam-se integralmente 47 municípios e parte de mais 11 municípios (Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí, 2006).

Verificam-se nessa bacia uma série de problemas socioeconômicos e ambientais, influenciados pelas migrações internas e externas, tanto da área rural, como aquelas provenientes de outras regiões ou ainda de outros estados. Dados do Censo IBGE de 2000 indicam que a população do Vale é da ordem de 1 milhão de pessoas e a renda per capita urbana é da ordem de 9 vezes superior à renda no espaço rural. Isso impulsiona os fluxos migratórios para os principais municípios do Vale: Blumenau, Brusque, Itajaí e Rio do Sul. Segundo Frank; Vibrans (2003) as conseqüências nessas cidades são as ocupações de áreas de risco, aumento do número de desempregados ou subempregados, com conseqüente aumento de bolsões de pobreza, submoradias e falta de saneamento.

2.2.2. Clima

A caracterização da climatologia da região permite descrever, entre outros parâmetros, o comportamento médio da chuva. Contudo, para uma análise mais detalhada desse comportamento deve-se, inicialmente, identificar as regiões homogêneas. Para isso, Severo (2007) utilizou o método de análise de agrupamentos, método estatístico exploratório, que permite agrupar as variáveis com comportamento semelhante. Nessa análise o autor utilizou séries temporais de precipitação de 41 postos pluviométricos da bacia hidrográfica e de seu

entorno, no período de 1978 a 2004. A análise de agrupamentos identificou cinco grupos homogêneos (1 a 5). A separação espacial entre esses grupos é mostrada na **Figura 2.2**.

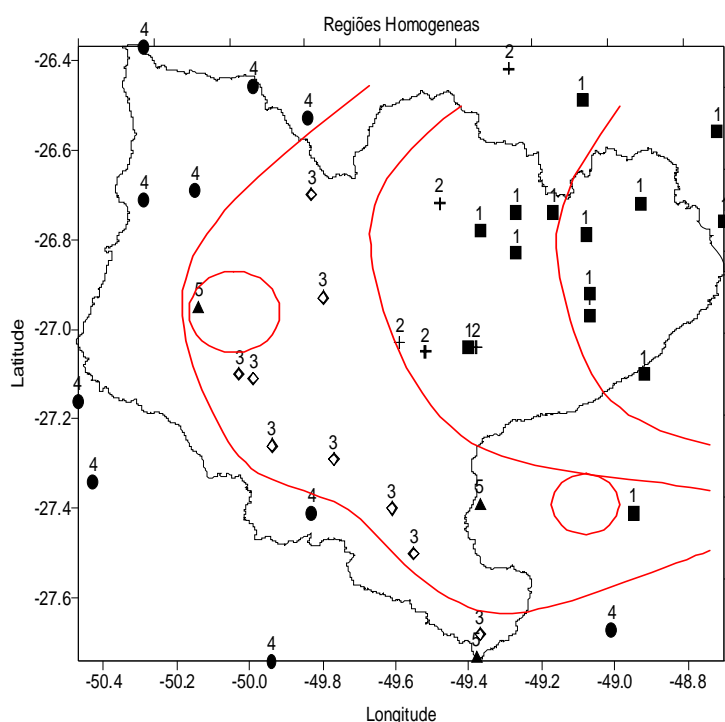


Figura 2.2 - Regiões homogêneas quanto ao comportamento da precipitação no Vale do Itajaí. **Fonte:** SEVERO (2007)

A característica principal desta figura é a orientação leste-oeste dos grupos, sugerindo que a precipitação sofre uma forte influência da proximidade com o oceano (maritimidade), provavelmente a partir do transporte de umidade via brisa marítima e de grande escala. No grupo 1 encontram-se as estações pluviométricas que se localizam na parte leste do Vale do Itajaí, mais próximos do litoral, entre o Baixo e Médio Vale. O grupo 2 inclui a região central e parte do norte. O grupo 3 contém as séries representativas do Alto Vale. No grupo 4 estão inseridos os postos pluviométricos localizados no extremo-oeste e contornos da bacia. No grupo 5 foram classificadas apenas 2 estações pluviométricas, uma delas no extremo sul, próximo ao município de Alfredo Wagner e a outra em Rio do Campo (SEVERO, 2007).

Parcialmente, o comportamento da precipitação, que a análise de agrupamentos identificou, pode ser visto nos campos médios, por exemplo, para cada estação anual (Figuras 2.3 a 2.6). Os valores de precipitação são expressos em milímetros, para os 3 meses de cada estação. Na estação de inverno (Figura 2.5), a distribuição das isolíneas sugere uma orientação no sentido sul-norte, indicando a importância dos sistemas de tempo que penetram

no Vale do Itajaí por esta direção, na sua maioria sistemas frontais vindos do sul do continente sul-americano.

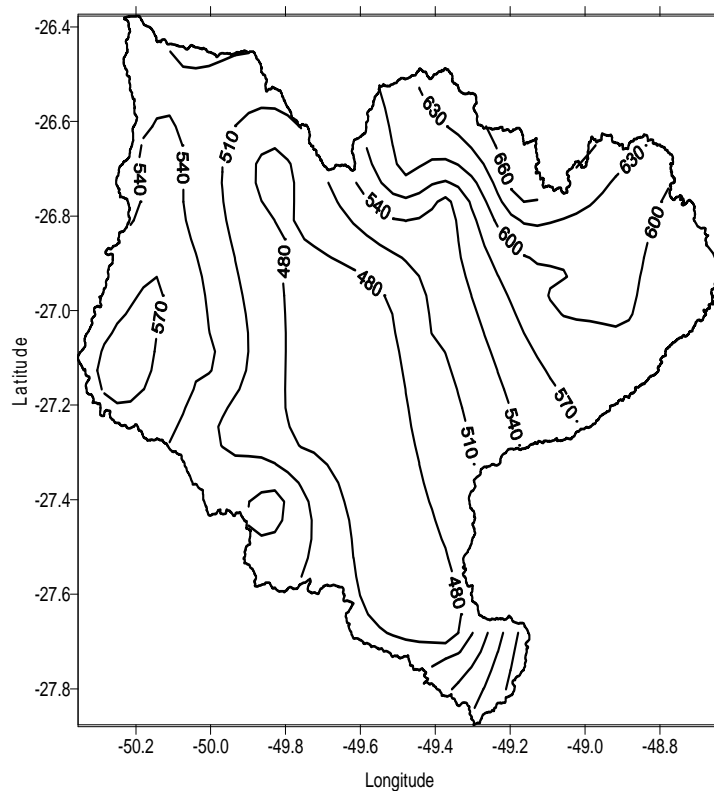


Figura 2.3 - Precipitação média de verão (mm). **Fonte:** SEVERO (2007)

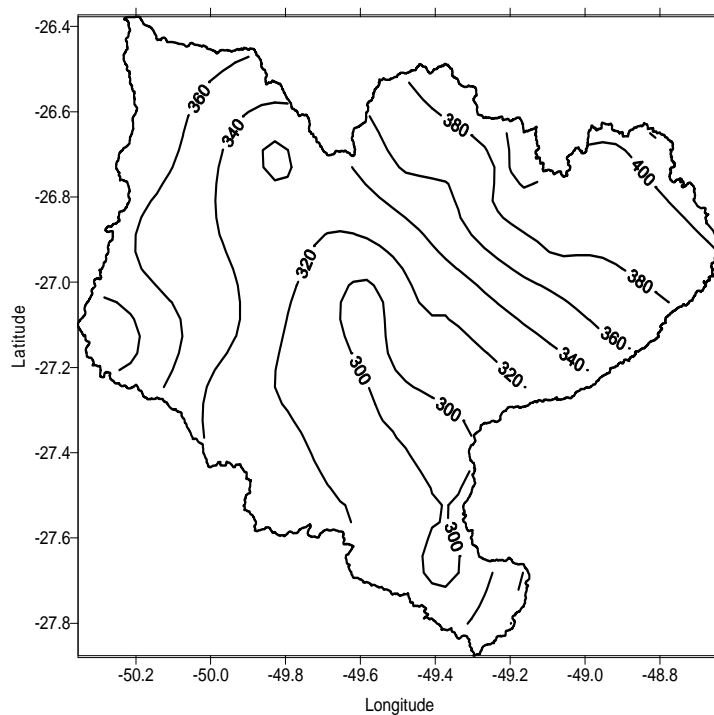


Figura 2.4 - Precipitação média de outono (mm). **Fonte:** SEVERO (2007)

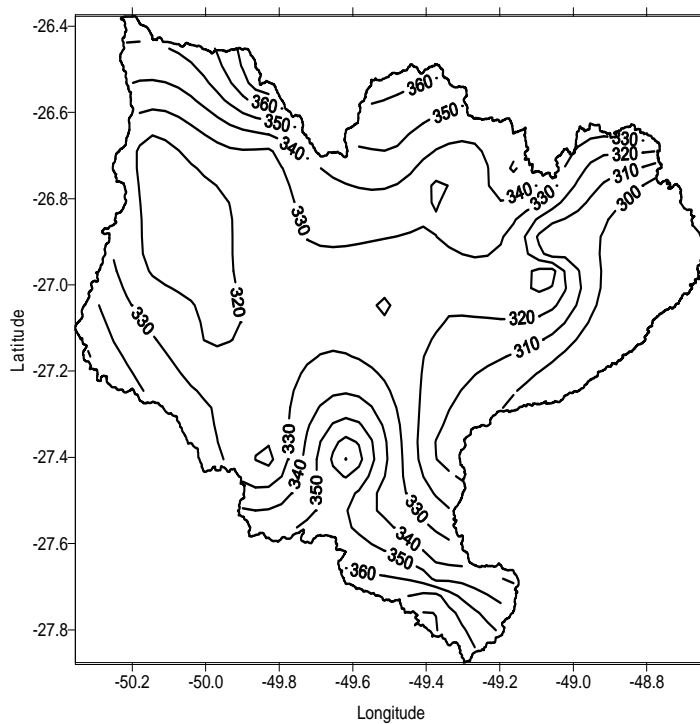


Figura 2.5 - Precipitação média de Inverno (mm). **Fonte:** SEVERO (2007)

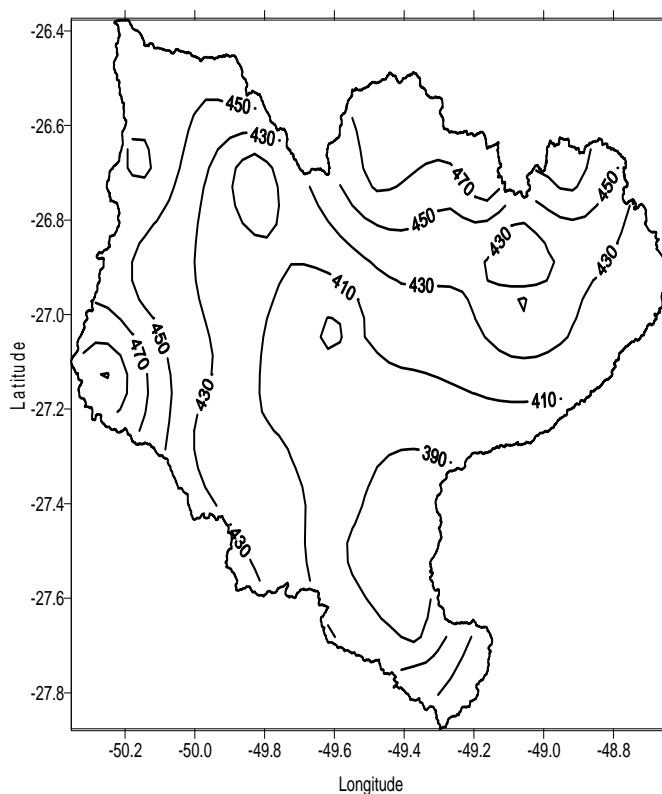


Figura 2.6 - Precipitação média de primavera (mm). **Fonte:** SEVERO (2007)

Assim, na bacia hidrográfica do rio Itajaí pode-se distinguir nitidamente uma variação quantitativa da chuva no decorrer do ano, com as seguintes características: (i) uma estação

chuvosa principal no verão, que abrange em geral três meses (janeiro a março); (ii) uma estação chuvosa secundária na primavera e (iii) um período de 5 meses, que é o menos chuvoso do ano, abril a agosto, ou seja, no outono/inverno. Desses meses, o mais seco é o mês de abril (SILVA; SEVERO, 2009).

Esse regime pluviométrico, como destaca Silva (2003), favorece a formação de enchentes no Vale do Itajaí, mas tem na sua quase totalidade, um quadro de chuva associado com frentes frias semi-estacionárias. O autor explica que, os mecanismos físicos que geram chuva e que normalmente se posicionam entre as massas de ar frio e de ar quente, deslocam-se lentamente, ou até estacionam sobre o Estado, com intensidade de chuva da ordem de 100 mm em 24 horas.

Severo (1994) afirma que a configuração de grande escala produz as condições necessárias para a formação de um ambiente favorável ao desenvolvimento das tempestades. Já diversas características de escala menor atuam principalmente no início do desenvolvimento das tempestades, como os efeitos do aquecimento diferencial e topografia.

Com relação à distribuição espacial do número de dias de chuva, as médias anuais variam de 120 e 180 dias de chuva por ano. Durante as estações chuvosas há, em média, 15 dias de chuvas ao mês. Por sua vez, a média das precipitações anuais em Blumenau situa-se em 1610 mm (SILVA; SEVERO, 2009).

2.2.3. Sistema de controle de cheias

2.2.3.1. Características das cheias

Freqüentemente, a bacia do rio Itajaí é atingida por sistemas de tempo que geram chuvas intensas. Associadas às várias situações, como as de ordem hidrometeorológicas e socioambientais, podem trazer danos ao patrimônio público e privado. Exemplo disso foi a inundação de julho de 1983, pois no Estado de Santa Catarina houve 151.069 desabrigados e danos da ordem de US\$ 1,1 bilhão (SANTA CATARINA, 1992). Esse evento, em Blumenau, manteve os níveis superiores a 8,50 m por um período superior a 20 dias.

Verifica-se que, ao longo desses eventos hidrológicos críticos, ocorreram mobilizações de vários setores da sociedade em busca de soluções técnicas, identificadas como as medidas estruturais e não-estruturais. Por sua vez, percebe-se que as comunidades normalmente atingidas esperam ansiosamente pela possibilidade de usufruir das soluções implantadas.

2.2.3.2. Medidas estruturais

Frank (2003) realiza um resgate importante da problemática das enchentes vivenciadas ao longo da colonização e do desenvolvimento da bacia hidrográfica do rio Itajaí até os dias atuais. Um dos marcos divisórios, no que tange às obras estruturais, foi a partir das quatro enchentes que ocorreram ao longo do ano de 1957. Houve maior sucesso na mobilização da sociedade, que culminou na criação de um Grupo de Trabalho instituído pelo Governo Federal, com o objetivo de avaliar e indicar medidas que pudessem corrigir os entraves do desenvolvimento econômico do vale do Itajaí, resultando num conjunto de obras hidráulicas de controle de cheias, como as barragens de contenção.

Dentre as obras propostas, a Barragem Oeste foi iniciada em 1964, a Barragem Sul, em 1966, e a retificação do Itajaí-Mirim, em 1963. Para serem concluídas, as obras levaram muito mais tempo do que foi inicialmente previsto. Várias inundações ocorridas neste período voltaram a mobilizar a opinião pública e a classe política em torno das obras. A Barragem Oeste foi concluída em 1973, com capacidade de $83 \times 10^6 \text{ m}^3$; e em 1975, a Barragem Sul, com capacidade de $93,5 \times 10^6 \text{ m}^3$. As obras da Barragem Norte iniciaram em 1976, ocorreram muitos obstáculos, mas foram concluídas, em 1992, graças a uma significativa mobilização popular. Essa terceira barragem tem capacidade de armazenamento de $357 \times 10^6 \text{ m}^3$. A Figura 2.1 também indica a posição geográfica das barragens de contenção.

No Quadro 2.1 se encontram as características técnicas do sistema de controle de cheias. Detalhe importante a ser ressaltado é que o conjunto das três barragens assegura um controle de 30% da área total da bacia.

	DISCRIMINAÇÃO	BARRAGEM SUL	BARRAGEM NORTE	BARRAGEM OESTE
HIS TÓ RI CO	Localização	Ituporanga	José Boiteux	Taió
	Bacia	Rio Itajaí	Rio Itajaí	Rio Itajaí
	Instalação (Rio)	Itajaí do Sul	Hercílio	Itajaí do Oeste
	Finalidade	Controle cheias	Controle cheias	Controle de cheias
	Início de Operação	Ano de 1976	Ano de 1992	Ano de 1973
CA RA CTE RÍS TI CAS	Área de contribuição (km ²)	1.273	2.318	1.042
	Altura barramento (m)	43,50	58,50	20,00
	Cota barramento (m)	410,00	309,00	364,50
	Cota do vertedor (m)	399,00	302,00	360,00
	Nível mínimo (m)	372,90	259,20	340,00
	Nível máximo (m)	408,00	304,25	363,00
	Tipo de barragem	Enrocamento	Enrocamento	Concreto estrutural
	Volume reservatório (m ³)	93.500.000,00	357.000.000,00	83.000.000,00
	Comprimento coroamento (m)	390,00	400,00m	422,00
	Área do Reservatório (m ²)	8.400.000,00	14.000.000,00	8.550.000,00
	Descarregadores	De fundo, em N° de 5, diâmetro de 1,5 m e controle hidrodinâmico.	Possui 2 túneis, controle hidromecânico das comportas de 2,6 x 2,6 m.	De fundo, em N° de 7, diâmetro de 1,5 m e controle hidrodinâmico.

Quadro 2.1 - Características técnicas do sistema de barragens de contenção de cheias do Vale do Itajaí. Fonte: SANTA CATARINA (2001).

2.2.3.3. Medidas não-estruturais

As medidas não-estruturais são formas de convivência com as enchentes (TUCCI, 2000). O BRASIL (1987) sugere duas linhas principais, ditas não - estruturais para minimizar os danos devido às enchentes: sistema de alerta e Defesa Civil, com a finalidade de previsão de cheias às localidades afetadas e o zoneamento de áreas inundáveis, com a finalidade de induzir um melhor direcionamento para ocupação do espaço urbano. Exemplos dessas

medidas são mencionados por Cordero et al. (1999): sistemas de alerta, sistemas de resposta, mapas de alagamento, seguros contra danos produzidos pelas enchentes e educação da população. O sistema de alerta de cheias e a ação da Defesa Civil no Vale do Itajaí é discutido por Tachini (2003).

O zoneamento de planície de inundação é recomendável, principalmente para os casos nos quais a planície se encontra nas fases iniciais do processo de desenvolvimento urbano. Isso não ocorreu na bacia do Itajaí, já que a ocupação urbana se deu ao longo de áreas ribeirinhas (SCHULT; PINHEIRO, 2003). Sob o ponto de vista hidrológico, o zoneamento de espaços inundáveis deve ser realizado a partir de estudos estatísticos das séries históricas das vazões máximas ocorridas no local de estudo, verificando a sua recorrência. Os mesmos autores apontam três utilidades do conhecimento do zoneamento: (i) serve de ação de planejamento aos Planos Diretores Municipais com a definição dos riscos de ocupação; (ii) permite orientar a tipologia mais adequada às construções, visando minimizar futuras perdas de materiais e humanas e (iii) permite orientar as ações de Defesa Civil.

Na bacia do Itajaí, o BRASIL (1987) desenvolveu um estudo denominado “Carta de Enchentes”¹ para os municípios de Apiúna, Blumenau, Brusque, Ibirama, Indaial, Rio do Sul, Taió, Timbó e Trombudo Central, para os níveis com períodos de retorno de 5, 25 e 100 anos (**Tabela 2.1**). Especificamente para Blumenau, o período de estudo foi de 1852 a 1984, ou seja, 133 anos.

¹ Carta de enchentes é um mapa que tem duas finalidades: (1) em épocas de enchentes permite estimar as áreas alagadas da cidade para diferentes níveis de inundação e subsidia a ação da Defesa Civil porque identifica as áreas a serem atingidas durante a ocorrência de eventos críticos; (2) em situações normais permite definir um melhor direcionamento para a ocupação do espaço urbano, diminuindo os danos com novas enchentes e subsidia a ação de planejamento, possibilitando avaliar o risco de inundação dos diferentes espaços urbanos (BRASIL, 1987).

Tabela 2.1 – Cotas de referência do rio, em relação ao nível do mar, para diversos períodos de retorno a municípios da bacia do Itajaí

Município	Cota (m)	5 (anos)	25 (anos)	100 (anos)
Apiúna	87,81	5,33	7,63	9,92
Blumenau	0,00	10,80	14,10 ⁽¹⁾	16,80
Brusque	21,20	5,30	7,60	9,90
Ibirama	150,66	4,50	5,84	6,90
Indaial	61,49	5,66	7,31	8,39
Rio do Sul	339,67	8,82	11,78	14,06
Taió	-	8,81	10,81	11,87
Timbó	73,16	6,47	7,67	8,38
Trombudo Central	350,04	6,95	8,90	10,10

Fonte: BRASIL (1987) Obs.:(1) T = 20 anos

De outro modo, Cordero; Medeiros (2003b) complementaram estudo estatístico das vazões máximas do rio Itajaí-açu em Blumenau, utilizando o mesmo método dos valores extremos ou de distribuição empírica – papel de distribuição de Gumbel. O período de análise foi de 1852 a 1998, no total 147 anos (**Tabela 2.2**).

Tabela 2.2 - Períodos de retorno dos níveis em Blumenau

T (anos)	2	5	10	25	50	100	150	200	500	1000
Níveis (m)	6,97	9,92	11,64	13,57	14,88	15,95	16,66	17,12	18,37	19,49
Vazão(m ³ /s)	1650	2800	3600	4600	5350	6000	6450	6750	7600	8400

Fonte: Cordero; Medeiros (2003b).

Outra atividade desenvolvida após a enchente de 1984 foram os resgates dos níveis de inundação de 879 pontos da cidade de Blumenau. Esse trabalho permitiu a elaboração de um mapeamento de áreas inundáveis do município, nas escalas 1:2.000 e 1:10.000 (PINHEIRO, 1987). Os pontos escolhidos correspondem aos cruzamentos de ruas, de modo a cobrir a área urbana (SCHULT; PINHEIRO, 2003). A partir da inundação de 1992, foi realizado um

trabalho de atualização das cotas-enchente² de cruzamentos das ruas centrais da área urbana, com o objetivo de poder informar e orientar melhor a população blumenauense situada em zonas sujeitas às inundações (CORDERO; BUTZKE, 1995).

2.2.4. Resgate histórico das inundações

Em trabalhos que se propuseram a resgatar a história das enchentes no Vale do rio Itajaí ou daqueles com interesse técnico-científico, verifica-se uma desconfiança em vários registros das magnitudes dos níveis máximos, principalmente daqueles anteriores à inundação de 1911. Nessa unidade, resgatam-se, de forma sucinta, algumas observações importantes desses trabalhos que se propuseram a analisar os eventos que antecederam ao ano de 1911.

A priori, suspeita-se que os primeiros registros somente eram realizados para níveis elevados e em diversos pontos do rio, sendo aprimorado ao longo dos anos com o uso régua linimétrica. Os registros sistemáticos dos níveis do rio em Blumenau, ao longo dos anos, mudaram de local, provavelmente por conveniências do setor econômico e, também, por critério técnico. Chegaram a ser implantados até os dias de hoje quatro postos fluviométricos. Um deles está instalado junto à Usina Hidroelétrica Salto (operante desde 1914), o segundo próximo ao extinto porto do Bairro Itoupava Seca (oficialmente instalado em 04/1928 e desativado em 12/1954), o terceiro junto à foz do Ribeirão Garcia (instalado em 04/1929 e desativado em 01/1967) e o quarto instalado no centro do município, em 05/1939 (em uso).

A primeira inundação de que se tem registro em Blumenau ocorreu no ano de 1852, após dois anos de fundação da Colônia Dr. Blumenau. No ano de 1880 foi criado o município de Blumenau. Durante os preparativos para a eleição e instalação da Câmara de Vereadores ocorreram “chuvas torrenciais e abundantes entre os dias 22 a 26 de setembro”. Silva (1975) cita o pronunciamento do Presidente da Província:

Na sede da Colônia Blumenau somente as duas igrejas que ficaram justamente nos pontos extremos e mais elevados, não foram atingidas pelas águas, que subiram mais de doze metros acima do nível ordinário do rio.

² A cota-enchente difere da cota topográfica do IBGE, pois se relaciona diretamente com os níveis do rio, medidos a partir da régua linimétrica do posto fluviométrico.

Silva (1975) sugere ainda que essa medida não é coerente “[...] as águas subiram ao nível de 15 metros” (p.12-14).

O trabalho realizado pelo eng^o Abel Diniz Mascarenhas, vinculado à Divisão de Águas, do Departamento Nacional da Produção Mineral é uma fonte importante de pesquisa. O autor resgata registros de níveis superiores a 10,00 m, para o período de 1851 a 1935, tendo o posto Itoupava Seca - Blumenau como referência. As fontes de pesquisa de seu trabalho foram: exames de documentos do Arquivo Histórico da Prefeitura Municipal de Blumenau, apontamentos do Dr. Blumenau, informações, fotografias e marcas de inundações. O pesquisador indica a origem dos dados utilizados em seu trabalho: “No período de 1912 a 1927, recorremos aos dados da régua da Estrada de Ferro Santa Catarina (E.F.S.C.), e no período de 1927 a 1935 às observações do Serviço de Águas. As alturas indicadas são todas referidas à régua do Serviço de Águas em Itoupava Seca” (MASCARENHAS, 1935).

Esse posto fluviométrico era utilizado para o monitoramento dos níveis do rio, como é confirmado pelo jornal BLUMENAUER ZEITUNG (editado em alemão, ano de 1927), que sugere a implantação de um serviço de auxílio permanente de “defesa de águas”, sempre que houvesse ameaça de enchentes (FRANK, 2003). Portanto, as leituras, provavelmente, não eram diárias.

A Tabela 2.3 mostra os níveis máximos das águas em várias localidades drenadas pelo Rio Itajaí, compilados pelo eng^o Abel Mascarenhas.

Tabela 2.3 - Registros de níveis máximos em municípios localizados na bacia do rio Itajaí-Açu no período de 1851 a 1935

Ano	Data	Blumenau	Gaspar	Timbó	Indaial	Apiúna	Rio do Sul
1852	-	16,00	-	-	-	-	-
1855	20nov	13,00	-	-	-	-	-
1864	17 set	-	-	-	-	-	-
1868	28nov	13,00	-	-	-	-	-
1869	22jun	-	-	-	-	-	-
1870	11out	-	-	-	-	-	-
1880	23 set	16,80	12,50	-	-	-	-
1888	-	12,50	-	10,00	-	-	-
1891	18jun	13,50	-	-	-	-	-
1898	Maio	12,50	-	-	-	-	-
1900	Junho	12,50	-	-	-	-	-
1911	2 out	16,60	12,40	9,30	8,50	9,81	12,20
1925	24mai	10,00	-	-	-	-	-
1927	9 nov	12,00	10,10	-	-	-	10,00
1928	18jun	11,46	9,70	-	-	6,80	8,13
1928	15 go	10,52	9,20	-	-	-	8,63
1931	2 mai	10,40	9,10	-	-	6,02	7,54
1931	18 set	10,40	9,24	-	5,70	5,77	10,18
1933	4 out	10,90	9,48	-	5,70	6,10	9,12
1935	24 set	10,60	9,30	6,50	5,89	5,12	6,10

Fonte: Adaptado de Mascarenhas (1935)

Uma obra fundamental para a integração e o desenvolvimento econômico do Vale do Itajaí, iniciada em dezembro de 1907, foi a Estrada de Ferro Santa Catarina. O primeiro trecho de 30 km, entre Blumenau e a localidade de Warnow, município de Indaial, foi inaugurado em 3 de maio de 1909. Importante ressaltar que essa ferrovia foi projetada e construída, de tal forma que estivesse livre das inundações. Contudo, atingiu alguns pontos, por exemplo, na estação de Encano/Indaial (WITTMANN, 2001). Provavelmente, para esse local, não se tinha a memória daquele evento. Isso é corroborado pela ausência de registros anteriores a 1911 em Indaial (**Tabela 2.3**).

Em momento posterior, o engenheiro Otto Pfafstetter (1975), desenvolvendo estudos hidrológicos que embasaram o sistema de controle de inundações para o Vale do Itajaí, chama a atenção de que:

As observações registradas anteriormente ao ano de 1925 situam-se em níveis sensivelmente mais altos e estão mais dispersos, em relação aos dados posteriores [...]. Isso sugere que os níveis de inundações, registrados anteriormente àquela data, baseiam-se numa referência diferente da considerada atualmente (p. 91).

Como pode ser observado no comentário acima, talvez isso tenha induzido o abandono dos níveis máximos anteriores ao ano de 1925, para a determinação das barragens de contenção. Em julho de 1983 faltaram apenas 0,20 m para as águas ultrapassarem as ombreiras da Barragem Oeste, em Taió. Após esse fato, o antigo DNOS elevou a altura do barramento em mais aproximadamente 1,50 m.

É importante registrar o estudo denominado de “Nivelamento Topográfico”, realizado no mês de novembro de 1983 em quatro pontos do centro urbano de Blumenau. O objetivo desse trabalho foi confrontar os níveis máximos das inundações ocorridas entre os anos de 1911 e em julho de 1983, visando verificar se o nível de 1911 foi verdadeiro. O estudo foi conduzido por solicitação da Prefeitura Municipal de Blumenau (INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DE BLUMENAU, 1983).

A partir do referido estudo tomou-se o ponto mais próximo ao posto fluviométrico na Ponte Adolfo Konder (posto atual de medição) e a marca em prédio localizado na Rua XV de Novembro, nº 789 (via principal do município), distante 420 m do posto (**Figura 2.7**). A Figura 2.8 resume o referido trabalho, mostrando o perfil hidráulico entre os dois eventos, indicando que a diferença de nível entre as inundações de 1911 e 1983 para esse local foi de 1,561 m. Portanto, verifica-se que a magnitude alcançada no evento de 1911 é verdadeira, ou seja, o nível de 16,90 m (= 15,34 + 1,561 m). Na foto do referido edifício, ainda existente, estão indicadas as duas marcas, a de 1911 e 1983, superior e inferior, respectivamente.



Figura 2.7 - Registro da inundação de 1911, Rua XV de Novembro, nº 789.
Fonte: Foto Hélio (Obs: em 09/07/1983, nível em depleção)

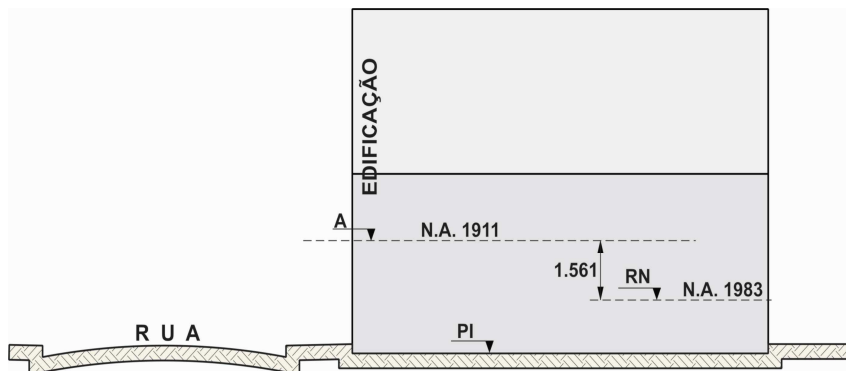


Figura 2.8 - Perfil hidráulico das inundações de 1911 e 1983, Rua XV de Novembro, nº 789

O estudo desenvolvido pelo profº Dr. Ademar Cordero, do Centro de Previsão e Alerta de Cheias – Ceops e pelo “enchantólogo”, Sr. Jago Lungerhausen, permitiu a organização dos eventos de níveis máximos acima de 8,50 m, registrados em Blumenau (**Tabela 2.4**). O uso dessa magnitude se deve ao fato de que as primeiras vias públicas começam a ser inundadas a partir desse nível.

Detalhe importante é observar que a Tabela 2.4 tem como referência o posto de Blumenau (centro) e a Tabela 2.3 tem como referência o posto de Itoupava Seca. Para o ajuste hidráulico da linha d’água, os pesquisadores acrescentaram 0,30 m aos registros da Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Picos de inundações acima de 8,5 m registrados em Blumenau/SC entre os anos de 1852 a 2008

ANO	DATA	COTA (m)	ANO	DATA	COTA (m)	ANO	DATA	COTA (m)
1852	29.10	16.30	1933	04.10	11.65	1971	09.06	10.10
1855	20.11	13.30	1935	24.09	11.40	1972	02.08	10.80
1862	11	9.00	1936	06.08	10.15	1972	29.08	11.07
1864	17.09	10.00	1939	27.11	11.20	1973	25.06	11.05
1868	27.11	13.30	1943	03.08	10.25	1973	28.07	9.10
1870	11.10	10.00	1946	02.02	9.20	1973	29.08	12.24
1880	23.09	17.10	1948	17.05	11.60	1975	04.10	12.40
1888	---	12.80	1950	17.10	9.20	1977	18.08	9.00
1891	18.06	13.80	1953	01.11	9.40	1978	26.12	11.15
1898	01.05	12.80	1954	08.05	9.30	1979	10.05	9.75
1900	06	12.80	1954	22.11	12.28	1979	09.10	10.20
1911	29.10	9.86	1955	20.05	10.36	1980	22.12	13.02
1911	02.10	16.90	1957	22.07	9.10	1983	04.03	10.35
1923	20.06	9.00	1957	02.08	10.10	1983	20.05	12.46
1925	14.05	10.30	1957	18.08	12.86	1983	09.07	15.34
1926	14.01	9.50	1957	16.09	9.24	1983	24.09	11.50
1927	09.10	12.30	1961	12.09	10.10	1984	07.08	15.46
1928	18.06	11.76	1961	30.09	9.40	1990	21.07	8.82
1928	15.08	10.82	1961	01.11	12.18	1992	29.05	12.80
1931	02.05	10.70	1962	21.09	9.04	1992	01.07	10.62
1931	14.09	10.90	1963	29.09	9.42	1997	01.02	9.44
1931	18.09	11.28	1966	13.02	9.82	2001	01.10	11.02
1932	25.05	9.85	1969	06.04	9.89	2008	24.11	11,52

Fonte: Atualização de FRANK (2003)

2.3. Aspectos Gerais do Município de Blumenau

A fundação de Blumenau, oficialmente ocorreu em 2 de setembro de 1850 com a chegada dos primeiros 17 imigrantes de origem alemã. O antigo território do município, que até 1934 compreendia uma área de 10.610 km², atualmente é de 531 km². Blumenau localiza-se na Zona Fisiográfica do Estado de Santa Catarina designada como “Bacia do rio Itajaí-açu”. A cidade situa-se aos 26° 55’ 26’’ de Latitude Sul e aos 49° 03’ 22’’ de Longitude Oeste de Greenwich, distando 89 km em linha reta de Florianópolis (PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU, 2002).

O núcleo urbano encontra-se às margens do rio Itajaí-açu, cortando-o no sentido Oeste – Leste. Em suas margens predominam morros, desenhando uma faixa estreita e variável, limitando a expansão urbana.

A topografia na região urbana é bastante acidentada, apresentando grandes diferenças de altitude, de 14 a 200 metros. Nos limites do município, as altitudes extremas estão presentes na região Sul, com cota de 920 m (Morro Spitzkopf) e região a Noroeste, com cota de 970 m (Morro Santo Antônio).

A rede hidrográfica do município de Blumenau é bastante grande, sendo que os principais afluentes do rio Itajaí-açu, no município de Blumenau são: (i) ribeirão Garcia com área de drenagem de 157 km²; (ii) ribeirão da Velha, com área de drenagem de 56 km²; (iii) ribeirão Itoupava, com área de drenagem de 93 km² e (iv) ribeirão do Testo, que nasce na Serra de Jaraguá e drena o município de Pomerode antes de atingir o município de Blumenau (**Figura 2.7**).

O município possui cinco sistemas de contenção de inundações, constituídos de comportas e conjuntos de moto-bombas para o bombeamento das águas provenientes das áreas protegidas. Ao longo do Bairro Itoupava Norte estão instalados três sistemas, sendo apenas um deles em operação. No Bairro Vila Nova está instalado um sistema, e no Bairro Vorstadt, também possui um sistema, ambos em operação.

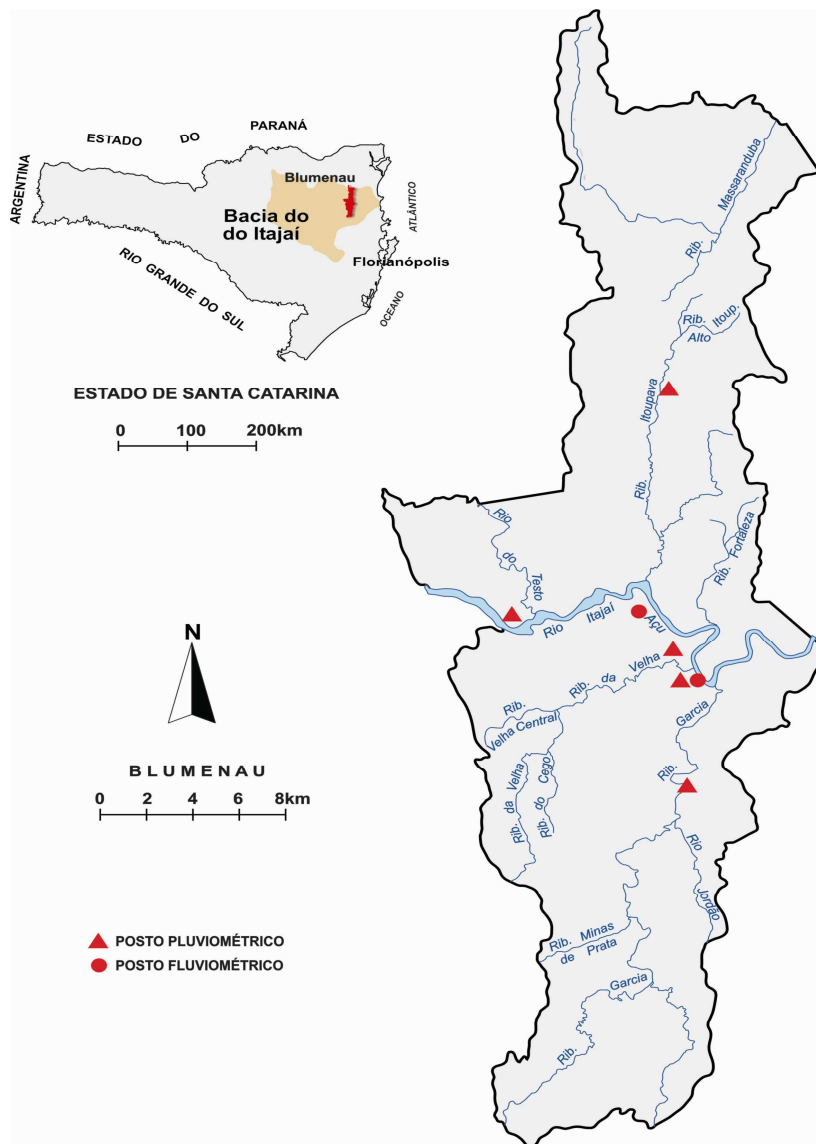


Figura 2.9 - Situação do Município de Blumenau e a hidrografia principal

2.3.1. Geologia

Geologicamente, no município de Blumenau são encontradas quatro unidades estratigráficas: Complexo Granulítico, Complexo Metamórfico Brusque, Grupo Itajaí e dos Sedimentos Quaternários Recentes (XAVIER, 1996; PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU, 2002).

O Complexo Granulítico tem idade arqueana e é formado principalmente por gnaisses granulíticos, blastomilonitos, quartzitos, anortositos e rochas ultramáficas. Constituem um pacote de rochas com espesso manto de alteração, predominantemente argilo-arenoso, de baixa porosidade e permeabilidade. Trata-se da área urbana mais dissecada, de topografia mais suave e com menores problemas de geotecnia. Abrange a área central e norte do município

O Complexo Metamórfico Brusque data do proterozóico inferior, abrangendo o extremo sul do município. É formado por filitos, xistos, quartzitos, metavulcânicas básicas e ácidas. A alteração dessas rochas resulta em um solo argiloso, de cor vermelha e marrom, de caráter invariavelmente plástico e impermeável. Abrange a área do extremo sul do município e é a mais acidentada e preservada do município.

O Grupo Itajaí tem idade paleozóica. É formado por rochas das Formações Garcia (arenitos, ardósias, siltitos, folhelhos e mais raramente conglomerados); Campo Alegre (tufos riódacíticos e diques de riolitos) e Baú (conglomerados petromícticos). Essas rochas possuem baixo grau metamórfico, geralmente friáveis, com freqüentes falhamentos, dobras, e apresentam no local mergulhos acentuados, constituindo uma área mais sensível e crítica à urbanização. O solo é bastante heterogêneo tendo constituição siltico-argilosa à arenosa, sendo por isso muito suscetível à erosão. Acompanha o vale do ribeirão da Velha, na margem direita do rio Itajaí-açu, atravessa a área urbana e continua na margem esquerda do Itajaí-açu, no flanco esquerdo do ribeirão Fortaleza (PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU, 2002).

As planícies que se desenvolveram ao longo das margens do rio Itajaí-açu e seus afluentes são formados por Sedimentos Quaternários Recentes. São constituídos por materiais arenosos, siltosos, silto-argilosos, matacões e mais raramente bolsões argilosos mais puros e argilas orgânicas escuras. Essas áreas planas são as mais urbanizadas, apresentando problemas de inundações graduais periódicas. As planícies secundárias, em vales mais estreitos, estão sujeitas a inundações bruscas com erosão intensa e ocasionalmente corridas de lama local.

2.3.2. Demografia

Verifica-se que em 40 anos a população do município quase quadruplicou, passando de 66.788 habitantes em 1960, para 261.868 em 2000. Isso promoveu uma pressão por ocupação de áreas muitas vezes inadequadas. Por sua vez, o incremento na população do município nesse período, pode ser avaliado também pela sua taxa de crescimento populacional (**Tabela 2.5**).

Tabela 2.5 - Evolução populacional de Blumenau entre os anos de 1960 e 2000

1960	1970	1980	1991	1996	2000
66.788	100.281	157.251	212.678	231.401	261.868

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU (2002)

Nota-se que, de 1980 a 1996, houve uma diminuição dessa taxa, porém, de 1996 em diante, ocorre um crescimento acentuado. O período de 1980 a 1996 foi de inflação alta, planos econômicos mirabolantes e recessão em todo o Brasil, refletindo diretamente nas famílias brasileiras. Nesse período de economia mais fragilizada, a busca por moradias recaiu pesadamente na faixa menos favorecida, tendo como única alternativa a ocupação de áreas baratas e mais vulneráveis às intempéries, escorregamentos e inundações. Após 1996, o Brasil voltou a crescer o que refletiu na maioria dos seus índices, entre eles o indicativo de aumento populacional (**Tabela 2.6**).

Tabela 2.6 - Evolução do crescimento populacional de Blumenau (%) entre períodos de 1960 a 2000

1960 -1970	1970 -1980	1980 - 1991	1991 -1996	1996 - 2000
4,148	4,601	2,782	1,701	3,140

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU (2002).

De outro modo, podem ser vistos na Tabela 2.7 os incrementos populacionais na área urbana, em detrimento da área rural. Se em 1960 a população urbana compreendia 71,5%, em 2000 houve um acréscimo para 92,4%, acarretando mais impactos ambientais, como o

incremento dos desmatamentos, usos do solo urbano, maiores taxas de impermeabilizações, assim como, o aumento da demanda por serviços urbanos.

Tabela 2.7 - Evolução e representatividade da população urbana e rural em Blumenau, no período de 1960 e 1996

Ano	Urbana	(%)	Rural	(%)	Total
1960	47.740	71,5	19.038	28,5	66.778
1970	86.519	86,3	13.762	13,7	100.281
1980	146.001	92,8	11.250	7,2	157.251
1991	186.190	87,6	26.488	12,4	212.678
1996 ⁽¹⁾	198.862	85,9	32.539	14,1	231.401
2000	241.943	92,4	19.865	7,6	261.808

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU (2002)

Nota: (1) Pela Lei complementar nº 83, de 08 de junho de 1995, o perímetro urbano da cidade de Blumenau, aumentou a área urbana de 156 km², para 192 km². Pelo atual Plano Diretor (Lei Complementar n. 615/2006), não houve aumento da área urbana, mas o zoneamento rural recebeu tratamentos específicos e com similaridades da área urbana.

2.3.3. Defesa Civil

Em 20 de dezembro de 1973, a partir da Lei nº 1981, foi implantada a Comissão Municipal de Defesa Civil – COMDEC, do município de Blumenau (TACHINI, 2003). A Defesa Civil de Blumenau, operacionalmente está estruturada para duas situações: (i) situação de normalidade: atividades técnico-administrativas e (ii) situações especiais: sendo uma delas o plano de atuação para situações de inundações (**Quadro 2.2**). A cidade é dividida em cinco Áreas de Defesa Civil – ARDEC's e essas em sessenta e quatro Abrigos de Defesa Civil, e o Centro de Operações de Defesa Civil – CODEC.

Atividade
<p>Grupo de Atividades Coordenadas - GRAC (33)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presidente – Prefeito (1) • Secretário executivo – Secretário de Defesa Civil (1) • Representantes de Órgãos Federais (2) • Representantes de Órgãos Estaduais (6) • Representantes de Órgãos Municipais (12) • Representantes de Organizações Não-Governamentais (11)
<p>Áreas de Defesa Civil – ARDEC's (5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorstadt, Ponta Aguda, Fortaleza, Itoupava Norte, Nova Esperança e Tribess. • Centro, Jardim Blumenau, Bom Retiro, Boa Vista, Vila Nova, Victor Konder e Itoupava Seca. • Itoupava Central Salto Norte, Badenfurt, Passo Manso, Itoupavazinha, Vila Itoupava, Fidelis, Testo Salto e Fortaleza Alta. • Garcia, Progresso, Glória, Ribeirão Fresco, e Valparaíso. • Velha, Velha Central, Velha Grande, Escola Agrícola, Salto Weissbach, Passo Manso, Do Salto e Água Verde.
<p>Abrigos (64)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cada Abrigo possui: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Coordenador ➤ Vice-coordenador ➤ Setores de: Alimentação, Pessoal, Alojamento, Higiene e Limpeza, Guarda de Pertences e Transportes. ➤ Representantes de Radioamadores

Quadro 2.2 - Plano de contingências da Defesa Civil para situação de inundação.

Obs.: O valor entre parêntesis é o número de representantes de cada entidade.

Cada abrigo apresenta a seguinte estrutura operacional: (i) Logística: alimentação (capacidade de produção da cozinha, capacidade de depósito de gêneros alimentícios, identificação de supermercados, açougues e padarias), disponibilidade de água, instalações sanitárias, alojamentos, disponibilidade para depósito de móveis e utensílios e postos de combustíveis para níveis acima e abaixo de 17 m; (ii) Segurança (responsabilidade: 23º Batalhão de Infantaria, Batalhão da Polícia Militar ou Polícia Civil); (iii) Transportes: estacionamento (quantidade), Heliponto (coordenadas geográficas), canoas e lanchas, vias de acesso ao Abrigo; (iv) Saúde: existência de Hospital, Unidades de Saúde, Posto Médico, Farmácias para níveis acima e abaixo de 17 m; (v) Sepultamento: cemitério e cemitério improvisado; (vi) Comunicações: telefones e, (vii) Energia Elétrica: possui gerador próprio.

As ações da Defesa Civil são desencadeadas em fases, que dependem do estágio de cada evento. Essas fases são: Prevenção e Preparação; Resposta e Reconstrução.

Na fase de Prevenção e Preparação são realizadas atividades de planejamento, previsão, treinamentos e preparação da comunidade para fazer frente às enchentes.

Na fase de Resposta são desencadeadas as ações de socorro, assistência e reabilitação, que depende da previsão do nível do rio. São três situações: (i) Subfase Atenção - quando a previsão do rio é de 4 a 6 m; (ii) Subfase Alerta - quando a previsão do rio é de 6 a 8 m e (iii) Subfase Prontidão - quando a previsão do rio é de 8 a 10 m.

Na fase de Reconstrução o objetivo é restabelecer os serviços essenciais, o moral social, o bem-estar da população afetada e economia da área afetada.

2.3.4. Configuração Urbana

A configuração urbana do município de Blumenau é consequência de sua herança colonial e das características do sítio físico. Na área central do município prevalece o processo de verticalização. Nos bairros periféricos predominam as edificações de um a dois pisos e, excepcionalmente próximas às vias de corredores de serviço, edificações com mais de dois pisos. Contudo, muitas das edificações ocupam as pequenas faixas marginais aos cursos d'água, que serviram ao processo de expansão da malha urbana, sem o devido planejamento e agravadas na maioria das vezes, por aterros, instalação de tubulações, supressão da vegetação ciliar e poluição.

A Defesa Civil e a Secretaria de Planejamento do município de Blumenau realizaram um levantamento cadastral das edificações por faixas de inundação (**Tabela 2.8**) onde constam dos quantitativos das edificações nas categorias residenciais, industriais e comercial/serviços em 28 bairros no município de Blumenau. Atualmente, o território do município apresenta 35 bairros (**Figura 2.10**).

A Tabela 2.9 mostra as frequências das edificações para as faixas de inundação apresentadas na Tabela 2.8. Após esse evento, não houve uma atualização para a inundação de outubro de 2001, quando o nível de inundação atingiu 11,02 m ou em 2008, quando o nível de inundação foi de 11,52 m. Para a categoria residencial, naquela data, prevaleciam as

ocupações na faixa de 10-12 m, (40,6%), seguido pelas da faixa de 12-14 m (25,1%), faixa de 14-16 m (28,4%) e para a faixa de 8-10 m (5,9%).

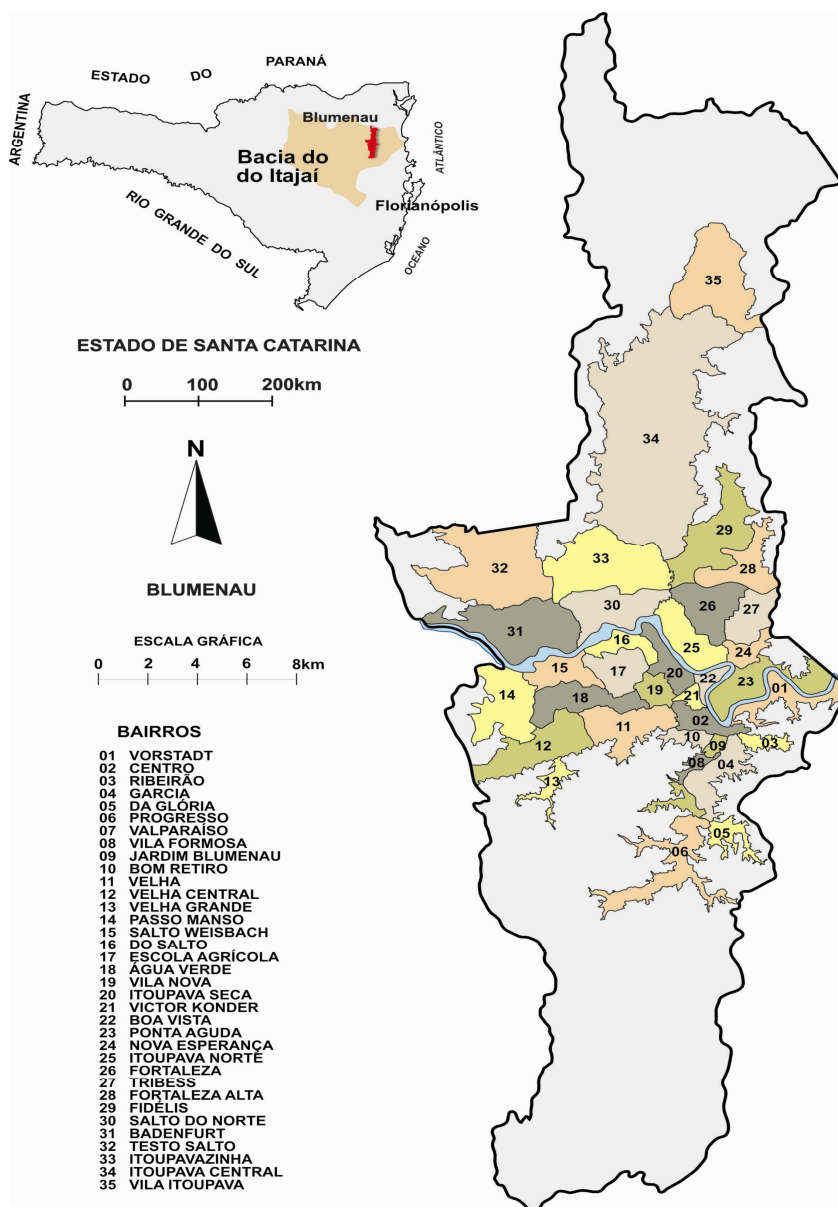


Figura 2.10 - O Município de Blumenau e a distribuição dos bairros

Tabela 2.8 - Cadastro do número de edificações das áreas de risco em Blumenau para faixas de níveis, referência enchente de 1992

Bairros	Níveis 8 – 10m			Níveis 10 – 12m			Níveis 12 – 14m			Níveis 14 -16m		
	Res	Ind	Com	Res	Ind	Com	Res	Ind	Com	Res	Ind	Com
Asilo	0	0	0	107	0	4	84	2	6	75	1	7
Badenfurt	1	0	0	2	0	2	3	0	2	1	0	0
Boa Vista	63	3	2	23	0	1	116	1	12	81	0	1
Bom Retiro	6	0	1	70	0	9	83	2	3	61	3	3
Centro	59	0	47	1253	2	2152	254	0	628	302	1	414
Fidelis	5	0	2	29	0	3	9	0	0	14	1	1
Fortaleza	82	0	8	237	0	63	132	3	29	229	1	21
Garcia	14	2	8	889	5	89	535	1	40	543	5	33
It. Central	11	3	3	54	7	9	61	5	7	64	2	11
It. Norte	111	2	12	399	9	59	326	4	79	513	8	122
It. Seca	49	3	5	124	7	38	130	7	46	237	18	57
Itoupavazinha	8	1	2	10	0	3	13	1	2	10	4	0
Jd. Blumenau	115	0	8	207	1	57	153	0	6	57	0	1
Ponta Aguda	37	0	8	3	1	0	2	0	0	9	0	0
Passo Manso	0	0	0	26	0	4	1	0	3	98	0	0
Petrópolis	0	0	0	491	3	42	466	0	39	491	2	34
Rib. Fresco	45	0	2	236	1	29	60	0	5	60	0	4
Salto	25	0	3	18	3	1	68	1	2	20	0	1
Sto do Norte	5	0	1	30	1	5	79	4	10	125	2	9
S. Weissbach	7	0	1	6	0	1	4	0	0	2	0	0
Testo Salto	13	0	0	5	0	0	12	3	1	8	0	1
Valparaíso	3	0	2	9	0	4	84	2	4	104	1	21
Velha	64	1	17	610	7	84	276	6	41	296	6	75
Vila Formosa	1	0	1	195	0	7	35	0	3	148	0	8
Vila Nova	63	0	13	434	3	80	409	1	39	370	4	39
Victor K.	79	0	39	496	3	46	310	1	19	348	2	10
Vorstadt	41	2	5	245	3	33	137	2	26	86	6	21
Total	907	17	190	6208	56	2825	3842	46	1052	4352	67	894

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU (2002).

Obs.: Res: residencial, Ind: indústria, Com: comércio.

Tabela 2.9 - Frequência das edificações por faixas de inundação

Totais			Níveis 8–10m			Níveis 10–12m			Níveis 12–14m			Níveis 14-16m		
Res	Ind	Com	Res	Ind	Com	Res	Ind	Com	Res	Ind	Com	Res	Ind	Com
15309	186	4961	907	17	190	6208	56	2825	3842	46	1052	4352	67	894
Frequência (%)			5,9	9,2	3,8	40,6	30,1	57,0	25,1	24,7	21,2	28,4	36,0	18,0

Fonte: Adaptado de PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU (2002)

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Percepção dos Riscos Associados às Inundações

A noção da percepção do risco se refere a julgamentos intuitivos de risco de indivíduos e de grupos sociais no contexto limitado de informações (SLOVIC, 1987). Esses diferentes julgamentos entre indivíduos são devidos a diferentes níveis de informação e incertezas, diferentes comportamentos intuitivos e também devido a interesses envolvidos.

Como consequência, os indivíduos de uma comunidade podem avaliar o risco de que uma inundação se inicia de modos diferentes, seja porque eles não têm algumas informações sobre a probabilidade do perigo de inundação em suas regiões ou da eficácia das medidas de segurança, ou ainda porque eles têm históricos diferentes de morarem em áreas inundáveis (MESSNER; MEYER, 2005).

A propósito, a avaliação das atitudes das pessoas ou grupos sociais frente às áreas de risco, sobretudo as suas percepções diante dos mesmos, remete a uma análise qualitativa da situação. Isso é reforçado por Brüseke (2001) ao comentar que os métodos quantitativos nos estudos de percepção tendem a homogeneizar a diversidade das visões, desfazendo as identidades e nivelando as diferenças.

Enfim, as observações comportamentais das pessoas diante de situações adversas, como as inundações, recaem em análises dos danos sofridos, sejam os tangíveis ou os intangíveis.

Com as suas particularidades, as inundações são os fenômenos mais estudados dos desastres naturais. Os estudos sobre inundações foram os primeiros a incluírem os aspectos de acompanhamento psicossocial. O início da pesquisa sobre a percepção de inundações é conectado a Whyte (1986), apud BRILLY; POLIC (2005).

A esse respeito, Whyte (1986) distingue três grupos de fatores que ampliam ou reduzem a percepção do risco:

- a) características pessoais: baixa educação, gênero, idade, ansiedade;
- b) fatores situacionais: falta de confiança nas autoridades, opiniões científicas contraditórias, recursos inadequados, ameaça em crianças, situação não está sob controle dos indivíduos, exposição involuntária do indivíduo;

- c) características de riscos: ameaça imediata, consequências diretas à saúde, baixa probabilidade de perigo, desconhecimento de novo perigo, medo e vítimas.

Brilly e Polic (2005) evocam que os modelos de análise devem considerar os fatores citados por Whyte, visando assim, uma maior segurança na análise da percepção de risco.

Por sua vez, Green et al. (1991) afirmam que as pessoas consideram a possibilidade das inundações como um processo causal, enquanto os técnicos tratam como um evento estatístico.

Mas as chuvas (*a ameaça*) não nos permitem pensar que sua característica natural é o *desastre*, posto que a sua variabilidade “*só desenha o risco na medida da vulnerabilidade do cenário e da comunidade, o que envolve o (...) despreparo comunitário e político-institucional de atendimento*” (VALÊNCIO et al., 2004). Assim, quanto mais despreparada a comunidade permanecer, mais vulnerável estará, sendo, portanto, maiores os agravamentos dos riscos.

As áreas de risco não são apenas consequência das condições naturais do ambiente, como a geomorfologia do terreno, declividade acentuada ou áreas planas marginais aos cursos d’água, mas também são construídas: (i) pela ação humana – desmatamentos e impermeabilizações de terrenos) e (ii) de cunho político – omissão ou endosso de enquadrar as práticas individuais ou coletivas (VALÊNCIO et al., 2003).

Outro aspecto importante na abordagem dessa temática é a dimensão socioeconômica dos desastres. Vários eventos que ocorrem numa mesma região podem gerar pequenos danos econômicos, mas por sua recorrência, provocam danos sociais devastadores para os mesmos grupos (EIRD, 2003)³.

Há que se questionar, ainda, se a representação dos desastres, como as inundações, está sendo incutida ou disseminada no imaginário social brasileiro, a ponto de colaborar para manter a baixa reflexividade da sociedade. Nessa lógica coloca-se uma questão importante: em que medida a sociedade se organiza em termos de ações preventivas?

Seguindo essa linha de raciocínio, há um aspecto importante após a ocorrência de uma catástrofe que é o ganho de experiência, não apenas com a reabilitação, mas também com a

³ EIRD. Los desastres naturales y el desarrollo sostenible: considerando los vínculos entre desarrollo, el medio ambiente y los desastres naturales. Documento base nº 5 del la Comisión sobre Desarrollo Sostenible actuando como Comité Preparatorio para la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible. In: VALÊNCIO, N. F. L. S., et al. *A produção social do desastre: dimensões territoriais e político-institucionais da vulnerabilidade das cidades brasileiras às chuvas*. Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais / Departamento de Ciências Sociais. São Carlos: UFSCar, n. 44 e 45, 2004, p. 67-115.

análise reflexiva das modificações do sistema urbano, muitos anos após o desastre (VEYRET, 2007). A autora se apóia ainda em Voight (1990, p. 99) sugerindo que:

[...] a capacidade de resposta dos indivíduos, dos grupos de atores e dos dirigentes varia segundo a probabilidade e a eminência da ameaça, segundo a superveniência da crise e, enfim, segundo os alvos reconhecidos ou supostos.

De outro modo, Chowdhury (2003) menciona o fato de que os riscos são frequentemente tolerados, porque os mesmos também podem trazer benefícios. Com esse propósito, Raaijmakers et al. (2008) sugerem que a incorporação da percepção do risco em análises de “risco-benefício” pode resultar em uma política mais democrática e eficiente do uso de áreas inundáveis.

A cada evento, dever-se-ia avaliar os riscos de permanência no local, pois uma área, em dado momento, pode estar isenta de risco (na avaliação da família ou empresário), mas em função de modificações na bacia hidrográfica, o risco pode ser efetivo.

O desenvolvimento das cidades no Vale do Itajaí ocorreu às margens de seus rios. Essa ocupação permanece e é crescente a expansão urbana das cidades. Uma significativa parcela da população e do comércio tem procurado conviver historicamente com as inundações, desde as mais frequentes até as de maior magnitude hidrológica. Suas implicações são cada vez mais catastróficas no cotidiano das pessoas.

A região possui um histórico de inundações, sendo que o primeiro registro é do ano de 1852. Na área urbana do município de Blumenau, as residências são atingidas a partir da cota de 8,50 m, e desde o ano de 1852 até o ano de 2008 já foram registradas 69 ocorrências. Para a área central do município, o nível de submersão de 12 m provoca colapso no trânsito. Para o mesmo período (1852 a 2008), verifica-se que o número de vezes em que essa marca foi superada foi de 20 vezes. Outro importante fato é de que entre os anos de 1911 (nível de 16,90 m) e 1983 (15,34 m) são passados 72 anos e nesse período ocorreram inundações com níveis máximos em torno dos 12 m. Provavelmente esse comportamento hidrometeorológico da bacia hidrográfica tenha incutido nas pessoas uma “falsa segurança”, em torno da vivência de eventos dessa magnitude. A experiência da inundação do ano de 1911, seguramente, além de muito remota, já se perdeu na memória das pessoas.

A recorrência de eventos com as persistentes perdas socioeconômicas e ambientais, principalmente nas áreas urbanas, demonstra a vulnerabilidade humana e pode revelar uma

falta de consciência, ao mesmo tempo em que pode desenvolver as habilidades dos atingidos de conviverem com os riscos.

A percepção do risco é caracterizada por julgamentos intuitivos de indivíduos e/ou de grupos sociais diante de um contexto limitado de informações. Esses diferentes julgamentos podem estar condicionados a diferentes níveis de informações, incertezas ou diferentes comportamentos e também devido a interesses envolvidos de indivíduos ou grupos.

Essa abordagem do convívio e reação é fundamentada por Burton e Kates (1978), que identificaram três bases para descrever ações de adaptação e ajustamento em relação aos riscos naturais, a partir de estudos em 18 (dezoito) países: *conhecimento, ação e intolerância*. Rampi et al. (2005), citando os mesmos autores, destacam que: “*Quando as perdas não são mais toleradas, as alternativas adotadas consistem em mudança de uso ou de localização, e a preferência em “aprender a viver com os riscos” é modificada para “aprender a prevenir riscos”*” (p. 50).

Os estudos de percepção visam, assim, compreender e interpretar as ações e comportamentos das pessoas diante dos riscos e as respostas às suas ações mitigadoras (FELLER; DALLACORTE, 1999; RAMPI, et al., 2005). O conhecimento dos registros da memória das pessoas que vivenciaram eventos de inundações passadas, a partir de seus pontos de vista, permite auferir suas percepções e reações.

Pompílio (1990) sinaliza para a tese de que “*as percepções e reações diferenciadas dependem das características próprias do indivíduo, e [...] estão na razão direta de suas experiências face ao convívio com os sucessivos eventos [...] vinculadas à consciência do problema, retentividade do fenômeno e prejuízos*” (POMPÍLIO, 1990, p. 233).

Assim, as experiências, reações empreendidas individualmente ou coletivamente podem ser resgatadas, a partir dos depoimentos dos moradores e comerciantes, o que permite o ajuste do método de avaliação dos danos.

Especificamente sobre a percepção dos residentes em áreas inundáveis, Pompílio (1990) e Vieira (2004) indicam alguns motivos da permanência das pessoas nessas áreas: fatores econômicos, emocionais, proximidade com parentes e amigos.

Nölke (1999) mostra a realidade de moradores que habitavam áreas inundáveis em 4 (quatro) bairros de Blumenau (Itoupava Norte, Velha, Ribeirão Fresco e Asilo). A autora aplicou um questionário com o objetivo de definir e analisar a percepção que a população tem do risco da ocorrência de inundações e qual a reação frente a esse fenômeno. O estudo demonstrou que as pessoas possuem consciência do risco, mas a maioria dos habitantes não se organiza politicamente por causa delas.

3.2. Enchentes e Inundações

As enchentes e inundações representam um dos principais tipos de desastres naturais, resultantes, em parte, da relação entre o homem e a natureza. Contudo, é comum o uso generalizado do termo enchente para descrever qualquer fenômeno hidrológico. A sua correta abordagem remete à tomada de decisões muito distintas. O estudo das enchentes é muito importante para o gerenciamento dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica, seja, para fins energéticos e navegação, por exemplo, necessitando da descrição de suas magnitudes temporais (mínimas, médias e máximas), frequências e recorrências. Mas, quando as descargas das calhas de drenagem ultrapassam suas capacidades de escoamento, a análise científica do fenômeno deveria ser mais abrangente, ou seja, a avaliação dos danos associados deveria ser abordada. Nesse sentido, procura-se aqui conceituar e mostrar as diferenças básicas entre enchentes e inundações para uma melhor compreensão do fenômeno.

As condições hidrometeorológicas propiciam a ocorrência de enchentes e inundações. Associado a esses fatores externos, não menos importantes, estão os condicionantes hidrogeomorfológicos, que podem potencializar os efeitos de uma inundação. Esses condicionantes podem ser naturais e artificiais.

As condições naturais são aquelas propiciadas pelas características da bacia hidrográfica em seu estado natural. Algumas dessas condições são: geometria da bacia, relevo e declividade, tipo de precipitação, tipo de solo e cobertura vegetal, capacidade e densidade de drenagem (COSTA, 2001; TUCCI, 2000).

As condições artificiais da bacia hidrográfica são aquelas provocadas pela ação do homem. Alguns exemplos são: obras hidráulicas, urbanização, desmatamento, reflorestamento e uso agrícola do solo.

Sucintamente, os efeitos adversos no ciclo hidrológico terrestre serão maiores à medida que os processos de uso e ocupação do solo se mostrarem inadequados, ou seja, sem as práticas conservacionistas. Nesse sentido, em bacias rurais ocorrem maiores intercepções e infiltrações, menor escoamento superficial e a drenagem resultante é mais lenta. Por outro lado, destaca-se o uso intensivo do solo, com o desmatamento, as queimadas, e o assoreamento progressivo dos rios. Ao contrário, as bacias urbanas apresentam mais superfícies impermeáveis, maior adensamento das construções, propiciando a aceleração dos escoamentos, redução do tempo de pico e aumento das vazões de pico. A urbanização e o

desmatamento produzem um aumento da frequência de inundações nas cheias de pequenas e médias magnitudes.

Concorda-se com Costa (2001) quando menciona que uma enchente pode ser considerada como sendo a variação dos níveis das águas e das respectivas vazões junto a uma determinada seção, em decorrência dos escoamentos gerados por chuvas intensas, por exemplo. Por sua vez, inundação pode ser definida como um fenômeno de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (BRASIL, 2007).

Mas, a mera distinção entre os fenômenos não é suficiente ao que se percebe, quando a discussão é a inundação. Não existe unanimidade conceitual do termo inundação. Castro (2005) distingue inundações em graduais e bruscas. Inundações graduais: “As águas que se elevam de forma paulatina e previsível, mantêm em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam gradualmente”. Inundações bruscas: “São aquelas provocadas por chuvas intensas e concentradas em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por súbitas e violentas elevações de caudais, os quais escoam de forma rápida e intensa” (CASTRO, 2005).

O método utilizado pela Defesa Civil para diferenciar inundações em função da magnitude (excepcional, grande, normal, regular e pequena) e em função do padrão evolutivo (graduais, bruscas, alagamentos e inundações litorâneas), mostra o grau de dificuldades e a subjetividade do método (CASTRO, 2005). Seguindo num esforço de melhorar o método de classificação das inundações, Kobiyama et al. (2006) sugerem a classificação da inundação baseada no tempo de ocorrência do fenômeno. Na presente pesquisa, adotar-se-á o padrão evolutivo das inundações em graduais e bruscas.

Por sua vez, Barredo (2006) sugere uma diferenciação para definir os tipos de inundações, considerando o tamanho da área afetada e a duração do desencadeamento do evento de precipitação.

A propósito, a simplicidade é a melhor maneira de consolidar um conceito. Tem-se essa percepção na sugestão dada pela *European Communities* que propõe a seguinte definição: “Inundação significa cobrir temporariamente de água, o solo, não normalmente coberto por água” (BARREDO, 2006).

Entende-se que pode ser fácil distinguir uma enchente de uma inundação. Porém, a dificuldade está nas peculiaridades de mensuração dos danos associados às inundações. Ora, as enchentes fazem parte do ciclo natural e as inundações também devem ser assim entendidas, no entanto, para as primeiras os danos podem ser apenas ambientais, porém, a segunda pode gerar danos ambientais, sociais e econômicos.

Pode-se, portanto, melhor diferenciar uma inundação mediante vários critérios sob o enfoque dos fluxos das águas: (i) níveis atingidos pelas águas; (ii) a duração temporal dos níveis de transbordamentos; (iii) a caracterização das áreas atingidas; (iv) as variações da velocidade das águas; e (v) diferenciação dos danos resultantes.

3.3. Avaliação de Danos

O ato de avaliar pressupõe uma análise técnica, para identificar o valor de um bem, de seus custos, frutos e direitos, a uma determinada finalidade, situação e data (ABNT, 2001). O campo das avaliações é vasto. O foco desse estudo é propor um modelo de avaliação dos danos associados às inundações.

Assim, a avaliação dos danos é uma ferramenta muito importante sob vários aspectos: (i) permite priorizar políticas públicas de prevenção aos bens públicos e privados, como a retirada em definitivo de moradias, comércio e entidades públicas de área inundáveis, por exemplo, ou prover de um ferramenta de análise de “custo-benefício”, para uma implantação de infraestrutura de contenção de cheias e, (ii) permite avaliar coerentemente os bens e edifícios com apólices de seguros.

Avaliar os danos associados às inundações é, antes de tudo, uma atividade complexa, que demanda muita habilidade para incorporar profissionais de várias áreas de conhecimento, como as ciências sociais, econômicas, engenharias e ambientais.

O termo “dano” pode ter vários significados e depende dos interesses de especialistas envolvidos em avaliações. A abordagem com enfoque público de perdas de vidas, do bem-estar, valor de mercadorias e serviços, comparado com as condições de pré-inundação, caracteriza o dano associado às inundações. Assim, avaliar os “danos” pressupõe, a priori, qualificá-los e quantificá-los, sempre que possível (FLOODsite, 2007).

De outro modo, a mensuração dos danos materiais e das perdas econômicas às propriedades, assim como os sofrimentos das populações atingidas, alcança dimensões, muitas vezes, quase impossíveis de quantificação e qualificação. Essas avaliações são diretamente dependentes da geografia do local, das características do tempo e clima, da ocupação humana das áreas de risco, com toda a sua complexidade socioambiental.

Qualificam-se os danos quando se tipificam em: perdas humanas, materiais ou ambientais, e quantificam-se os danos em função dos prejuízos gerados às pessoas, comunidades, instituições e conseqüentemente, às suas instalações e aos ecossistemas.

Assim, se os danos puderem ser quantificados e se forem atribuídos valores monetários aos mesmos (isso é dependente da existência de um método), podem ser caracterizados em “prejuízos”. Ora, deve-se ter a clareza de que o termo “prejuízos” está expressando monetariamente os “danos”. Logo, quando se diz “os danos associados às inundações”, pode-se quantificar, também, os prejuízos delas decorrentes ou do dano a ser evitado. Com esse sentido, portanto, a abordagem é econômica (FLOODsite, 2007).

Cada comunidade possui as suas características. A propósito, a população rural é provavelmente a que melhor se ajusta à inundação, com grande capacidade de entendimento dos mecanismos de indução da inundação. Por sua vez, verifica-se que as pessoas mais velhas provavelmente sofrem mais que os jovens. Outras características como adaptações construtivas das residências e não-residências, dos móveis, das próprias pessoas e a extensão de alertas proporcionam diferentes graus de danos e minimização de perdas (FLOODsite, 2007).

Há evidências que ao longo dos anos as inundações têm ocorrido em maior número e intensidade, assim como os danos com perdas de vida que elas têm causado (EM-DAT, 2007).

Relevantes são as informações da *Division of Basic and Engineering Sciences* – UNESCO, citado por Righetto (2005). Os autores relatam que para cada US\$ 100 gastos pela comunidade internacional em risco e desastres, US\$ 96 vão para atender a emergência e reconstrução, ou seja, na fase de resposta, e só US\$ 4 para a prevenção. Informam ainda que, para cada dólar investido em prevenção de inundação ocorre uma redução de até US\$ 25 nas perdas com os desastres naturais, portanto, o valor que o dano pode ser evitado.

Especificamente no Estado de Santa Catarina, poucos são os dados referentes aos prejuízos inerentes às inundações. Para os eventos de julho de 1983 e agosto de 1984 obtiveram-se as informações mostradas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Efeitos das inundações de julho de 1983 e agosto de 1984 no Estado de Santa Catarina

Discriminação	Julho de 1983	Agosto de 1984
População do Estado	3.800.000	3.800.000
População atingida	2.660.000	1.450.000
População flagelada	219.856	255.885
População atingida no Vale do Itajaí	158.000 ⁽¹⁾	-
População atingida em Blumenau	50.000 ⁽²⁾	-
Total de municípios catarinenses	199	199
Municípios atingidos	186	131
Comunidades rurais	11.500	11.500
Comunidades atingidas	6.500	4.370
Número de famílias	845.000	845.000
Famílias Atingidas	210.000	206.150
Indústrias	10.500	10.500
Indústrias atingidas	1.166	1.895
Empresas comerciais atingidas	2.033	965
Casas destruídas	3.320	364
Casas danificadas	12.645	485
Mortos e desaparecidos	65	19
Prejuízos Totais (US\$)	1.103.198.458,00	161.664.031,00

Fonte: Adaptado de Santa Catarina (1992); Obs.: (1) Santos (1999); (2) Prefeitura Municipal de Blumenau (2002)

A partir dessa tabela obtém-se alguns dados importantes:

- a) dano / pessoa flagelada para julho/1983 = US\$ 5017,82;
- b) dano / pessoa flagelada para agosto/1984 = US\$ 631,78;
- c) os danos em agosto/1984 foram da ordem de 15% daquele registrado em julho/1983.

Porém, é preciso registrar que a inundação de 1983 manteve-se com os níveis superiores a 8,5 m (referência – Blumenau) entre os dias 07/07/83 e 04/08/83, ocorrendo nesse período quatro ondas de cheia, já a inundação de agosto de 1984 transcorreu entre os

dias 06/08/84 e 10/08/84. Além da diferença na duração desses eventos, quatro fatores favoreceram significativamente na diferença dos danos:

a) os Serviços de Meteorologia Nacionais emitiram boletins de alerta antecipados à região;

b) o Sistema de Monitoramento Hidrometeorológico do Vale do Itajaí estava em fase de testes em agosto de 1984, com três postos telemétricos instalados que permitiram obter a evolução dos níveis;

c) o Centro de Operação do Sistema de Previsão e Alerta (CEOPS), também iniciou suas atividades com a emissão das primeiras previsões de níveis para o município de Blumenau/SC;

d) a aprendizagem da população aliada à capacidade financeira de reposição dos bens danificados e/ou perdidos entre os dois eventos.

3.3.1. Tipos de danos associados às inundações

Para uma avaliação dos danos, se requer uma análise sistemática e criteriosa dos vários tipos de danos associados às inundações. Inicialmente é necessário especificar os danos em diretos e indiretos e secundariamente em tangíveis e intangíveis (MESSNER; MEYER, 2005; MACHADO et al., 2005).

Danos Diretos / Indiretos: Os danos diretos resultam do contato direto das águas de inundação com os edifícios e seus conteúdos. Portanto, relacionados à deterioração física dos mesmos e perdas de vidas, por exemplo.

Os danos indiretos têm por origem perturbações causados ao sistema produtivo como a redução de atividade econômica, bem como perdas de arrecadação de impostos, custos de serviços de emergência e de Defesa Civil, custos de limpeza de áreas atingidas, perdas de valor de propriedades, desemprego ou redução de salários.

Desse modo, a avaliação de danos indiretos requer atenção particular pelo fato de que alguns danos podem ser circunstanciais, ocorrendo, eventualmente, compensações entre agentes econômicos, durante o período de crise causado pela inundação (MACHADO et al., 2005; TUCCI, 2000).

Danos Tangíveis / Intangíveis: Danos que podem ser facilmente especificados em termos monetários, como aqueles sobre o patrimônio e perdas de produção, são os chamados danos tangíveis. A distinção entre tangíveis e intangíveis encontra-se relacionada ao grau de dificuldade em estabelecer um procedimento para a avaliação monetária do dano intangível.

O Quadro 3.1 apresenta uma classificação de tipos de danos decorrentes de inundações em áreas urbanas.

Setor	Danos Tangíveis		Danos Intangíveis	
	Diretos	Indiretos	Diretos	Indiretos
Habitacional	Danos físicos à construção, estrutura e seu conteúdo.	Custos de limpeza, Alojamento, Medicamentos.	Perdas de vidas humanas.	Estados psicológicos de estresse e ansiedade; Danos de longo prazo à saúde.
Comércio e serviços	Danos físicos à construção, estrutura e seu conteúdo. Perdas ou danos a estoques.	Custos de limpeza Lucros cessantes Desemprego.	Perdas de vidas humanas.	Estados psicológicos de estresse, ansiedade e falta de motivação; Danos de longo prazo à saúde.
Industrial	Danos físicos à construção, estrutura e seu conteúdo. Perdas ou danos a estoques de matéria-prima e produtos acabados.	Custos de limpeza Lucros cessantes Desemprego.	Perdas de vidas humanas.	Estados psicológicos de estresse, ansiedade e falta de motivação; Danos de longo prazo à saúde.
Equipamentos públicos e serviços	Danos físicos à construção, estrutura e seu conteúdo.	Custos de limpeza e de interrupção de serviços. Custos dos serviços de emergência.	Perdas de vidas humanas.	Estados psicológicos de estresse, ansiedade e falta de motivação; Danos de longo prazo à saúde. Inconvenientes de interrupção de serviços.
Infra-estrutura	Danos físicos ao patrimônio.	Custos de limpeza e de interrupção de serviços.	Perdas de vidas humanas.	Inconvenientes de interrupção de serviços.
Patrimônio histórico e cultural	Danos físicos ao patrimônio.	Custos de limpeza e de interrupção de serviços.	Perdas de vidas humanas.	Inconvenientes de interrupção de serviços.

Quadro 3.1 - Tipologia de danos decorrentes de inundações em áreas urbanas.

Fonte: Machado et al. (2005)

Mesmo com dificuldades para estabelecer custos aos danos tangíveis indiretos, existem modelos que procuram quantificar esses custos. Para o caso específico da limpeza,

Penning-Roswell e Chatterton (1977) sugerem um tempo de 20 horas por residência com pequenas alturas de inundação e 15 horas por cômodo, para inundações mais severas.

Por sua vez, Lekuthai e Vongvisessomjai (2001) propuseram um modelo que relaciona a ansiedade e a produtividade com o rendimento (salário) denominado *Anxiety-productivity and Income Interrelationship Approach (API)*, destacando que uma pessoa atingida tem sua produtividade afetada. Aplicando o modelo API em Bangkok (Tailândia), os autores obtiveram os custos intangíveis em 26% dos valores dos prejuízos tangíveis.

A propósito, o *Emergency Management Australian - EMA* (2002) propõe um roteiro que auxilia na tomada de decisão e de avaliação dos danos, mostrada no Quadro 3.2. Esse roteiro foi utilizado parcialmente no desenvolvimento do método de avaliação do presente trabalho.

Item	Atividade
1	Identificação do propósito da avaliação das perdas
2	Organização de consulta e coleta de informação
3	Definição de área e tempo de organização da avaliação
4	Seleção de tipo de avaliação a ser feita
5	Obter informações sobre o hazard (perigo)
6	Obter informações sobre as pessoas e o risco
7	Identificar os tipos de danos
8	Medir a extensão de danos de todas as fontes
9	Decidir entre quantificar danos: “atual” ou “potencial”
10	Cálculo da média anual dos danos (se necessário)
11	Avaliar benefícios por região de análise
12	Confrontar e apresentar os resultados da avaliação dos danos

Quadro 3.2 - Roteiro de ações para avaliação de perdas

Fonte: EMA (2002)

3.3.1.1. Métodos de avaliação de danos tangíveis

Os métodos de avaliação de danos seguem duas abordagens básicas: a histórica e a sintética (PENNING-ROUSELL; CHATTERTON, 1977; GREEN, 2000; DUTTA et al., 2003; MESSNER; MEYER, 2005; FLOODsite, 2007):

- a) abordagem histórica: procura resgatar os danos históricos, a partir de entrevistas nas áreas inundadas, utilizando o conhecimento que as pessoas, administradores das indústrias e comerciantes têm sobre seus imóveis ou atividades que são afetados por inundações e, a partir disso, estimar os danos. A desvantagem desse método é que o dano é estimado para um determinado momento.
- b) abordagem sintética: descreve os danos potenciais, a partir da definição de parâmetros representativos como: área, padrão de acabamento, componentes de conteúdo. Assim, o dano é obtido a partir da elaboração das funções-danos (ou curvas empíricas de danos), normalmente relacionada com a profundidade de inundação.

Penning-Rowse; Chatterton (1977) elaboraram o método de abordagem sintética para o Reino Unido, a partir de um banco de dados das abordagens históricas. No estudo foram confeccionadas 168 curvas de altura de inundação x danos para propriedades residenciais, considerando: 21 categorias básicas de unidades residenciais, 5 alturas de inundação, 4 tipos de classes sociais e 2 durações de cheias (menores e maiores que 12 horas). Entretanto, essas curvas-padrão apresentam uma desvantagem, pois os danos podem ser superestimados ou subestimados e espelham as características daquele instante (condições socioeconômicas).

Para estimar os danos relacionados aos conteúdos, os mesmos autores estabeleceram uma relação destes com a classe social do proprietário. Infelizmente, ocorre uma evolução temporal dessas características, o que compromete o uso dessa metodologia (NRC, 2000). Do mesmo modo, Lima (2003) e Machado et al. (2005) também elaboraram curvas-dano para a categoria residencial, a partir da aplicação de entrevistas no município de Itajubá/MG. Ao mesmo tempo, os autores definiram generalizações, como o estabelecimento de classes socioeconômicas.

Salgado (1995), por sua vez, elaborou funções econômicas que medem os danos para unidades residenciais (conteúdo e edificações). Esse método também serviu como marco referencial para a aplicação do método econômico de avaliação na presente pesquisa, ou seja, na abordagem econômica. A propósito, McBean et al. (1988) resgatam estudos realizados por agências canadenses e americanas, relacionados a questões sobre danos por inundações. Do mesmo modo, os autores propõem duas abordagens para a obtenção dos danos:

- a) a partir de curvas sintéticas dos danos em vários eventos de pesquisa de campo, das características de residências, em ordem de classificação estrutural e conteúdos, correlacionando com o aumento de profundidade da inundação;
- b) a de pesquisas de danos depois da ocorrência de eventos de inundações.

Identificados os métodos tradicionais de avaliação dos danos, alguns aspectos relevantes devem ser considerados. McBean et al. (1988) comentam a complexidade da atividade avaliativa, chamando a atenção para a importância da representatividade da coleta, do tempo despendido para a limpeza e reformas realizadas pelo proprietário ou dos serviços contratados por empresas especializadas (como é comum nos Estados Unidos). Os mesmos autores sugerem um método de avaliação segundo o critério da porcentagem do valor da propriedade.

Como já exposto no item 3.1, muitos são os critérios para a avaliação de uma inundação, porém, para efeito de avaliação dos danos, o critério mais utilizado é a profundidade das águas. Esse conceito é compartilhado por NRC (2000); Merz et al. (2004) e Green (2000). A propósito, Green (2000, p. 8) reforça este critério dizendo que:

Desde que a profundidade de inundação é a determinação crítica da extensão das perdas, é usual preparar curvas de profundidade x danos para diferentes tipos de edificação e então ajustar ou modificar estas curvas diante de outros fatores.

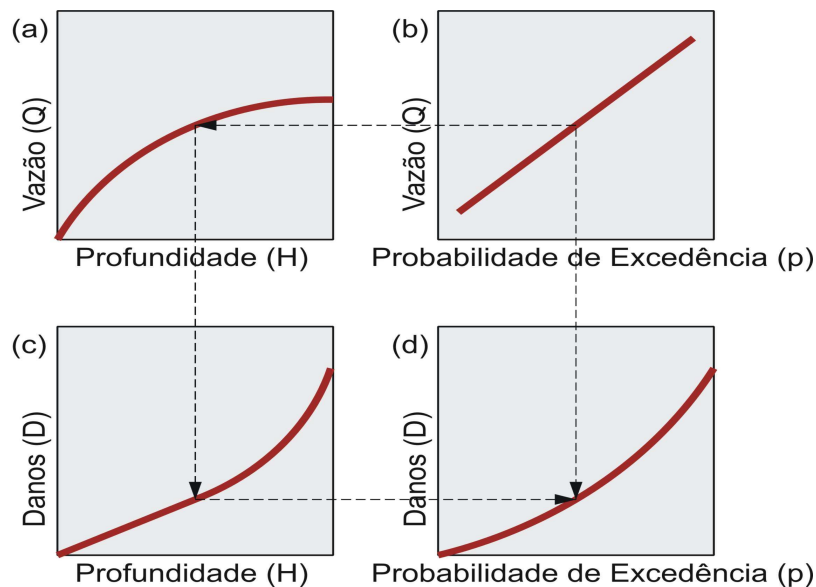
Olivieri; Santoro (2000) também compartilham da mesma idéia, ao comentarem que o dano por inundação pode ser avaliado sob a suposição de que, para dada condição socioeconômica, o dano é uma função da profundidade da água.

Assim, para uma análise detalhada dos danos, o caminho é correlacioná-los com as vazões, profundidade de submersão das águas e probabilidade, conforme uma proposição do USACE⁴, em três passos (**Figura 3.1**):

- a) determinação das relações entre profundidade de submersão e vazão (**Figura 3.1a**);
- b) determinação da relação descarga-probabilidade de excedência, que descreve a probabilidade de uma inundação de uma dada magnitude ocorrer em um ano qualquer (**Figura 3.1b**);

⁴ Organizado em 1802, o U.S. Army Corps of Engineers – USACE, teve papel atuante em redução de danos com inundações e foi solidificado com a passagem do “Flood Control Act” de 1936, originalmente, com a implantação de grande número de obras estruturais, como milhares de milhas de diques em centenas de cidades americanas (NRC, 2000).

- c) determinação das relações entre os danos de inundações com as profundidades de submersão e os danos de inundação com as probabilidades. Esses gráficos podem ser obtidos acumulando os danos de todas as propriedades localizadas na área inundada, cada qual com suas alturas de inundações correspondentes (**Figuras 3.1c, d**).



Figuras 3.1 - Curvas para determinação dos danos de inundação. **Fonte:** NRC (2000)

Contudo, o próprio NRC (2000) reconhece diversas incertezas associadas à construção dessas curvas, que incluem:

- a) diversidade das atividades e condições econômicas na planície de inundação;
- b) valor da propriedade e dos bens quando da inundação;
- c) tempo de alerta e resposta dos habitantes da planície de inundação;
- d) características físicas do canal;
- e) fatores externos, como:
 - vegetação, escombros que podem causar obstruções,
 - ondas decorrentes da passagem de veículos ou barcos,
 - probabilidade de falhas na operação de obras hidráulicas.
- f) tempo necessário para reparar a propriedade sinistrada;
- g) limitação de dados para estimar os hidrogramas.

Do mesmo modo, Appelbaum (1985) cita que essas técnicas propostas pelo USACE para obter as relações profundidade-dano em áreas urbanas não são bem padronizadas. Partindo desse pressuposto, Olivieri e Santoro (2000) propõem uma abordagem que considera um dano relacionado a uma porcentagem, dependente da profundidade da água e do valor total da propriedade. A Tabela 3.2 contém exemplos de relações de porcentagem-profundidade relacionados a danos para algumas estruturas residenciais. Na primeira coluna constam categorias de uso do solo e na segunda coluna da tabela constam 15 níveis de submersão e os respectivos fatores percentuais dos danos.

Tabela 3.2 - Porcentagens de dano em função da profundidade de inundação e do uso de solo

Uso do Solo	Profundidade (m)														
	0,3	0,61	0,91	1,21	1,52	1,82	2,13	2,43	2,74	3,04	3,35	3,65	3,96	4,26	4,57
1 pavimento com subsolo	18	20	23	28	33	38	44	49	51	53	55	57	59	60	60
1 pavimento sem subsolo	10	14	26	28	29	41	43	44	45	46	47	48	49	50	50
1-2 pavtos. com subsolo	11	17	22	28	33	35	38	40	44	46	48	50	52	54	56
1-2 pavtos. sem subsolo	9	13	18	20	22	24	26	31	36	38	40	42	44	46	47

Fonte: Olivieri; Santoro (2000).

Assim, Olivieri; Santoro (2000) propõem o seguinte método de estimativa dos danos em área urbana de Palermo, Itália:

$$D = x \cdot \sum A \cdot p \quad (3.1)$$

onde: D é o dano; x é a relação entre a área total da propriedade e a parcela da área inundada (A); A é a parcela da área inundada; e p é a porcentagem do dano em função da profundidade de inundação, obtido na **Tabela 3.2**.

Dutta et al. (2003) aplicaram um modelo hidrológico integrado à estimativa de danos por inundações em uma bacia no Japão, freqüentemente atingida pelas águas. No estudo da formulação do modelo matemático foram adotadas diferentes categorias de danos. O modelo

matemático para danos urbanos inclui as edificações residenciais e não-residenciais, categorizados em quatro tipos:

- a) danos na estrutura / propriedade dos edifícios;
- b) danos para conteúdos / estoques dos edifícios;
- c) danos de áreas externas à propriedade;
- d) danos relativos à emergência e à limpeza.

Por sua vez, McBean et al. (1988) aplicaram um questionário em sete comunidades na província de Ontário, Canadá, cujo conteúdo abrangia: informações cadastrais das pessoas atingidas, tipo de estrutura, descrição dos conteúdos de cada peça da casa (móveis e eletrônicos) e custos dos bens em um total de 287 entrevistas.

Outro estudo, desenvolvido na França por Torterotot (1993), apud Machado et al. (2005) avaliou os danos materiais à habitação, utilizando técnicas de entrevistas diretas. Quatro blocos básicos de dados foram coletados:

- a) caracterização e valores de bens;
- b) enumeração dos bens avariados e estimativa de custos;
- c) profundidade d'água em relação ao terreno;
- d) respostas individuais face à subida das águas.

Do mesmo modo, Lima (2003); Machado et al. (2005); Nascimento et al. (2006) e Cançado et al. (2007) desenvolveram trabalhos de avaliação de danos por inundações, em municípios de Minas Gerais (Itajubá, Manhuaçu) e Pinto et al. (2007) para o município de Nova Friburgo/RJ, tomando o cuidado de avaliar a distribuição dos danos por classes socioeconômicas.

Lima (2003) e Machado et al. (2005) definiram como primeiro passo de avaliação dos danos no setor habitacional, o critério de enquadramento em classes socioeconômicas dos atingidos, a partir do poder aquisitivo dos respectivos moradores, da qualidade da construção, área construída, conservação e seu conteúdo (qualidade, quantidade e idade dos imóveis), ao grau de estudo do chefe familiar e à disponibilidade de empregada doméstica. Para isso, utilizaram a metodologia do “Critério Brasil ou Critério Padrão de Classificação Econômica

Brasil”⁵ (Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa - ABEP, 2007) que propõem cinco classes socioeconômicas (A, B, C, D e E), em ordem decrescente de poder aquisitivo⁶. As Tabelas 3.3 e 3.4 mostram a pontuação de cada item.

Tabela 3.3 - Sistema de pontos para bens de consumo duráveis e número de empregados, segundo o “Critério Brasil”

Itens	Não Tem	Disponibilidade e Pontuação			
		1	2	3	4 ou +
Televisão em cores	0	1	2	3	4
Videocassete/DVD	0	2	2	2	2
Rádios	0	1	2	3	4
Banheiros	0	4	5	6	7
Automóveis	0	4	7	9	9
Empregadas mensalistas	0	3	4	4	4
Máquinas de lavar	0	2	2	2	2
Geladeira	0	4	4	4	4
Freezer (aparelho independente ou 2ª porta da geladeira)	0	2	2	2	2

Fonte: ABEP (2007)

Tabela 3.4 - Pontos para o grau de instrução do chefe de família

Grau de Instrução	Pontos
Analfabeto / até 3ª Série Fundamental	0
4ª Série Fundamental	1
Fundamental completo	2
Médio completo	3
Superior completo	5

Fonte: ABEP (2007)

A partir da pontuação obtida nas Tabelas 3.3 e 3.4 é estabelecido o enquadramento da classe socioeconômica em conformidade com a Tabela 3.5. Lima (2003) e Machado et al.

⁵ O Critério Brasil foi homologado em 1997 por três associações de pesquisa que utilizavam critérios padronizados de classificação socioeconômica, mas não eram unificados (de forma independente utilizavam critérios distintos desde a década de 1960). A partir de janeiro de 2008 houve mudança na classificação, passando a ser: A₁, A₂, B₁, B₂, C₁, C₂, D e E.

⁶ Os principais Objetivos do Critério Brasil são: (i) ter um sistema padronizado que seja um eficiente estimador da capacidade de consumo; (ii) discriminar grandes grupos de acordo com sua capacidade de consumo de produtos e serviços; (iii) classificar os domicílios, assumindo, como pressuposto, que a classe é uma característica familiar; (iv) utilizar informações objetivas e precisas de fácil coleta e operacionalização.

(2005) utilizaram, portanto, esse critério para definir os danos associados às inundações por classes socioeconômicas.

Tabela 3.5 - Classificação de classes econômicas

Classes	Pontos
A ₁	42 a 46
A ₂	35 a 41
B ₁	29 a 34
B ₂	23 a 28
C ₁	18 a 22
C ₂	14 a 17
D	8 a 13
E	0 a 7

Fonte: ABEP (2007)

Outro critério de divisão da população em classes é utilizar a renda média familiar conforme a proposta do Levantamento Socioeconômico do IBOPE Mídia⁷, sugeridos por (ABEP, 2007; Lima, 2003; Machado et al. 2005; Nascimento et al. 2006 e Cançado et al. 2007). A Tabela 3.6 mostra as faixas de renda mensal.

Tabela 3.6 - Classes econômicas em função do nível de renda familiar média

Classes	Renda Familiar Média (R\$)
A ₁	9.733,47
A ₂	6.563,73
B ₁	3.479,36
B ₂	2.012,67
C ₁	1.194,53
C ₂	726,26
D	484,97
E	276,70

Fonte: ABEP (2005)⁸

⁷ A partir dos dados do Levantamento Socioeconômico cedidos pelo IBOPE, ano de 2005, de uma amostra de 11.000 domicílios distribuídos para 9 regiões metropolitanas: Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte, São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, Porto Alegre e Brasília, a ABEP, realiza uma análise de regressão da Renda Familiar (tomando o log da renda) em função das posses de itens e escolaridade (25 variáveis), obtendo o coeficiente de correlação de 0,785 e o coeficiente $r^2 = 0,62$.

⁸ ABEP (2007). Levantamento socioeconômico realizado pelo IBOPE e cedido à ABEP.

No trabalho desenvolvido por Lima (2003) são apresentados alguns indicadores de danos para a categoria habitacional – classes A e B, comércio, serviços e indústria (**Tabelas 3.7 a 3.11**).

Tabelas 3.7 - Danos por metro quadrado, categoria habitacional – Classe A, no Município de Itajubá/MG

Profundidade de submersão (m)	Área Inundável Total (m ²)	Danos (R\$)	
		Por Faixa	Danos/Área (R\$/ m ²)
0 a 0,5	1.015,33	12.000,00	11,82
0,5 a 1,0	4.563,87	118.550,00	25,98
1,0 a 1,5	8.117,82	193.050,00	23,78
1,5 a 2,0	9.386,82	281.550,00	29,99
2,0 a 2,5	10.966,50	476.050,00	43,41
2,5 a 3,0	11.514,50	497.050,00	43,17

Fonte: Lima (2003)

Tabela 3.8 - Danos por metro quadrado, categoria habitacional – Classe B, no Município de Itajubá/MG

Profundidade de submersão (m)	Área Inundável Total (m ²)	Danos (R\$)	
		Por Faixa	Danos/Área (R\$/ m ²)
0 a 0,5	2.017,01	39.000,00	19,34
0,5 a 1,0	6.047,25	207.800,00	34,36
1,0 a 1,5	9.708,09	391.300,00	40,31
1,5 a 2,0	11.924,04	538.300,00	45,14
2,0 a 2,5	14.293,07	778.800,00	54,49
2,5 a 3,0	14.812,07	814.300,00	54,98
3,0 a 3,5	14.884,07	820.300,00	55,11

Fonte: Lima (2003)

Tabela 3.9 - Danos por metro quadrado, categoria comércio, no Município de Itajubá/MG

Profundidade de submersão (m)	Área Inundável Total (m ²)	Danos (R\$)	
		Por Faixa	Danos/Área(R\$/ m ²)
0 a 0,5	2.681,50	314.150,00	117,15
0,5 a 1,0	8.307,24	1.491.760,00	179,57
1,0 a 1,5	16.297,04	3.209.230,00	196,92
1,5 a 2,0	23.627,13	5.001.180,00	211,67
2,0 a 2,5	26.495,13	5.740.830,00	216,67
2,5 a 3,0	26.681,13	5.828.080,00	218,43

Fonte: Lima (2003)

Tabela 3.10 - Danos por metro quadrado, categoria serviço, no Município de Itajubá/MG

Profundidade de submersão (m)	Área Inundável Total (m ²)	Danos (R\$)	
		Por Faixa	Danos/Área (R\$/ m ²)
0 a 0,5	580,00	3.000,00	5,17
0,5 a 1,0	2.313,75	24.450,00	10,57
1,0 a 1,5	6.806,25	234.540,00	34,46
1,5 a 2,0	12.989,25	628.040,00	48,35
2,0 a 2,5	14.848,75	795.540,00	53,58
2,5 a 3,0	15.048,75	859.290,00	57,10

Fonte: Lima (2003)

Tabela 3.11 - Danos por metro quadrado, categoria indústria, no Município de Itajubá/MG

Profundidade de submersão (m)	Área Inundável Total (m ²)	Danos (R\$)	
		Por Faixa	Danos/Área (R\$/ m ²)
0 a 0,5	5.600,00	350.000,00	62,50
0,5 a 1,0	5.800,00	410.000,00	70,69
1,0 a 1,5	8.516,00	535.500,00	62,88
1,5 a 2,0	123.600,00	1.484.200,00	12,01
2,0 a 3,0	127.100,00	1.506.200,00	11,85

Fonte: Lima (2003)

3.3.1.2. Avaliação de danos intangíveis

Os danos intangíveis estão associados aos estados de estresse ou ansiedade causados pela expectativa de ocorrência de um fenômeno hidrometeorológico, por exemplo, mas de difícil valoração monetária. Lekuthai e Vongvisesmomjai (2001) consideram necessária uma integração multidisciplinar entre as engenharias, ciências sociais e economia, de modo a obter uma leitura mais completa dos danos, o que invariavelmente necessita de análises qualitativas.

Contudo, uma abordagem que envolve avaliações de danos intangíveis requer cuidados nas consultas e nas análises dos fatos. Um componente muito importante no método de análise qualitativa é a subjetividade.

A subjetividade é uma dimensão presente em todas as manifestações da sociedade (cultura, moral, crenças) e nos diferentes espaços em que vivemos. Desse modo, está constituída, tanto no sujeito individual, como nos diferentes espaços sociais em que este vive, sendo ambos constituintes de subjetividade (GONZÁLEZ, 2005).

Apesar das dificuldades e incertezas relativas ao método da pesquisa qualitativa, realizar uma introspecção dos depoimentos e manifestações, perpetuadas por pessoas que viveram eventos de inundação é muito importante. Esse método implica em dar ênfase nas qualidades dos sujeitos e sobre os processos e os significados que não são examinados por métodos experimentais em termos de quantidade, volume, intensidade ou frequência. Os pesquisadores qualitativos empregam a prosa etnográfica⁹, as narrativas históricas, os relatos em primeira pessoa, as imagens congeladas, as histórias da vida, os “fatos” transformados em ficção e os materiais biográficos e autobiográficos, entre outros. Os pesquisadores quantitativos, por sua vez, utilizam os modelos matemáticos, as tabelas estatísticas e os gráficos, e geralmente empregam uma prosa impessoal, em terceira pessoa, ao escreverem sobre sua pesquisa (DENZIN; LINCOLN, 2006, p.53). Por outro lado, os mesmos autores chamam atenção para uma questão relevante: “[...] existe um problema profundo e fundamental: como podemos compreender o outro, quando os valores do outro não são nossos valores”.

⁹ “Etnografia refere-se a uma descrição científica social de um povo e da base cultural de sua consciência de unidade enquanto povo” (VIDICH ; LYMAN, 2006)

Vidich e Lyman (2006) afirmam que os usuários da pesquisa qualitativa têm demonstrado compromissos de contextualizar a experiência e uma disposição a fazer interpretações teóricas sobre o que é observado.

Sendo assim, a partir do momento em que o indivíduo envolve-se em atividades práticas de geração e de interpretação de dados para solucionar dúvidas quanto ao significado daquilo que outros estão fazendo e dizendo, está ligado em um processo contínuo de reflexão crítica e de transformação (SCHWANDT, 2006).

3.4. Estimativa do Período de Retorno e os Riscos Associados às Inundações

Segundo Tucci (1993), as principais distribuições estatísticas utilizadas em hidrologia para o ajuste de eventos extremos são: Empírica, Log-Normal, Gumbel e Log-Pearson III. Neste estudo será utilizado o método de Gumbel, apresentado no item 4.2.2.

Na hidrologia, um dos principais riscos, de natureza aleatória, são as inundações que ocorrem frequentemente em áreas susceptíveis (dependentes das características do meio) e vulneráveis (predisposição) de serem afetadas.

Um risco provém de uma probabilidade de que haja danos causados por fenômenos da natureza ou atividade humana, que resultem em perdas de vidas, danos à propriedade, rupturas sociais e econômicas em área habitada. Pode ser classificado em Riscos Naturais, segundo sua origem em hidrometeorológicos, geológicos e biológicos ou ainda em Riscos Tecnológicos.

De outro modo, a definição tradicional de Risco é a probabilidade (p) de que determinado evento possa ocorrer pelo menos uma vez ou ser ultrapassado em maior magnitude, num determinado intervalo de tempo. Por sua vez, o tempo de retorno (T) é o inverso da probabilidade p e representa o tempo, em média, que esse evento tem chance de se repetir.

$$p[X \geq x] = 1/T \quad (3.2)$$

Assim, o risco (R) ou a probabilidade de ocorrência de uma precipitação, nível ou vazão igual ou superior, num determinado período de “ n ” anos pode ser determinado por:

$$R = 1 - (1 - p)^n \quad (3.3)$$

Unindo as equações (3.2) e (3.3), obtêm-se:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \quad (3.4)$$

Em fase de concepção de projeto de obras de controle de cheias, as variáveis hidrológicas – chuva e vazão - são utilizadas na análise, muito embora outros aspectos necessitem ser utilizados, como os de ordem tecnológica, econômica, ambiental, social, legal e de segurança pública. Porém, a quantificação e análise dos vários aspectos intervenientes são bastante complexas; desse modo, raramente realizada. A abordagem clássica no desenvolvimento de projetos, exposta acima, consiste em uma análise hidrológica, tendo em vista a natureza probabilística dos eventos hidrológicos, a partir do conhecimento dos danos resultantes de inundações.

Dessa análise hidrológica, portanto, obtém-se um parâmetro importante que define o grau de segurança de uma obra hidráulica ou o Risco de ocorrência de um evento extremo a que uma comunidade possa estar exposta.

Nessa temática de exposição à inundação, Vrijling et al. (1995) discutem dois pontos de vista:

- a) o primeiro descreve o risco individual - que decide garantir uma atividade, pesando os riscos versus os benefícios pessoais diretos e indiretos. Um importante aspecto é o grau de voluntariedade com que a decisão é tomada e o risco é tolerado;
- b) a segunda abordagem estabelece que o risco seja aceitável por toda a população envolvida (risco social). Embora, em princípio, na decisão social pese a análise dos benefícios contra os custos sociais de incluir os riscos, a avaliação não é explicitamente fácil.

Entretanto, numa análise de risco também pode ser levada em consideração a habilidade de uma dada população em reagir e recuperar-se de um perigo natural, denominada como capacidade de reação (resiliência). Assim, quanto maior for a capacidade de resposta de um sistema social, menores são os danos, o que diminuiria o risco (MARCELINO et al., 2006b), como é caso de Blumenau nos eventos de 1983 e 1984.

Seguindo nessa linha de análise de riscos e suas percepções, Kreibich et al. (2005) analisaram detalhadamente 1200 residências que foram atingidas pela inundação de agosto de 2002, na bacia do rio Elba, Alemanha. Seus moradores foram entrevistados e questionados sobre os danos de inundação nas suas construções e conteúdos, bem como suas medidas de precaução. Os resultados indicaram que somente 15% tinham experiências anteriores de inundações 59% dos entrevistados desconheciam que moravam em áreas sujeitas à inundação e somente 6% dispunham de adaptações contra inundações.

SUMÁRIO DO CAPÍTULO

As inundações e seus danos estão associados à geografia do local e potencializados pelas características de uso e ocupação do solo.

Avaliar os danos pressupõe, a priori, qualificá-los e quantificá-los, partindo das condições pré-existentes à inundação, ou seja, da densidade de ocupação, dos padrões construtivos, das áreas construídas, da qualidade e quantidade dos conteúdos, dentre outros aspectos. Esses aspectos são mensuráveis, portanto, passíveis de seus valores monetários serem determinados e identificados como danos tangíveis. Contudo, a avaliação dos danos é uma atividade complexa que demanda muita habilidade, principalmente para a determinação dos danos denominados de intangíveis, mas, de mesmo modo, importantes para uma visão mais integrada do problema.

A avaliação dos danos intangíveis requer uma abordagem qualitativa e, pode ser obtida através de depoimentos e manifestações de pessoas que vivenciaram eventos de inundações, ou seja, das percepções: da consciência do problema, da memória espontânea e dos prejuízos decorrentes e, das reações: das atitudes de ajustamentos e de juízos de valor.

Os métodos de avaliação dos danos tangíveis seguem duas abordagens básicas: (i) a histórica, que prima pela pesquisa de campo, após a ocorrência de uma inundação, porém, apresenta uma significativa desvantagem, pois retrata as condições do momento da pesquisa, além de requerer tempo e recursos para a sua obtenção e, (ii) a sintética, que descreve os danos potenciais, a partir do uso de parâmetros representativos do local, como a área construída relacionada aos níveis de submersão.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Materiais

Um modelo de avaliação de danos utiliza uma grande quantidade de informações, como os dados cadastrais das edificações e seus usos, além das séries históricas de variáveis hidrometeorológicas, como as precipitações, níveis e vazões e, as manchas de inundação associadas ao tempo de retorno. Os níveis e as vazões máximas do posto fluviométrico de Blumenau serão utilizados para correlacionar os períodos de retorno com os danos associados aos eventos estudados.

4.1.1. Dados hidrológicos

Na Tabela 4.1 constam os postos instalados no município. Os níveis máximos anuais foram utilizados do posto fluviométrico nº 83800002. Também foram utilizados dados históricos resgatados entre os anos de 1852 a 1939 (apresentados no item 2.1.4). A Figura 2.7 mostra a localização dos postos.

Tabela 4.1 – Descrição dos postos fluviométricos

Nome	Código	Coordenadas	Área da bacia (km²)	Período
Usina Salto	83740000	26°53' 49°08	11.600	1914 ao presente
Itoupava Seca	83780000	26°53' 49°05	11.719	1928 a 1954
Garcia	83820000	26°58' 49°04	127	1929 a 1967
Blumenau	83800002	26°55' 49°04	11.803	1939 ao presente

Fonte: Agência Nacional de Águas - ANA

4.1.2. Manchas de inundações

Para quantificar os danos na área urbana do município de Blumenau foram utilizados os seguintes materiais:

- a) as informações do “Mapa com os Níveis de Inundação”, do município de Blumenau, que apresenta os níveis de inundações, correlacionados ao período de retorno: 10,80 m (T = 5 anos), 14,10 m (T = 20 anos) e 16,80 m (T = 100 anos), (BRASIL, 1987);
- b) mapeamento de Área Inundável de Blumenau - SC nas escalas 1: 2.000, com curva de níveis de 1 m e 1:10.000, com curva de níveis de 5 m. Os pontos escolhidos correspondem aos cruzamentos de ruas na área urbana (PINHEIRO, 1987);
- c) cota-Enchente para a cidade de Blumenau, que indica nos cruzamentos de ruas as respectivas Cotas de Enchentes (CORDERO; BUTZKE, 1995);
- d) relatório de cotas de enchente em cruzamentos da cidade referenciados às inundações de 1984 e 1992 (Ceops, 1992).

4.2. Métodos

4.2.1. A hidrologia da área de estudo

Realizou-se um estudo das variações temporais dos níveis do posto fluviométrico de Blumenau, código nº 83800002, para o período de 1939 a 2008. Utilizaram-se os dados históricos de níveis extremos no período que antecede a instalação do posto, entre 1852 a 1939.

4.2.2. Estimativa do período de retorno

Para a análise estatística da série dos dados de vazões máximas em Blumenau a uma distribuição teórica de probabilidade foi escolhido o método de Gumbel ou do método dos valores extremos, associando, portanto, aos danos.

Com base na teoria dos extremos de amostras ocasionais, Gumbel demonstrou que, se o número de vazões máximas anuais tende para o infinito, a probabilidade P_i de qualquer uma das máximas ser maior ou igual do que um certo X_i é dada pela equação (VILLELA; MATTOS, 1975):

$$P_i = 1 - e^{-e^{-y_i}} \quad (4.1)$$

onde: y_i é a variável reduzida, dada por:

$$y_i = a(X_i - X_f) \quad (4.2)$$

onde: a é um parâmetro; X_i é um certo valor da variável aleatória X (vazões máximas anuais); $X_f = \mu - 0,450 \cdot \sigma$ para $n \rightarrow \infty$ (μ é a média e σ é o desvio padrão). Na prática, como não se tem um número suficiente de dados para se considerar, no presente trabalho, considera-se $n \rightarrow \infty$.

Segundo Gumbel, os parâmetros X_f e a são obtidos pelas seguintes expressões:

$$X_f = \bar{X} - S_x (\bar{y}_n / S_n) \quad (4.3)$$

$$a = S_n / S_x \quad (4.4)$$

onde: \bar{X} é a média da variável X (vazões máximas); \bar{y}_n e S_n são a média e o desvio padrão da variável reduzida (valores tabelados em função do número de dados); e S_x é o desvio padrão da variável X .

Calcularam-se as vazões do posto 83800002 com as equações propostas por Cordero; Medeiros (2003) para o período de 1852 a 1988 pela equação (4.5) e para o período de 1989 a 2008 pela equação (4.6).

$$Q = 63.(H + 0,50)^{1,59} \quad (4.5)$$

$$Q = 67.(H + 0,60)^{1,59} \quad (4.6)$$

4.2.3. Elaboração do plano amostral

A utilização de questionários que visem à determinação dos danos é indispensável para se conhecer a abrangência e complexidade do fenômeno de inundação, por duas razões: (i) se inexistir um modelo de avaliação, é necessário identificar as múltiplas variáveis e suas inter-relações que possam de forma adequada, mensurar os danos; (ii) se existir um modelo de avaliação é necessário que sejam revistas e/ou atualizadas as variáveis do modelo, já que os padrões construtivos, conteúdos, densidades de ocupação são mutáveis ao longo do tempo.

Em Blumenau não houve até o momento, aplicações de questionários com o nível de abrangência necessária para a análise dos danos, conforme se propõe nesta pesquisa.

Para a aplicação de questionários nas áreas inundáveis do município de Blumenau, procurou-se determinar uma amostragem com representatividade estatística. Desse modo, para a elaboração do plano amostral utilizou-se o método de Amostragem Probabilística, por conhecer-se a população e o número de domicílios, pois o mesmo é um método eficiente de extrair uma amostra que reflita corretamente a variação existente na população como um todo.

Com o parâmetro da proporção relativa de um grupo na população, selecionou-se a amostra considerando-se uma confiabilidade de 95%. Considerando o cadastro municipal das edificações residenciais e comerciais nas áreas inundáveis, referente à inundação de 1992 (item 2.2.4), definiu-se uma pesquisa mínima de 377 entrevistas, sem a necessidade de estratificar os tipos de edificações. Assim, a pesquisa foi realizada em 285 domicílios e 102 em estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, totalizando 387 entrevistas.

4.2.4. Elaboração e aplicação dos questionários

Os dados foram coletados por meio de entrevistas pessoais individuais, com aplicação de instrumentos próprios, junto aos residentes e comércio/serviços em 19 bairros, dentre os 35 bairros que são atingidos a partir do nível de 8,5 metros.

Como o estudo requer investigações de cunho quantitativo e qualitativo, os questionários foram construídos de maneira distinta, sendo produtos dessa pesquisa.

Utilizou-se o questionário que McBean et al. (1988) aplicaram em sete comunidades na província de Ontário, Canadá, como referencial básico para a montagem do questionário desta pesquisa. Esse questionário foi o único encontrado durante a atividade de revisão bibliográfica.

Para ambos os tipos de investigação (residencial e comercial) foram obtidas informações cadastrais, características de cunho pessoal e familiar, renda familiar, características do imóvel, vivências e percepções de inundações.

Os questionários foram aplicados no período de maio a julho de 2008, por uma equipe composta de seis acadêmicos e outros quatro profissionais. Antes da aplicação dos questionários, procedeu-se a um teste piloto.

O teste piloto foi realizado com o intuito de selecionar as perguntas adequadas para serem incluídas na versão final dos questionários que foram utilizados na investigação. Desse modo, procurou-se realizar uma análise simples dos dados dos questionários com o intuito de se verificar quais perguntas que tiveram poucas respostas, quais os motivos, como ambigüidades (são sensíveis demais - porque pedem informações demasiado pessoais ou, ainda, solicitam informações desconhecidas para uma grande parte dos respondentes). Outro aspecto importante foi estabelecer um seqüenciamento conveniente das questões, de modo a não ferir susceptibilidades do entrevistado. Nessa análise preliminar foram realizadas 35 entrevistas abrangendo os bairros: Garcia, Ribeirão Fresco e Centro. Esse número de entrevistas está de acordo com a recomendação de Hill (2005) que propõe a aplicação de teste piloto em número de 30 a 50.

Com o objetivo de esclarecer cada tipo de investigação são descritas a seguir as duas abordagens da pesquisa: a investigação quantitativa e qualitativa. Constam no Apêndice A e B os questionários para as categorias residenciais e comércio / serviços, respectivamente. A Figura 4.1 mostra a estrutura do método que norteou a aplicação das entrevistas.

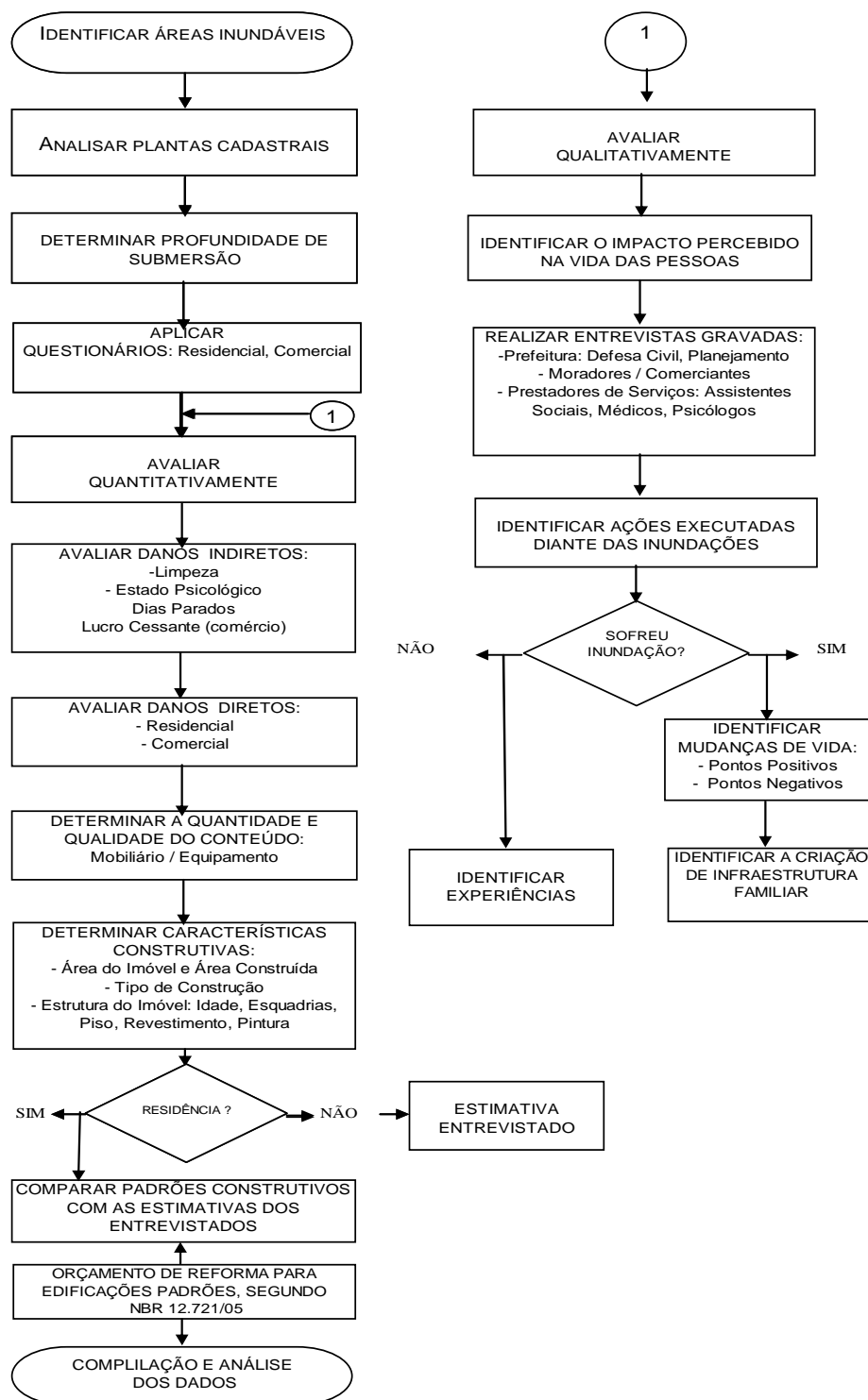


Figura 4.1. Fluxograma do método para aplicação das entrevistas

a) investigação quantitativa:

Para a realização das entrevistas, preliminarmente seguiram-se alguns critérios: (i) verificar com o morador se o imóvel ocupava uma área inundável; (ii) verificar se o morador passou por experiência de inundação; (iii) verificar o nível de inundação da edificação; (iv) verificar a idade do imóvel e suas características construtivas e (v) verificar as características do conteúdo interno. A seguir argumenta-se de forma sucinta os critérios expostos:

- Localização do imóvel: para a aplicação do questionário procurou-se definir os logradouros que já tiveram um histórico de convivência com as inundações, a partir das cartas-enchente.
- Moradores atingidos: buscou-se dar prioridade aos moradores que já foram atingidos por inundações e que ainda residem no local. Entretanto, também aplicaram-se questionários a moradores novos que passaram a ocupar imóveis já atingidos.
- Nível de inundação ou nível de submersão: para possibilitar o trabalho de determinação dos danos, procurou-se referenciar a residência e/ou o comércio com os níveis de inundação dos eventos de outubro de 2001 (nível = 11,02 m), maio de 1992 (nível = 12,80 m), agosto de 1984 (nível = 15,46 m) e julho de 1983 (nível = 15,34 m). O nível que as águas atingiram no interior do imóvel foi obtido com os proprietários e confirmado com a devida medição, através de trena, no momento da entrevista.
- Idade do imóvel: em relação à variável *idade do imóvel* procurou-se analisar o estado de conservação da edificação, pois é notório que a falta de manutenção periódica deixa-a mais fragilizada ao dano, além de estar associado também às técnicas construtivas.
- Características construtivas: quanto às características construtivas, vários aspectos relevantes precisam ser resgatados, como: área construída, tipo de construção, aberturas, pintura e estado de conservação.
- Características do conteúdo interno: dos entrevistados foram obtidas informações do conteúdo interno das edificações, quanto ao mobiliário e equipamentos, seja em termos da quantidade e estado de conservação dos mesmos.

Além desses critérios, os questionários foram construídos com um conjunto de atributos mostrados no Quadro 4.1.

Questionário	Características		
	Dados Cadastrais	Dados Construtivos e Conteúdos	Danos
Residencial	Identificação Endereço Posse imóvel Número de moradores Tempo ocupação Renda familiar bruta	Dimensões Área construída Área imóvel Tipo de construção Acabamento edificação Conteúdo/equipamentos	Enfermidades Número pessoas na limpeza Dias parados Estimativa limpeza Estimativa reforma Estimativa do dano
Comercial / serviços	Identificação Endereço Posse imóvel Número de funcionários Tempo ocupação	Dimensões Área construída Área imóvel Tipo de construção Acabamento edificação	Número pessoas na limpeza Dias parados Lucro cessante Estimativa limpeza Estimativa reforma Estimativa do dano

Quadro 4.1 - Características dos questionários

Quanto às características construtivas, procurou-se registrar o estado de conservação em três categorias: “A” (Bom estado de conservação); “B” (Médio estado de conservação); “C” (Mau estado de conservação).

Em relação ao conteúdo (móveis e eletrodomésticos) o critério adotado foi de estabelecer três categorias: “Novíssimo” (idade até 2 anos); “Relativamente Novo” (idade entre 2 a 5 anos); “Meia-vida” (idade superior a 5 anos).

b) investigação qualitativa:

Para a realização do trabalho, escolheu-se ainda a coleta de depoimentos semi-dirigidos, devidamente gravados, entrevistando onze pessoas mais significativas, dentre as entrevistadas nos dois questionários. Dois tipos de abordagens foram implementados: A primeira segue um questionário pré-definido, conforme pode ser visto no Apêndice C. Na segunda abordagem procurou-se ouvir as experiências de profissionais que já atuaram em inundações (funcionários da Prefeitura Municipal de Blumenau: da Defesa Civil e Secretaria de Planejamento, e Universidade Regional de Blumenau. Nesse caso, buscou-se identificar: (i) Os impactos percebidos na vida dessas pessoas e, (ii) Ações executadas diante de inundações; (iii) Os aspectos positivos relacionados às inundações e (iv) Os aspectos negativos relacionados às inundações.

c) tratamento dos dados

Após a coleta dos dados, realizou-se a digitação, o processamento e cruzamento dos dados no LHStat¹⁰. O LHStat é um software estatístico, com comandos e sistema de ajuda totalmente em português. Suas características mais detalhadas se encontram no Anexo A.

De quatro tipos de variáveis do software, utilizaram-se três: as numéricas, categóricas e texto, além de uma expressão tipo fórmula, associada à variável numérica. Para a análise dos dados, utilizaram-se as análises de variáveis categóricas, de variância e de regressão.

4.2.5. Determinação das manchas de inundações

A demarcação das manchas de inundações foi realizada a partir das “Cartas de Enchente”, obtidas das marcas registradas pela inundação de agosto de 1984 e confrontadas com os níveis de inundação nos cruzamentos de ruas. Como nessas cartas constam as manchas traçadas a mão, houve a necessidade de digitalizar todas as plantas planialtimétricas da área urbana, em escala 1: 2000, ano base de 2003, por meio de Autocad. Na sequência foram lançadas as manchas de inundação para os níveis 10,00 m, 12,00 m, 15,46 m e 17,00 m.

4.2.6. Avaliação dos danos

Diante das diversas características das inundações, como a altura de inundação, velocidade de escoamento, tempo de duração, o presente estudo considerou a altura de inundação (submersão) como sendo a variável fundamental na avaliação dos danos às propriedades.

¹⁰ Software desenvolvido por Dr. Cláudio Loesch e Dra. Marianne Hoeltgebaum, professores pesquisadores da Fundação Universidade Regional de Blumenau.

A partir dos dados obtidos das entrevistas, realizaram-se duas abordagens das dimensões quantitativas dos danos: (i) análise estatística dos dados das entrevistas aplicadas para as categorias residenciais e comércio/serviços (item 4.2.6.1) e, (ii) avaliação socioeconômica dos danos, a partir do desenvolvimento de equações que envolvem as áreas construídas das edificações, seus conteúdos e os custos da limpeza dos imóveis (item 4.2.6.2.).

4.2.6.1. Análise estatística dos danos.

Com as informações quantitativas obtidas por meio das entrevistas, realizaram-se várias análises, a partir das ferramentas estatísticas: (i) análise classificatória de variáveis; (ii) análise de variâncias e (iii) análise de regressão. Os resultados dessas abordagens exploratórias fundamentam as decisões que melhor descrevem os danos segundo o método estatístico.

4.2.6.2. Determinação econômica dos danos às edificações

Os quantitativos das categorias residenciais e comércio, incluindo uma série de características como: área construída e do lote, tipologia construtiva (tipo de material, abertura, telhado, pintura), ano da edificação, são obtidos das plantas digitalizadas das manchas de inundação. Essa atividade foi desenvolvida junto à Diretoria de Geoprocessamento - Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Blumenau, a partir da consulta ao “Cadastro Geral”, com a sobreposição das cartas digitalizadas, por meio do uso do software ArcGis.

O passo seguinte foi a quantificação dos custos, utilizando equações específicas para a quantificação dos danos: à edificação, ao conteúdo e referente à limpeza. Os valores relativos aos conteúdos e equipamentos eletrônicos foram tomados do comércio, tomando o cuidado de se utilizar os menores preços.

Os danos às propriedades residenciais foram aqueles relativos à sua estrutura e aos seus conteúdos. Os danos à edificação correspondem às características construtivas, enquanto que do conteúdo se refere aos bens de consumo (mobiliários e eletrodomésticos), localizados no interior da residência.

Dessa forma, a análise dos danos ocorreu a partir de uma abordagem sintética, sendo que os danos das edificações foram estimados com base num imóvel padrão, tipo unifamiliar e de um pavimento.

Os cálculos dos danos são desenvolvidos em planilhas eletrônicas *Excel*.

Danos à edificação:

Devido à enorme variabilidade das características construtivas das edificações residenciais, sobretudo quanto à localização, idade, área do imóvel e do estado de conservação, procurou-se diminuir essas incertezas, utilizando-se do critério de Enquadramento das Edificações proposto pela ABNT¹¹. O Quadro 4.2 apresenta as características principais desse enquadramento das edificações e também relacionadas às categorias das classes socioeconômicas proposto pelo método da ABEP (2007). O critério de enquadramento entre os dois métodos é a área construída. Adotou-se o critério da ABNT (2005) em função das dificuldades na obtenção de algumas informações durante os depoimentos das entrevistas, conforme é apresentado no item 3.2.1.1.

Classe¹	Tipo de Residência	Código²	Descrição
E	Popular	RP1Q	Sala, 1 quarto, banheiro e cozinha Área real: 39,56 m ²
D, C ₁ , C ₂	Padrão Baixo	R1 - B	Sala, 2 quartos, banheiro, cozinha e área de serviço. Área real: 58,64 m ²
B ₁ , B ₂	Padrão Normal	R1 - N	Sala, 3 quartos (1 suíte), banheiro, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda/abrigo. Área real: 106,44 m ²
A ₁ , A ₂	Padrão Alto	R 1 - A	Sala, 4 quartos (2 suítes e 1 closet), banheiro, cozinha, dependências completas de serviço e varanda/abrigo. Área real: 224,82 m ²

Quadro 4.2 – Características dos projetos-padrão de residência unifamiliar.

Fonte: Adaptado de Salgado (1995). Obs.: (1) ABEP (2007); (2) ABNT (2005)

¹¹ NBR 12.721/2005 – “Lotes básicos de materiais, mão-de-obra e despesas administrativas”.

Para a determinação dos danos à edificação, os imóveis devem ser depreciados. Embora Salgado (1995) proponha 20% do valor do CUB – Custo Unitário Básico de Construção Civil -, o presente trabalho utilizou um índice de 5% do valor do CUB. A definição dessa porcentagem resulta da composição da equação (4.7), que levou em consideração as análises dos danos obtidos nos depoimentos dos moradores. Além disso, para a obtenção do dano em função da altura de inundação utilizaram-se as porcentagens indicados na Tabela 4.2, de acordo com o padrão do imóvel.

Tabela 4.2 - Porcentagem de dano na edificação em função do nível de submersão da água e classe econômica (PED)

Código	Classes	Alturas de Submersão (m)				
		Até 1,0	1,0 a 2,0	2,0 a 3,0	3,0 a 4,0	4,0 a 5,0
R1-A	A ₁ , A ₂	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32
R1-N	B ₁ , B ₂	0,13	0,17	0,2	0,26	0,28
R1-B	C ₁ , C ₂ , D	0,13	0,16	0,18	0,24	0,26
RPIQ	E	0,14	0,17	0,2	0,26	0,28

Fonte: Adaptado de SALGADO (1995); OLIVIERI; SANTORO (2000)

Modificando a equação proposta por Salgado (1995), usou-se a equação (4.7):

$$DRE = 0,05.CUB.PED.Ac \quad (4.7)$$

onde: DRE é o dano residencial relativo à edificação (R\$); 0,05 é uma constante; CUB é o custo unitário básico de construção civil (R\$/m²); PED é porcentagem do dano na edificação, conforme a Tabela (4.2); e Ac é a área construída (m²).

Danos ao conteúdo:

Para quantificar os danos relativos ao conteúdo, o método utilizado baseou-se em Salgado (1995), Lima (2003) e Machado et al. (2005). Devido à variabilidade dos tipos, quantidades e qualidade do conteúdo, que são dependentes das condições socioeconômicas das famílias, utilizaram-se as classes propostas por ABEP (2007), como indicador dos

conteúdos. No Quadro 4.3 constam os itens de conteúdo e a distribuição mais comum nas residências. Esses itens representam um imóvel padrão de uma família de classe média (B1 ou B2). Esses conteúdos foram orçados com preço à vista, a partir de pesquisa de mercado, considerando aqueles valores com menor preço. Aos itens não listados, como: roupas, utensílios domésticos, peças de decoração, gêneros alimentícios, adotou-se como critério de majoração um acréscimo de mais 15% do valor real.

Cômodo	Ítem
Sala de Estar	Sofá de 2 lugares
	Sofá de 3 lugares
	Mesa de centro
	Estante
	Armário baixo
	Ar condicionado
	Ventilador
	Televisão de 29"
	DVD
	Micro system
	Micro computador
	Rack de computador
	Mesinha
	Telefone
Luminária de mesa	
Sala de Jantar	Conjunto de mesa e 6 cadeiras
	Armário baixo (buffet)
Quarto de casal	Cama de casal
	Colchão de casal
	Armário duplex
	TV 20"
	Cômoda
	Telefone
	Mesa de cabeceira (2 unidades)
	Luminária de mesa
	Rádio relógio
Quarto de solteiro	Cama de solteiro
	Colchão de solteiro
	Armário duplex
	Cômoda
	Mesa de cabeceira
	Luminária de mesa
	Rádio relógio
	Mesa de estudo
	Cadeira
	ventilador
Cozinha e Área de serviço	Armário de cozinha balcão
	Armário de cozinha paineliro
	Armário de cozinha parede
	Conjunto de mesa e 4 cadeiras
	Fogão
	Depurador
	Forno elétrico
	Microondas
	Geladeira
	Freezer
	Torradeira
	Liquidificador
	Batedeira
	Lavadora de louças
	Cafeteira
	Lavadora de roupas
	Ferro de passar roupas
Aspirador de pó	

Quadro 4.3 – Conteúdo de uma residência padrão B1 ou B2
Fonte: Adaptado de Salgado (1995)

Os danos relativos ao conteúdo e a edificação foram informados em R\$/m², tomando o valor total dos itens danificados pela área do imóvel padrão (B₁, B₂), ou seja, 106,44 m².

Para as demais classes socioeconômicas, utilizou-se um fator multiplicador baseado na pontuação máxima de cada classe adotada pela ABEP (2007), que é apresentado na Tabela 4.3. Nesse quadro consta o fator multiplicador para imóvel padrão B₁ e B₂. Como a análise dos dados das entrevistas apontou uma frequência relativa 34,9% para a classe B₂ e 12,7% para a classe B₁, foram adotados os fatores de multiplicação (FM) relativos à classe B₂.

Tabela 4.3 - Fator multiplicador dos conteúdos do imóvel padrão

Classe	Fator Multiplicador (Imóvel padrão B ₁)	Fator Multiplicador (Imóvel padrão B ₂)
A ₁	1,35	1,64
A ₂	1,20	1,46
B ₁	1,00	1,21
B ₂	0,82	1,00
C ₁	0,65	0,79
C ₂	0,50	0,60
D	0,38	0,46
E	0,20	0,25

Fonte: Adaptado de Salgado (1995)

Assim, os danos relativos ao conteúdo podem ser obtidos como:

$$DRC = \left[(0,50.Cip.FM) / Aip \right] . Ac \quad (4.8)$$

onde: DRC é o dano relativo ao conteúdo das residências (R\$); 0,50 é uma constante; Cip é o custo do conteúdo do imóvel padrão (R\$); FM é o fator de multiplicação; Aip é a área do imóvel padrão (B₁ ou B₂) (m²); e Ac é a área construída (m²).

Custos relativos à limpeza das propriedades:

As águas que invadem as propriedades deixam muitos resíduos e animais mortos, que necessitam ser retirados. A Tabela 4.4 apresenta uma relação de tempo de limpeza por pessoa, por área construída, de acordo com a altura de inundação, baseados em valores sugeridos por Penning-Roswell e Chatterton (1977).

Tabela 4.4 - Tempo de limpeza em função do nível de submersão

Nível de Submersão (m)	Horas/m ² /pessoa
0,50 a 0,75	0,25
0,75 a 1,00	0,50
1,00 a 1,50	1,00
1,50 a 2,00	3,00
2,00 a 3,50	5,00
3,50 a 5,00	8,00

Fonte: Modificado de Penning-Roswell; Chatterton (1977)

Para a obtenção dos custos relativos à limpeza da propriedade utiliza-se a seguinte equação (4.9):

$$DLR = \left[\left(\frac{RF}{NP} \right) \left(\frac{ES}{HM} \right) \right] TL \cdot Ac \quad (4.9)$$

onde: *DLR* é o dano relativo à limpeza residência (R\$); *RF* renda média mensal familiar (R\$); *NP* é o número de moradores adultos por residência; *ES* Encargos sociais (estimativa média de impostos e contribuições obrigatórias que incidem no salário); *HM* é o total de horas de trabalho por mês (média de 21 dias trabalhados ao longo do mês e 8 horas diárias); *TL* é o tempo de limpeza (horas/m²/pessoa); e *Ac* é a área construída inundada (m²). O presente trabalho utiliza o índice *ES* = 1,9502.

4.2.6.3. Investigação qualitativa dos danos

Como esse estudo requer investigações de cunho qualitativo, buscou-se resgatar aquelas informações úteis das entrevistas que permitam colher as experiências, percepções e reações diante de inundações.

Para a abordagem dessa temática, foram utilizadas entrevistas gravadas com os residentes (cinco), comércio (três) e técnicos (três). As entrevistas gravadas seguiram quatro eixos de abordagens com questões semi-abertas: (i) quanto ao local (vantagens e/ou desvantagens); (ii) quanto a criação de infraestrutura de vivência no local; (iii) quanto às lembranças das inundações; e (iv) quanto a atuação dos órgãos públicos. O modelo da entrevista se encontra em Apêndice C.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Introdução

Este capítulo apresenta inicialmente, os depoimentos gravados de “pessoas-fonte”, dentre os entrevistados e de técnicos, de modo a identificar, a partir das percepções e das reações, as ações dos mesmos, que tenham ou não empreendido no local, com o intuito de minimizar os danos. Os dados quantitativos das entrevistas, obtidos junto aos domicílios e comércio/serviços são discutidos estatisticamente. Por último, apresentam-se os resultados de uma abordagem econômica dos danos para as edificações residenciais e comércio/serviço.

5.2. Percepções e Reações Associadas às Inundações

As percepções e reações dos entrevistados foram analisadas com base na caracterização dos mesmos, tais como: a escolaridade, as condições socioeconômicas, comportamentos e adaptações em suas vidas e moradias.

Antes de discutir os resultados, apresentam-se alguns depoimentos colhidos nas entrevistas, que ilustram as realidades dos entrevistados. Em vários depoimentos observou-se o drama humano diante de uma situação do convívio com as inundações, suas implicações e a sintonia com o sistema de monitoramento e alerta de cheias:

É um **desespero sempre**, para todo mundo quando começa o noticiário de que o rio está subindo. Porque eu tenho oito cachorros. Sou da Sociedade Protetora dos Animais e **tenho que arrumar um lugar e alguém que cuide**. Você não pode simplesmente colocar em seu quarto. Então, tudo isso começa a preocupar e também aonde deixar o carro, a moto. Enfim, tudo vai ter que tirar do local. Porque não é tão fácil, não é tão fácil tirar os móveis, geladeira e levar para o piso superior. É tudo muito exaustivo e ninguém pode te ajudar. Cada família,

cada vizinho tem que socorrer sua própria casa. Então, **quando se tem uma informação exata ou quase exata de quantos metros o rio vai atingir, nós começamos a remover os móveis** (Grifo nosso, I.H.).

Em outro depoimento, verificou-se o aprendizado com as inundações. A entrevistada mostra sua habilidade de organização em sua moradia/comércio e capacidade de convívio no local, desde o ano de 1975:

Não guardar “cacarecos” em casa. Aprendi a ser organizada com os objetos em gavetas, pois somente levamos as gavetas na hora do aperto. Antigamente ficava apavorada. Hoje estou disciplinada, tipo: - sei aonde começar. Odeio não saber o que fazer. **Hoje encaro com a maior naturalidade** (Grifo nosso, M.S.G.).

Uma característica comportamental identificada nas entrevistas foi a solidariedade entre parentes e vizinhos, principalmente no que se refere ao acolhimento e à alimentação solidários. Verificaram-se como os entrevistados expressam esse sentimento, como resolveram alguns problemas e a confirmação do abrigo:

Olha, é o coração, o lado cristão. Nós precisamos ajudar as pessoas. Durante as chuvas de julho de 1983 estávamos preocupados e o rio começou a transbordar. Eu e meus filhos começamos a ajudar as pessoas e recolhemos aqui 64 pessoas. Olha, nós fazíamos o seguinte: um pouco descansava até a meia noite, um pouco até a 3 da manhã e depois até as 8, porque era uma casa pequena. Tinha 6 idosos, umas 12 crianças e os adultos eram na faixa de 40 – 50 anos. Quanto à comida. Bem, fazíamos muito pão. A igreja Nossa Senhora Aparecida cedeu panelas e comida. O supermercado também. Eu fazia tudo de novo, para acolher as pessoas. Tudo a mesma coisa, porque não tem: – o fogo, a água, você tem que correr! Tem que largar tudo. Tem que correr. Salve-se pelo menos! O que me levou a fazer isso é o coração, o lado cristão. Nós precisamos ajudar as pessoas, sabe [emocionada...] (A.A.).

5.2.1. Caracterização dos entrevistados

Nas Tabelas 5.1 a 5.7 são apresentados os resultados de uma abordagem estatística. O número de casos selecionados e indicados no rodapé de cada tabela não são os mesmos, face à ausência de respostas para algumas das indagações.

Entre os domicílios pesquisados não houve registro de analfabetos e constatou-se um bom nível de escolaridade, como é o caso daqueles que possuem o ensino superior. Contudo, predominam aqueles que cursaram até a quarta série do ensino fundamental, seguido daqueles que cursaram entre a quinta e oitava série. Também se verifica que um número significativo dos consultados concluiu o ensino médio (**Tabela 5.1**).

Tabela 5.1 - Escolaridade dos entrevistados

Referência	Casos	Percentual (%)
Até 4ª série	125	49,8
Até 8ª série	48	19,1
Ensino médio incompleto	8	3,2
Ensino médio	42	16,7
Ensino superior incompleto	4	1,6
Ensino superior	24	9,6
Total de casos selecionados	251	100

A Tabela 5.2 apresenta um indicativo do padrão socioeconômico dos entrevistados. Do universo pesquisado, verificou-se que um elevado índice possui imóvel próprio (86,8%), apenas 11,0% são imóveis alugados e 2,2% cedidos, ou seja, não pagam aluguel. Dessas moradias, predominam as de alvenaria (59,4%), seguidas pelas mistas (32,2%) e 8,4% de madeira (**Tabela 5.3**).

Tabela 5.2 - Características de posse das moradias

Referência	Casos	Percentual (%)
Alugado	30	11,0
Cedido	6	2,2
Próprio	237	86,8
Total de casos selecionados	273	100

Tabela 5.3 - Tipologia das construções referente ao material da moradia

Referência	Casos	Percentual (%)
Alvenaria	162	59,4
Madeira	23	8,4
Mista	88	32,2
Total de casos selecionados	273	100

Pela tipologia das construções, observa-se que os moradores dispõem de adaptações em suas moradias, como é o caso do número de construções com mais de um piso. Isso está identificado na Tabela 5.4, com a caracterização de que: 38,6% possuem moradias com mais de dois pisos (2 ou 3 pisos) e as edificações com piso único totalizam ainda 56% do total. Por meio das entrevistas, verificou-se dos moradores que possuem casas com mais de um piso, que os mesmos ergueram com o propósito de se adaptarem às inundações. De outro modo, muitas edificações de piso único realizaram uma ou mais ações como: (i) a remoção dos conteúdos; (ii) erguendo-os a uma cota mais elevada da própria casa; (iii) a retirada total dos bens para um local mais seguro; e (iv) construção de peças de alvenaria interna, em substituição às poltronas e armários de cozinha, por exemplo.

Tabela 5.4 - Tipologia das construções referente ao número de pisos

Referência	Casos	Percentual (%)
Casa com 1 piso sem subsolo	154	56,0
Casa com 1 piso com subsolo	15	5,4
Casa com 2 pisos sem subsolo	105	38,2
Casa com 3 pisos sem subsolo	1	0,4
Total de casos selecionados	275	100

A Tabela 5.5 mostra a frequência dos domicílios, distribuída entre seis faixas de submersão adotadas, tomando como referência o nível de inundação de 1983 (15,34 m). As faixas (<1), (1-2) e (2-3) m, totalizam 56,4% dos domicílios. Essas faixas, possivelmente, apresentam menores danos às edificações. A partir da faixa de (3-4) m os danos tendem a crescer, pois começam a atingir a cobertura das moradias. A Tabela 5.6 indica que na categoria mista ocorre uma distribuição em todas as faixas de submersão, com o detalhe importante de que, parte delas, são as casas com dois pisos. Porém, predominam aquelas com peças, como as cozinhas e/ou os banheiros, em alvenaria e as demais peças, normalmente em madeira. Nas categorias das casas de alvenaria e madeira, predominam aquelas construídas em área mais seguras (menores faixas de inundação).

Tabela 5.5 - Frequência de residências por faixas de inundação ⁽¹⁾

Faixas de submersão(m)	Frequência	Relativa (%)	Acumulada (%)	Início IC (%)	Fim IC (%)
<1	40	15,0	15,0	11,1	19,8
1-2	61	23,0	38,0	17,9	28,0
2-3	49	18,4	56,4	13,4	22,7
3-4	41	15,4	71,8	11,1	19,8
4-5	41	15,4	87,2	11,1	19,8
>5	34	12,8	100,0	8,8	16,8
TOTAL	266	100,0			

(1) IC: intervalo de confiança de 95%

Tabela 5.6 - Frequência de residências por faixas de inundação e tipo de construção

Faixas de submersão(m)	Total	Alvenaria		Madeira		Mista	
		Frequên.	Relat.(%)	Frequên.	Relat.(%)	Frequên.	Relat.(%)
<1	40	24	15,2	6	27,4	10	11,6
1-2	61	41	25,9	4	18,2	16	18,6
2-3	49	31	19,6	3	13,6	15	17,4
3-4	41	26	16,5	3	13,6	12	14,0
4-5	41	21	13,3	3	13,6	17	19,8
>5	34	15	9,5	3	13,6	16	18,6
TOTAL	266	158	100	22	100	86	100

Um indicador que pode estar associado ao padrão socioeconômico dos entrevistados refere-se à idade do imóvel. A Tabela 5.7 apresenta uma análise estatística descritiva dessa variável. Percebe-se que as medidas de tendência central, representada pela média, 36,07 anos; mediana, 35 anos e a moda, 40 anos, não são discrepantes. A dispersão, medida pelo coeficiente de variação em 44,86% pode ser considerada como média. Com base nas entrevistas, verificou-se que as edificações mais antigas são todas em alvenaria.

Tabela 5.7 - Estatísticas da variável “idade do imóvel” no momento da pesquisa (2008)

Parâmetro	Indicador
Número de casos	242
Mínimo	1
Máximo	100
Média	36,07
Mediana	35
Moda	40
Desvio-padrão	16,18
Coeficiente de variação (%)	44,86
Coeficiente de assimetria	+0,644

5.2.2. Experiências dos entrevistados quanto às inundações

5.2.2.1. Percepções

As variáveis que se relacionam à percepção são: a consciência da problemática das inundações, a memória e os danos delas decorrente (**Tabelas 5.9 a 5.11**).

Os moradores e comerciantes apontaram nas entrevistas gravadas os motivos e/ou as vantagens de permanecerem nas áreas inundáveis:

A esposa não quer sair daqui. Moramos perto da igreja. Tudo está preparado, conforme o gosto pessoal da casa, do jardim. Saindo daqui levaríamos muito tempo para deixar do jeito que a gente gosta das nossas coisas (L.J.K.).

Olha, alí criamos raízes. Temos carinho no local onde nascemos. Temos amigos, vizinhos, constituímos família no local. Na verdade, a gente ama o local onde mora. A verdade é essa. Construir novamente, se adaptar em outro local é mais complicado. E depois tem o saudosismo. Eu tenho uma palmeira plantada pela mamãe. Ainda tem outra árvore que o papai plantou. Então são meio saudosistas, essas coisas. Isso nos prende (I.H.).

É o ponto comercial que nos prende aqui. O local é ótimo de se morar e trabalhar. O Bairro é muito bom. Vizinhos são bons. Não se incomoda com os vizinhos. Já os negativos são as enchentes (M.S.G.).

Local é estratégico. Também não está num nível tão baixo e tenho o segundo pavimento. O prédio é próprio (J.N.T.).

As manifestações dos moradores a respeito da desvalorização dos imóveis são aqui resgatadas (**Tabela 5.8**). Segundo suas próprias avaliações, um grupo significativo afirmou que o imóvel não desvaloriza (31,1%). De outro modo, um grupo respondeu categoricamente que o imóvel desvaloriza (29,6%). Porém, pode ser um quantitativo ainda mais significativo, pois muitos não souberam indicar uma porcentagem de desvalorização (39,3%).

Tabela 5.8 - Frequências para a variável desvalorização do imóvel

Categoria	Frequência	Relativa (%)	Acumulada (%)
Desconhece	81	39,3	39,3
Não desvaloriza	64	31,1	70,4
Desvaloriza	61	29,6	100
TOTAL	206	100,0%	

A Tabela 5.9 apresenta uma análise estatística descritiva daqueles casos que propuseram uma desvalorização do imóvel. Em termos de tendência central, a média, a mediana e a moda apresentam pouca variação. Isso também é reforçado pelo coeficiente de assimetria de padrão fraco (+0,162), caracterizando que a curva de distribuição é praticamente simétrica e passa pelo centro da distribuição. O teste de aderência de *Kolmogorov-Smirnov* indicou a aceitação da hipótese da Normalidade (Tabela 5.10). Isso é importante, pois a forma exata da distribuição normal é definida por uma função que tem apenas dois parâmetros: média e desvio padrão. Assim, uma propriedade característica da distribuição normal é que 68% de todas as suas observações caem dentro de um intervalo de 1 desvio padrão da média e 95% das observações caem dentro de um intervalo de 2 desvios padrões da média.

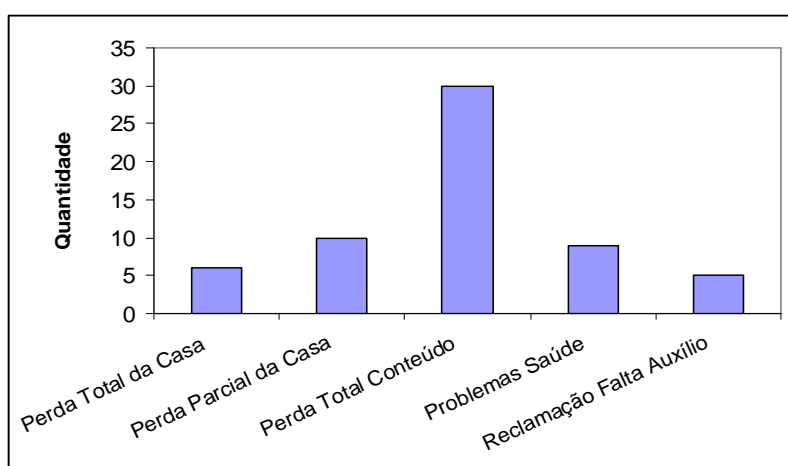
Tabelas 5.9 - Estatísticas da variável “desvalorização do imóvel”

Parâmetros	Indicador
Número de amostras	61
Mínimo (%)	0
Máximo (%)	80
Média (%)	36,72
Mediana (%)	40
Moda (%)	30
Desvio-padrão (%)	15,40
Coeficiente de variação (%)	41,96
Coeficiente de assimetria	+0,162

Tabela 5.10 - Teste de aderência da variável “desvalorização do imóvel”

Referência	Indicador
Número de casos	61
Estatística D máximo	0,144
Nível de significância (%)	5
D crítico	0,171
Hipótese H0	Aceita

Na Figura 5.1 são indicados atributos das perdas materiais como: perda total ou parcial da casa e seus conteúdos, problemas de saúde e falta de auxílio. Sobressai o atributo “perda total do conteúdo”, evidenciando que o despreparo dos próprios moradores ou mesmo a ausência de um serviço de alerta aos moradores tenha levado a isso.

**Figura 5.1** - Resgate da memória das pessoas com relação aos danos em 1983

5.2.2.2. Reações

As variáveis que se relacionam com as reações indicam os ajustamentos e juízos de valor realizados pelas pessoas, a partir de medidas emergenciais ou duradouras, visando garantir maior segurança à propriedade, seus conteúdos e suas vidas. A seguir são analisadas questões obtidas

das entrevistas e de depoimentos gravados de moradores e empresários da categoria comercial e “experts” do sistema de defesa civil que tiveram participação direta nas inundações.

Um dos fatores determinantes para a análise das reações dos sujeitos é a ocupação do seu espaço inundável, suas expectativas e preparação diante de ameaças de inundações:

A enchente é uma atividade que avisa. O Dr. Blumenau, mesmo sabendo que aqui dava enchente, construiu a cidade, digamos em área alagada.

Hoje, se analisarmos, após 1983, 25 anos depois, as pessoas se esqueceram do que é enchente. Terremoto a gente nunca esquece, porque a qualquer momento pode acontecer [o respondente é chileno]. Existe realmente uma situação bem diferente, mas ambas são preocupantes. O terremoto, não se sabe se vai parar, ou prosseguir. Não tem aonde se esconder. Numa enchente, você se prepara, compra produtos, tem tempo em função do deslocamento das águas, desde as suas nascentes no alto vale (P.F.).

Ficamos nervosos. Fazer o quê. Todos se ajudam (G.B.).

Muita tristeza. O corpo não descansa. Desespero. À noite, muitos transformadores explodiam [...]. Muito medo (M.L.L.).

Ficamos tranquilos. Esperamos subir as águas e abaixar (M.S.G.).

Prova disso é que ainda hoje, passados 25 anos, quando escuto chuva forte eu não durmo mais. Perco a noite. Acordo assustado, olho ao redor imaginando o que pode estar acontecendo (JNT).

No entanto, não é suficiente apenas a percepção da realidade, mas também é necessário conhecer a ação concreta das atitudes dos sujeitos, a partir da criação de infraestrutura adotada:

Em 1983 e 1984 levantamos todos os eletrodomésticos, roupas, utensílios domésticos, mantimentos, mas tudo foi inundado, tudo perdido (L.J.K.).

Outras medidas ainda relacionadas, principalmente ao ano de 1983, são mostradas na Figura 5.2. São identificadas seis medidas importantes das reações dos moradores. Destaque para aquelas de maior frequência: “Receberam Auxílio de Terceiros”, “Reconstrução da Casa em dois

Pisos” e “Reconstrução Total das Casas”. Isso evidencia os impactos dos danos socioeconômicos, além das ações necessárias para a retomada da vida social. Os indivíduos que reconstruíram suas casas em dois pisos o fizeram, em sua grande maioria, com o primeiro piso em alvenaria e o piso superior em madeira (casa mista) ou, ainda, suspenderam as casas antigas de madeira com macacos hidráulicos. Desse modo, ficando o primeiro piso em alvenaria.

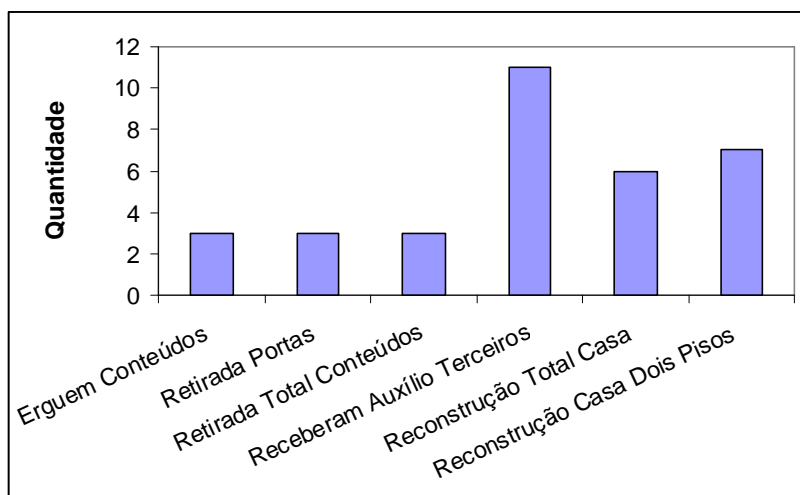


Figura 5.2 - Principais ações dos moradores na inundação de 1983

Em alguns depoimentos foram identificados os procedimentos adotados para garantir o salvamento dos bens e produtos:

O que fazer primeiro?! Em 1,5 horas se retiram as coisas. As roupas se ensacam, colocando-as no forro da casa. Fica-se acompanhando a rádio. A comida foi colocada no forro. Tudo foi inundado. Brotou feijão, arroz. Cheirava muito mal. Jogamos tudo fora (M.L.L.).

Todos se ajudam. O pior é a condução para transportar os móveis. O pior é a geladeira. O ruim é quando vem caçamba. Como levantar uma geladeira? (G.B.).

Nos depoimentos seguintes é comentado o tempo necessário para as intervenções de retirada dos objetos, o esforço e a duração para a limpeza da propriedade:

Eh, eh... não existe um tempo exato. O ruim disso tudo é que, primeiro – tem que ser feito descalço, porque se escorrega. É chuva caindo, água subindo e você tirando os móveis - descalço. Segundo, eu costumava colocar aquelas botas, aquelas de borracha, mas a água entra dentro da bota. Pior ainda, sova o pé, machuca o pé. Então, depende do que se quer tirar. Tira o principal e vai colocando em cima de latões. O super esforço - até sempre digo: poxa, nessas eventualidades se adquire mais força, porque você se esforça tanto [...]. Imagina - se ergue uma geladeira em dois, escada acima. É muito complicado (I.H.).

Todos pegavam juntos. Não podem esperar secar, pois não tem água na rede (G.B.).

Toda a família, em sete, ajudaram na limpeza. Por três semanas não fui trabalhar. Havia muitas minhocas e formigas dentro de casa e no pátio. As minhocas mortas cheiram muito mal. O pátio era grande. Havia muito lodo no pátio. Levaram aproximadamente um ano para deixar tudo limpo. A casa de madeira retém muita lama nas paredes e emendas (L.J.K.).

As portas e janelas não se conseguem abrir. Então é preciso quebrar. Porque é preciso entrar com carrinho de mão para tirar a lama, animais mortos, muitos animais mortos: galinhas, cobras, sapos, gambás [...]. Tudo dentro de casa. E tudo tinha que ser retirado de carrinho de mão [...]. Também não tem água potável nas primeiras semanas [...]. É exaustivo, extremamente exaustivo. Ninguém pode dar a mão pro outro. Cada vizinho tem a sua para lavar. E depois o cheiro fortíssimo, que fica por semanas, por semanas, semanas [...]. Fica um cheiro fortíssimo. A gente usava carvão acesso dentro de casa para tirar o cheiro e uma parte da umidade, mas isso leva bem mais de seis meses para voltar ao normal (I.H.).

A água ia descendo e nós de vassoura, de rodo, de balde limpando as paredes as ruas e, quando acabaram de descer as águas, ninguém sabia que tinha dado enchente, apenas tinha ficada a marca, a marca da água [...] (JNT).

No momento da limpeza evocam os sentimentos de tristeza diante da dura realidade das perdas, muitas vezes já revividos pelos atingidos e aqui relatados pelos entrevistados. Todos

respondiam segurando por vezes suas respirações, ou respirando mais profundamente, seguida de respostas cabisbaixas:

Pensei: – nunca mais dá para limpar! Mas aos poucos fomos limpando. Levamos aproximadamente um ano para limpar as marcas da lama, junto às emendas da madeira (L.J.K.).

Chorávamos muito, mas tinha que fazer a limpeza. Não dava para esperar pelos outros (M.L.L.).

Tristeza. Vontade de se mandar. Vender não tem valor. Precisei mostrar que era valente para os filhos e esposa (G.B.).

É um misto de desespero quando se vê tanta coisa perdida (I.H.).

As pessoas tinham muita força de vontade para recomeçar. Algumas famílias foram embora, porque perderam tudo. Houve pouca ajuda. Também era muita gente precisando [...]. Eu fiz o que pude. É nosso dever ajudar. Moro aqui há mais de 40 anos, fiz o que pude (A.A.).

Aliviada, porque as águas tinham abaixado. Queria arrumar tudo (M.S.G..)

Na época, não se media patrão nem empregado, todo mundo se agarrava. Daqui vem o nosso “ganha-pão”, dizíamos. Eu digo uma coisa para o sr. – não foi só aqui, foi toda a cidade. Todos queriam restabelecer o mais rápido possível a sua empresa e a sua cidade. Lembro que em julho de 1983 houve três picos que superaram os 13 m. Tivemos que remover novamente os produtos, se não me engano por três dias. Foi muito triste. Foi muito trabalho. Lembro-me que em minha casa, com a perspectiva de novamente inundar, não tinha mais forças nem pernas para erguer as coisas e deixei por Deus (J.A.S.).

E depois na limpeza vinham os caminhões da prefeitura com a patrôla, juntando tudo o que era meu: minha mesa, meus arquivos, meus produtos, tudo estragado, estragado, estragado [...]. Ficaram só as quatro paredes, sem nada, porque a água passou da parede, passou da parede e foi embora (J.N.T.).

A sequência de depoimentos ilustra, ainda, o entendimento da realidade do abandono momentâneo diante das fragilidades humanas, as dificuldades enfrentadas e reflexões de suas experiências:

Eu fiquei duas semanas no pátio da igreja matriz. Não tínhamos nada. Molhados, sem ajuda de ninguém [...]. E para os padres abrirem a igreja para nós, foi um sacrifício. Nós éramos umas 20 pessoas ilhadas, não tínhamos aonde ir, não tínhamos comida, não tínhamos mais nada. Ficamos alguns dias no lado de fora da igreja, na frente, onde é coberto. E de manhã cedo nós acordávamos e como não tinha água, nós agachávamos e lambíamos como cachorro a água parada nos paralelepípedos [muito emocionado]. Uma semana diria, sem nada para comer. Houve também os aproveitadores que vendiam botas e rodo de limpeza com 1000% de acréscimo [...]. Hoje, analisando, não gosto de falar. É muito triste. Perdi tudo, tudo, tudo [...] (J.N.T.).

Enquanto recuperavam as casas eu continuava a fazer café pra eles [...]. Era muito triste de ver. Aquilo eu nunca tinha visto na minha vida. Ver aquelas pessoas catando, catando aquele restinho de louça que sobrou, lavando na água da enchente. Não foi fácil [emocionada] (A.A.).

Deixei as crianças em casa de parentes. Depois eles saíram para outro bairro. Meu Deus, fiquei 27 dias sem vê-las [emocionada].

Fiquei 28 dias lavando roupa. Nas louças com trincas, mesmo esfregando com escovas, não saiam às marcas da lama (M.L.L.).

Se fosse hoje, acho que não agüentaria mais, pois trabalhava dentro da água. Fiquei muito doente por conta da friagem e água no corpo, por conta da limpeza (L.J.K.).

A resignação diante do fato de estar em local inundável e a realidade socioeconômica são percebidas em depoimento:

O que posso dizer? O negócio é agüentar. Mudar de lugar é uma solução, mas ir para aonde? (G.B.).

As perdas, muitas delas intangíveis, mas de valores inestimáveis são identificados em depoimentos:

Ah, é muito triste. Por exemplo, perdemos grande parte da história da nossa família. Então, tudo isso foi perdido. Isso dá uma sensação de muita tristeza, muita tristeza (I.H.).

Num momento como aquele é preciso parar, pensar no que pode ser guardado ao longo da vida, e também o que não precisa guardar. Fiz a seguinte opção: Fazer donativos àqueles que precisam, pois numa inundação, pode ser tudo perdido. É preciso ser prático (M.S.G.).

Parece que uma lição desse último depoimento é o aprendizado do desapego aos bens materiais. Guardar apenas o necessário é uma recomendação interessante para os residentes em áreas inundáveis. A depoente, desde a década de 1970 passa por experiências.

Uma virtude importante resgatada nesses eventos foi a solidariedade e o voluntariado entre os atingidos pelas águas. Isso também é identificado em depoimentos:

A grande lição que a gente tirou das enchentes foi justamente a solidariedade, a amizade. Por isso eu digo que esses países que viveram uma guerra se reergueram tanto, porque não tem coisa melhor prá você crescer com a união de todos, todos juntos, pegando junto, cada um fazendo a sua parte. Lá não tinha dor, não tinha tristeza (J.N.T.).

Nós fazíamos o papel de tudo. Até serviço de parteiro chegamos a fazer. Ajudávamos as pessoas a chegar em casa. Percebia-se que muitas pessoas estavam animadas para recomeçar tudo de novo, mas outras queriam ir embora (A.K.).

Em depoimentos também é constatado a reflexividade das experiências passadas pelos sujeitos, revelando uma alteração do padrão de interação entre o ambiente e o cidadão:

A família ficou mais envolvida, com mais entusiasmo (L.J.K.).

Ah, as mudanças foram radicais na época. Hoje, quase que se esqueceu, mas naquela época ficou um trauma bastante grande. Não se morava em regiões baixas; procuravam-se os morros. Os móveis das lojas já eram meio que adaptados, para facilitar o transporte (J.A.S.).

A principal fui eu como pessoa e não como empresário. Ficou uma marca muito forte do medo, da tristeza, da dor, de ver tudo literalmente ficando água abaixo e não ter o que fazer. E depois tinha várias lojas na beira-rio e no começo da rua XV de novembro, também. E aí eu já procurei me livrar daquelas que estavam em níveis abaixo de 12 m (J.N.T.).

De fato, depoimentos de comerciantes mostram a expertise na montagem da logística para a retirada dos produtos das lojas após as drásticas experiências das inundações de 1983 e 1984, evitando danos em inundações posteriores. É comum o contrato prévio com empresas transportadoras, como relatam dois comerciantes:

Hoje praticamente a gente esqueceu a ameaça de uma nova enchente. Deveríamos, sim, estar preocupados, de ter um planejamento, para uma enchente futura. Na nossa empresa, hoje temos os mesmos procedimentos, ou seja, com a transportadora, para a retirada imediata, diante de uma inundação. Entretanto, com uma preocupação ainda maior: o trânsito é maior, o número de residências e o comércio também aumentaram. Diante das maiores dificuldades precisamos nos antecipar ainda mais (J.A.S.).

Nós temos um caminhão baú, que há 20 anos está à disposição [...]. Exemplo foi em 1992: botamos toda a banca da Beira-Rio dentro do caminhão, que foi estacionado no pátio da igreja, ficando lá até abaixarem as águas. Colocamos tão bem arrumado, que podíamos atender ao público. Estamos sempre atentos (J.N.T.).

No decorrer das entrevistas, os moradores foram também consultados a respeito do interesse de pagamento de seguros contra cheias. A Tabela 5.11 mostra que 50,2% dos moradores afirmaram que não pagariam seguros e apenas 7,6% pagariam seguro. Talvez neste grupo estejam inclusos aqueles proprietários que tenham ou tiveram segurados os imóveis por cláusula contratual (financiamento da moradia). Por sua vez, 42,2% responderam que acham inviável o pagamento do seguro, pois não acreditam na viabilidade desse serviço. Dizem que não “funciona”, pois mencionam que não há confiança nas seguradoras para com os pretensos imóveis segurados.

Tabela 5.11 - Frequência para a variável “pagaria seguro” ⁽¹⁾

Categoria	Frequência	Relativa (%)	Acumulada (%)	Início IC (%)	Fim IC (%)
Sim	16	7,6	7,6	4,0	11,2
Não	106	50,2	57,8	43,5	57,0
Acha inviável	89	42,2	100,0	35,5	48,8
TOTAL	211	100,0			

(1) intervalo de confiança (IC) de 95%

Das entrevistas procurou-se saber, ainda, se houve necessidade de tomar medicamentos em função da vivência dos moradores com as inundações. Como respostas, 72,0% disseram que não, e 8,7% disseram que sim. O grupo que respondeu positivamente, afirmou que tomou medicamentos contra ferimentos, tratamento de leptospirose e também antidepressivos (Tabela 5.12).

Tabela 5.12 - Frequência de pessoas que tomam medicamentos na ocasião das inundações

Referência	Casos	Percentual (%)
Não	198	72,0
Sim	24	8,7
Sem resposta	53	19,3
TOTAL	275	100

As trágicas consequências socioeconômicas e ambientais ocorridas, principalmente nos anos de 1983 e 1984, mostraram a fragilidade da atuação dos órgãos públicos para o atendimento aos desabrigados. Os depoimentos sustentam essa dimensão do problema, com o foco na organização de abrigamentos, distribuição de alimentação e a falta de cadastro dos flagelados:

Justamente por não ter essa organização da prefeitura, por não ter um planejamento, que o exército tomou conta da cidade na época. Então, na hora foi tudo improvisado. Ninguém tinha experiência no assunto. Havia um oficial que comandava. Depois das enchentes é que foi realizado um planejamento e praticamente esses lugares, que foram ocupados em 83/84, são abrigos do Plano Diretor de Enchentes da cidade de Blumenau (A.K.).

Inicialmente era distribuída comida pronta. As pessoas vinham na hora do almoço, janta e no café da manhã. Tudo era servido ali [...]. Depois, quando as águas começaram a abaixar, os alimentos começaram a chegar de outros municípios e estados e começaram a ser distribuídos, a partir do Complexo do Sesi, à Rua Itajaí. Como chegavam muitos alimentos, eram distribuídos para serem consumidos nas casas (A.K.).

Na época, confesso que eu não vi esse cadastro. No atual Plano de Enchentes, a Secretaria de Assistência Social é a responsável para suprir os abrigos com a alimentação (A.K.).

De outro modo, também são apontadas as dificuldades de adaptação de pessoas nos abrigos:

A nossa maior dificuldade não são as enchentes pequenas ou as grandes. É aquela enchente média que preocupa mais. Muitas pessoas não acreditam que as águas vão chegar às cotas de 10, 11 ou 12 m. Quando percebem que a previsão estava correta, nem sempre dá mais tempo para retirar os bens. Esses moradores das faixas intermediárias são nossa maior preocupação.

Outra dificuldade são as intransigências de algumas pessoas em aceitar que, nas situações emergenciais, nada é confortável.

Outra situação é a falta de comida [...] (A.K.).

Em oposição ao “despreparo comunitário e político-institucional”, mesmo que tardio, a administração pública municipal realizou algumas mudanças no Plano Diretor. Tomando-se como exemplo, o atual Plano Diretor somente autoriza construções novas acima do nível de inundação de 10 m, sendo que para prédios é preciso que eles disponham de canoas.¹² Isso é corroborado por depoimento de um técnico da Secretaria de Planejamento do município:

A prefeitura implantou, depois das grandes enchentes, um redirecionamento territorial, especificamente daquelas áreas que foram atingidas. O Plano Diretor era muito exigente. Qualquer ocupação que não fosse residencial era vedada. Na verdade houve um zoneamento, diria espontâneo, porque os moradores daquelas áreas saíram e foram morar em locais livres de enchentes. Há um

¹² Propostas de mudanças no atual Plano Diretor estão sendo promovidas, dentre outros aspectos, a restrição de construções abaixo de 12,00 m e o direcionamento do crescimento para a região norte do município.

esvaziamento dessas áreas. Se analisarmos essas áreas, verifica-se também um reordenamento. Onde antes era residencial, hoje passa a ser mais de prestadores de serviços, escolas. A verticalização é uma solução para os problemas das enchentes. A gente nunca pode esquecer [...]. A qualquer momento, a mãe natureza pode castigar novamente (P.F.)!

A população foi aprendendo a conviver com níveis até 12 m. Então não havia preocupação maior da comunidade, pois as águas chegavam quase sempre próximas dos 12 m. A população se ordenava no espaço urbano. Fazia do momento um feriado [grifo meu]. Normalmente a enchente era anunciada um dia após as chuvas. Então havia uma convivência pacífica com os eventos, uma vez que a enchente maior tinha acontecido em 1911, muitas pessoas que tinham vivenciado já tinham morrido. Assim, não se tinha mais a memória do fato (H.S.S).

A própria administração pública, hoje, se conscientizou de que precisa trabalhar no processo das enchentes. Para isso, a Universidade, via IPA (Instituto de Pesquisas Ambientais), a Defesa Civil, as forças vivas da sociedade estão trabalhando no processo de alerta. Além disso, tem as barragens. Os municípios atingidos cobram para mantê-las limpas (J.A.S.).

Na época de 83, o prefeito Dalton e o sr. Nóbrega, da Defesa Civil não tinham informação. Tanto é que os dois enchentólogos informaram em entrevista, para minha tese de doutorado, que não tinham mais como fazer a previsão porque tinha extrapolado os 12 m. Também, as barragens tinham vertido o que tornava muito difícil fazer previsão. Então em 83 não se pode culpar a Defesa Civil, porque não tinham previsão (H.S.S).

De acordo com depoimentos de um dos técnicos entrevistados, após a inundação de 1983, houve a criação da Secretaria Estadual da Reconstrução, que visava agregar os esforços técnicos e financeiros para recompor o dinamismo da região.

Como resposta da comunidade técnica, houve a estruturação do Centro de Operação e Alerta da Bacia do rio Itajaí (Ceops). De fato, em 1983 foi proposta a criação do Ceops, idéia proposta em outubro de 1983, em Blumenau (após três meses da inundação), durante o Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, com a definição de responsabilidades de cada órgão público (DNAEE, DNOS e a Universidade Regional de Blumenau - FURB). O objetivo do Ceops foi

criar uma estrutura de monitoramento das condições hidrometeorológicas e de previsão de cheias para o Vale do Itajaí. Vejamos o depoimento:

Em 1984 foi a primeira previsão de cheias no Vale do Itajaí realizada a partir de método técnico. Com esse evento, na verdade o Sistema de Alerta foi batizado. Então a comunidade, como ela não tinha em quem se apegar, percebeu que havia um foco. E foi nesse foco que ela se jogou. Até hoje, quando tem previsão de muita chuva ou se ainda está chovendo forte, a primeira coisa que muitos fazem é ligar para o Ceops/Furb (H.S.S.).

Em relação à ação do poder público municipal foi definido um Plano Contra Enchentes que visava organizar a sociedade civil para as situações de emergência ou mesmo de calamidade pública:

Somente em 1989 foi criada a estrutura na prefeitura para fazer frente a esses problemas. No início, o objetivo era criar o Plano Contra Enchentes. Aproveitamos os Relatórios do Exército e utilizamos os abrigos ocupados em 83/84 e começamos a montar a estrutura que temos até hoje. Em cada um dos 34 abrigos, as forças vivas da própria comunidade são treinadas em épocas de normalidade para saberem como agir antes, durante e após a ocorrência de uma enchente. Nesse plano são atribuídas as tarefas de cada entidade representativa da sociedade (A.K.).

Os depoimentos revelam alguns dos sentimentos dos entrevistados como: a ansiedade, o medo, os danos materiais e sociais, a resignação às perdas, a fragilidade do local e a provável confiança das informações técnicas repassadas à população das previsões das cheias. As reações revelam: a reflexividade, a solidariedade entre vizinhos e parentes, a ajuda na reconstrução das moradias danificadas, normalmente no mesmo local ou, ainda, as adaptações nas residências. Aos técnicos, compreendendo essas dimensões, será possível avaliar de forma mais abrangente os danos, especialmente os intangíveis, mas também permite a minimização dos sofrimentos dos atingidos, a partir de medidas desencadeadas de pré-inundações.

5.3. Resgate Hidrológico

Na Figura 5.3 é mostrada a variabilidade temporal dos níveis do rio Itajaí-Açu e Blumenau, para dois períodos: (i) de 1852 a 1938; e (ii) de 1939 a 2008. No primeiro período, são identificados apenas os eventos de cheias com níveis superiores a 8,50 m. Nesse período verifica-se uma maior dispersão dos registros, provavelmente pela falta de medição de eventos ocorridos, ou ainda, o descarte daqueles sem confiabilidade (discutido no item 2.1.4). A partir do ano de 1914, com a instalação de réguas linimétricas junto à usina hidroelétrica denominada *Usina Salto* (posto nº 83740000), os eventos superiores a 8,5 m são registrados efetivamente. No segundo período, com início em 1939 até o ano de 2008, estão identificados os níveis máximos anuais.

Uma peculiaridade hidrológica da bacia é o fato de que posteriormente ao ano de 1911 não houve registros superiores a 16,10 m. Os grandes eventos nos anos de 1983 (15,34 m) e em 1984 (15,46 m). No período de 1911 a 1983 não ocorreram níveis superiores a 13,00 m.

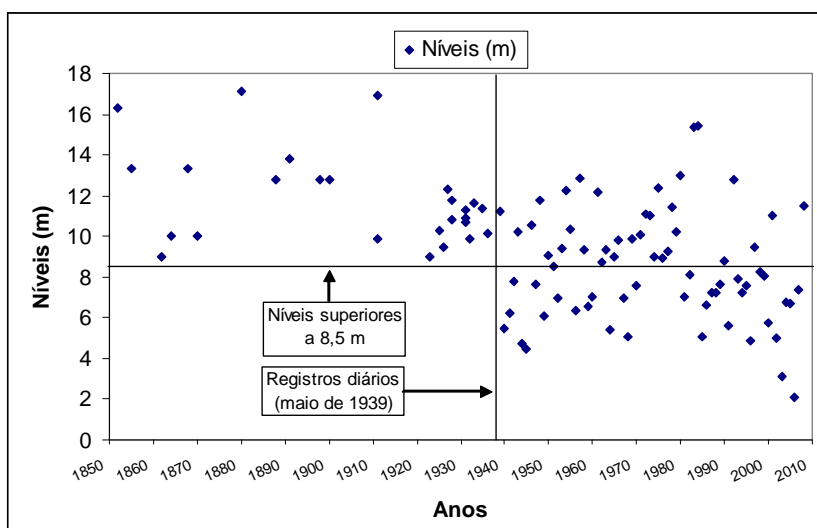


Figura 5.3 - Níveis superiores a 8,50 m observados no período de 1852 a 1938 e máximos anuais entre 1939 e 2008, em Blumenau

5.3.1. Período de retorno

Para o estudo estatístico das vazões máximas, utilizou-se a série histórica de Blumenau com registros de 96 eventos, considerando dois períodos: (i) o primeiro de 1852 a 1938, com os níveis que ultrapassaram 8,5 m e o (ii) segundo período de 1939 a 2008, com vazões máximas anuais. Assim, obteve-se 26 dados de níveis máximos para o primeiro período e de 70 eventos para o segundo período.

O método de Gumbel foi aplicado com o uso da equação (4.2) para a determinação da variável reduzida (y), permitindo, assim, a obtenção dos períodos de retorno. No Apêndice D constam os valores calculados para as variáveis reduzidas e os respectivos períodos de retorno.

Como exemplo, a Tabela 5.13 apresenta, para alguns períodos de retorno, as respectivas vazões, extraídas da equação de regressão (equação 5.1):

$$Q = 994,78.y + 626,37 \quad (5.1)$$

onde: Q é a vazão (m^3/s); e y é a variável reduzida.

Em contínuo, usando a curva-chave (equação 4.6), obtem-se os níveis correspondentes às vazões calculadas (Tabela 5.13)

Tabela 5.13 - Vazões e níveis para diversos períodos de retorno

Período de retorno (anos)	Vazão (m^3/s)	Níveis (m)
2	990,97	4,12
5	2118,48	7,82
10	2864,99	9,77
25	3808,21	11,94
50	4507,94	13,41
100	5202,51	14,78
200	5894,54	16,07
1000	7497,57	18,86

5.3.2. Determinação das manchas de inundação

As manchas de inundação foram digitalizadas, via AutoCad, a partir dos originais traçados manualmente em plantas planialtimétricas na escala 1:2000. A Figura 5.4 mostra um extrato dos referidos níveis. As Figuras 5.5 a 5.8 mostram em escala reduzida as manchas de inundação nos níveis: 10,00, 12,00, 15,46 e 17,00 m.



Figura 5.4 – Extrato parcial do traçado das manchas de inundação para os níveis de 10,00, 12,00, 15,46 e 17,00 metros em Blumenau

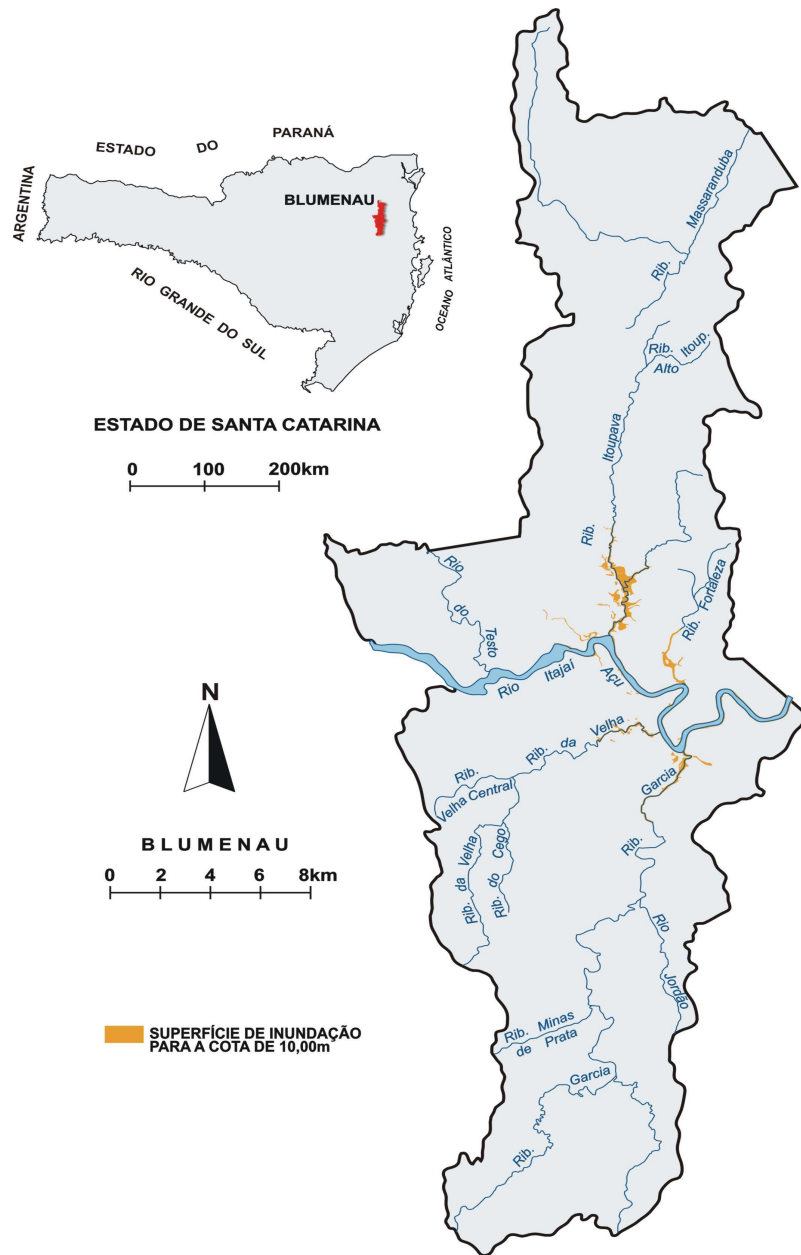


Figura 5.5 – Mancha de inundação para o nível de inundação de 10,00 m

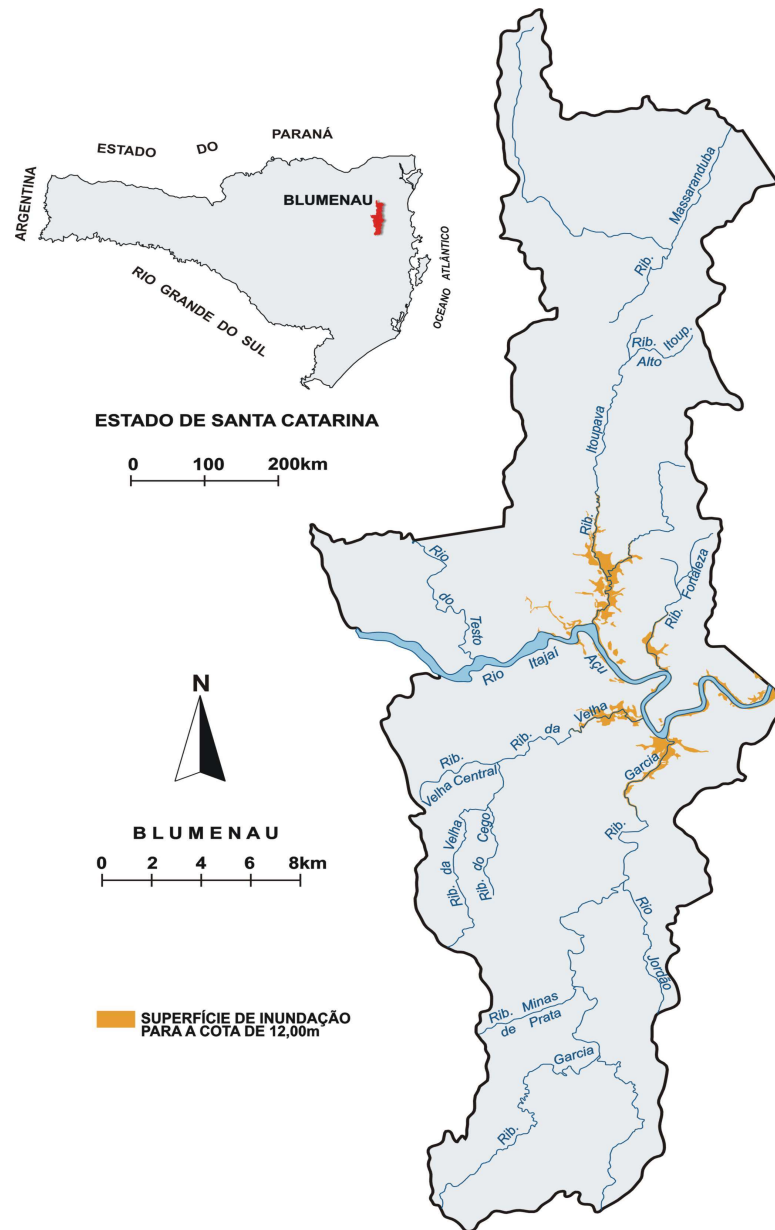


Figura 5.6 – Mancha de inundação para o nível de inundação de 12,00 m

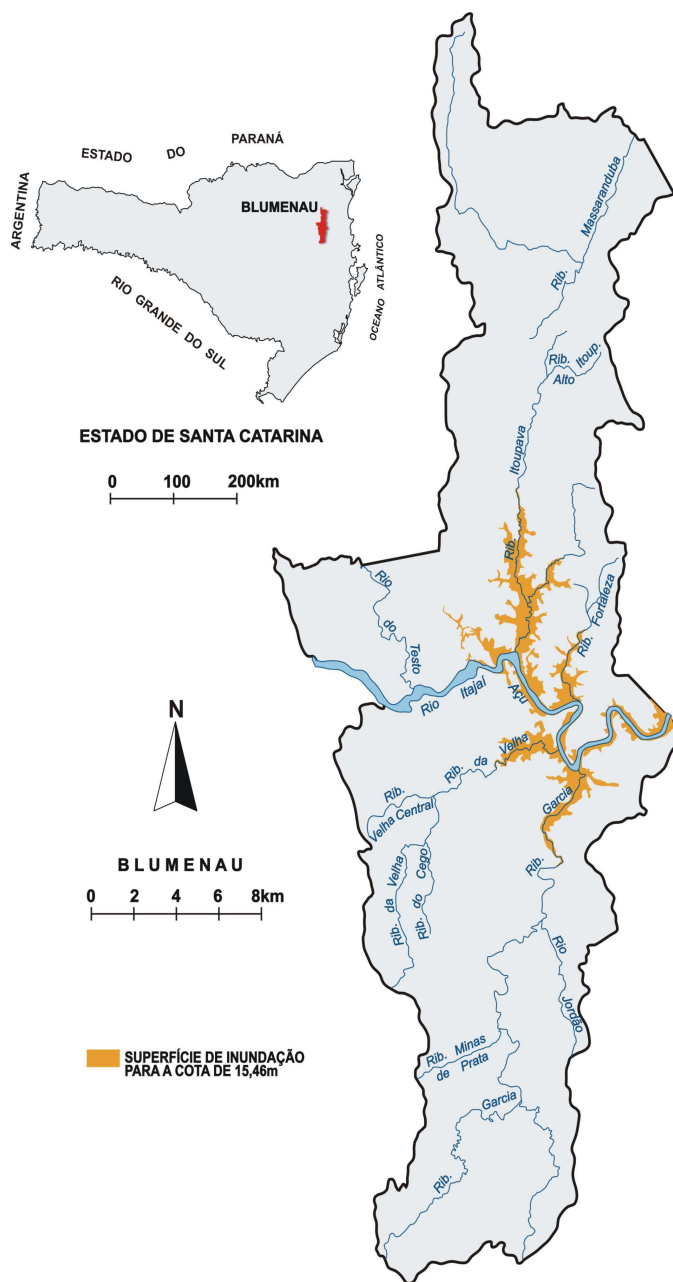


Figura 5.7 – Mancha de inundação para o nível de inundação de 15,46 m

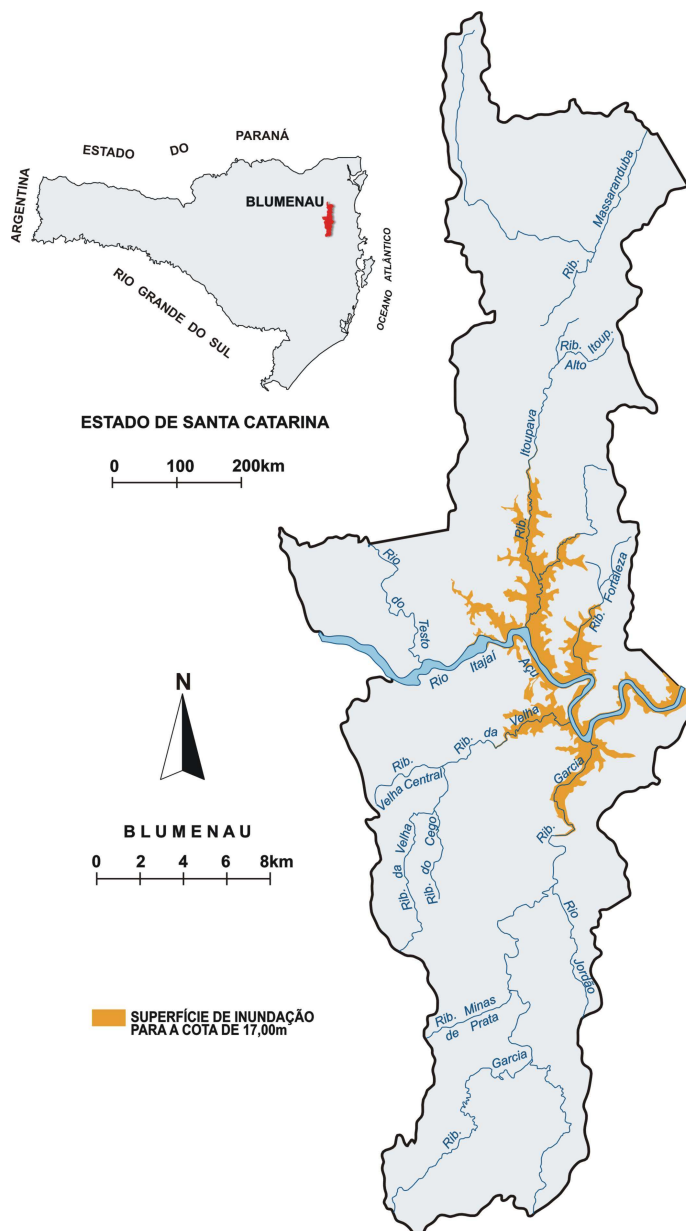


Figura 5.8 – Mancha de inundação para o nível de inundação de 17,00 m

5.4. Avaliação dos Danos

Apresentam-se os resultados dos danos quantitativos, obtidos das entrevistas, para as categorias residenciais e comerciais, utilizando-se de dois métodos de abordagem: (i) a estatística, e (ii) a econômica. Os danos residenciais são analisados pelos dois métodos e os danos comerciais somente pelo método estatístico.

5.4.1. Categoria residencial

5.4.1.1. Abordagem estatística

As Tabelas 5.14 e 5.15 mostram os padrões construtivos e a renda média familiar. No presente trabalho, adotaram-se os padrões propostos por ABNT (2005). Verifica-se que predominam os domicílios de alto padrão, seguidos pelo padrão normal com 50,2% e 36,5%, respectivamente (Tabela 5.14). A renda familiar média mensal indicou uma grande variabilidade de seus valores a todos os padrões construtivos (Tabela 5.15). A partir dos dados compilados das entrevistas, verificou-se que muitos domicílios com grandes áreas construídas possuem uma renda mensal familiar muito baixa, muitas vezes apenas de um salário mínimo. Assim, o atributo renda mensal familiar não é um bom indicador para caracterizar os danos residenciais.

Tabela 5.14 - Frequências dos padrões construtivos

Padrão	Número de Domicílios	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)
Alto	143	50,2	50,2
Normal	104	36,5	86,7
Baixo	30	10,5	97,2
Popular	8	2,8	100,0
TOTAL	285	100,0	

Tabela 5.15 - Análise estatística da renda familiar média segundo os padrões construtivos

Estatística	Alto	Normal	Popular	Baixo
Máximo (R\$)	10000	8000	5000	2500
Mínimo (R\$)	415	400	200	415
Média (R\$)	1872,5	1463,5	1224,4	1151,9
Mediana (R\$)	1500	1245	1000	830
Desv. Padrão (R\$)	1389,6	1013,3	911,2	689,8
Coeficiente Variação (%)	74,21	69,24	74,42	59,88

Os proprietários sugeriram os valores dos danos, usando como referência o salário mínimo, de modo que os danos pudessem ser atualizados. Os itens considerados foram: a

reforma, a pintura da casa, as perdas dos conteúdos e a limpeza. A Tabela 5.16 mostra as descrições estatísticas. Verificam-se grandes variações dos danos no ano de 1983, diminuindo para os anos de 1984 e 1992, e uma variação média no ano de 2001. A assimetria para todos os quatro eventos indica que as três medidas de tendência central diferem fortemente entre si. Do mesmo modo, o coeficiente de variação mostra que os danos levantados para o ano de 1983, 1984, 1992 e 2001, são decrescentes, respectivamente, e estão numa escala de altíssimo (1983) e forte (1984, 1992 e 2001). Isso se deve à heterogeneidade dos padrões construtivos, das áreas construídas e dos padrões socioeconômicos das propriedades inundadas (**Tabelas 5.4 a 5.8, 5.14 e 5.15**).

Tabela 5.16 - Estatística descritiva dos danos de 1983, 1984, 1992 e 2001

Parâmetro	Dano83	Dano84	Dano92	Dano01
Número de amostras	100	45	11	12
Mínimo (R\$)	2350	2350	2350	1410
Máximo (R\$)	37600	14100	9400	4700
Soma (R\$)	1212600	162150	32900	25850
Média (R\$)	12126	3603,33	2990,91	2154,17
Mediana (R\$)	3290	2350	2350	1410
Desvio-padrão (R\$)	12840,8	2641,67	2125,65	1087,73
Coeficiente de variação (%)	105,89	73,31	71,07%	50,49
Coeficiente de assimetria	+1,109	+3,029	+2,846	+1,222

Para a análise de regressão e correlação, inicialmente, aplicou-se o método de classificação hierárquica destinada a produzir uma representação gráfica e sintética dos resultados, como uma série de partições encaixadas. Utilizou-se a medida métrica de Mahalanobis e o método de agrupamento pelo critério da distância média.

Contudo, antes de executar o algoritmo de classificação hierárquica procedeu-se a normalização das variáveis, pois algumas delas possuem escalas de grandeza contrastantes entre si. A normalização é obtida a partir da divisão de cada variável pelo seu desvio-padrão. Esse procedimento corrige as diferenças entre as escalas, de forma que todas as variáveis passam a assumir graus de importância significativos na atividade de classificação.

Aquelas variáveis numéricas que apresentaram poucos dados, como é caso dos danos relativos aos anos de 1992 e 2001, não estão representadas na figura. As variáveis indicadas são: *Dano83No* (danos em 1983, normalizado), *Dano84No* (danos em 1984, normalizado), *AreterNo* (área do terreno, normalizado), *AreimoNo* (área do imóvel, normalizado), *IdadiNo* (idade da construção, normalizado), *RendaNo* (renda média familiar, normalizado), *EstiliNo* (estimativa de despesas com a limpeza, normalizado), *NiveiNo* (nível de inundação, normalizado) e *TempoiNo* (tempo de residência no imóvel, normalizado) (**Figura 5.9**).

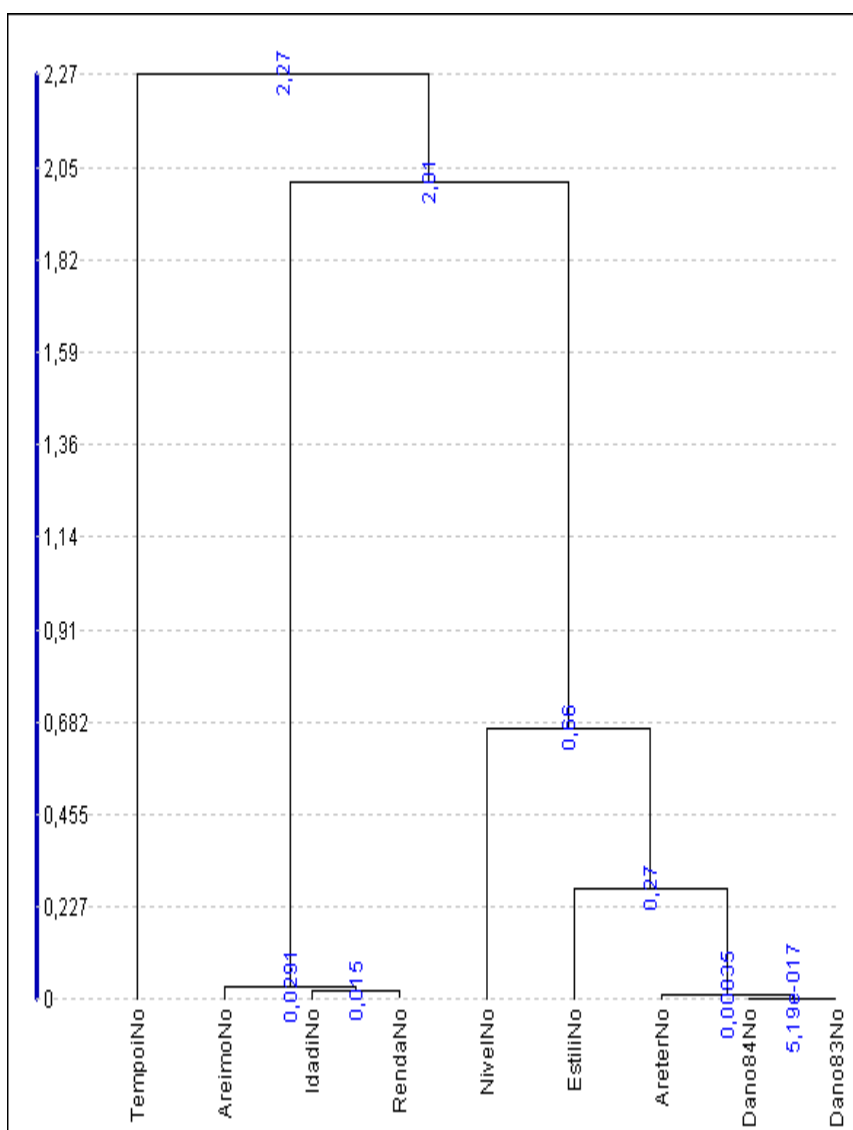


Figura 5.9 - Classificação hierárquica da categoria residencial

Observa-se que as características agrupadas a menores índices, correspondem as de maior correlação entre si, como o primeiro grupo de classes: *Dano83No*, *Dano84No* e *AreterNo*, seguida pelo segundo grupo de classes: a *IdadiNo*, a *RendaNo* e a *AreimoNo*. Esse segundo grupo

de classes de variáveis tem relação significativa com o primeiro agrupamento. A variável *EstiliNo* se agrupa aos dois primeiros grupos, assim como a variável *NivelNo* está relacionada às demais classes de variáveis. No extremo, mostrando pouca similaridade com as demais classes, tem-se a variável *TempoiNo*. Portanto, a análise de agrupamento para as classes abordadas indica que as variáveis *AreterNo*, *AreimoNo*, *IdadeiNo* e a *RendaNo* apresentam melhores correlações com a variável *Dano*, que se deseja determinar.

A Tabela 5.17 apresenta as análises de regressão e correlação para os eventos estudados, com o uso das variáveis de melhor ajuste. Os valores dos coeficientes de correlação entre as variáveis analisadas (dano, área do imóvel e nível de inundação) indicam para o ano de 1983, um coeficiente de baixa correlação, para o ano de 1984, média correlação e, para os anos de 1992 e 2001 o mesmo coeficiente apresenta uma força deste relacionamento entre as variáveis.

A análise de variância sintetizada pelo teste “*F*” indica que a hipótese de igualdade das médias (entre as variáveis correlacionadas) é rejeitada (“ $F > F_{crítico}$ ”), isso para todos os eventos. Com isso, pode-se aceitar a hipótese alternativa de diferenças entre as médias, ou seja, a hipótese de que existe diferença dos danos, se relacionarmos às magnitudes dos eventos, por exemplo.

Tabela 5.17 - Análise estatística dos danos, área construída dos imóveis e níveis de inundação dos imóveis: (a) 1983, (b) 1984, (c) 1992, e (d) 2001

(a)

Coef. correlação R	+0,26777					
Coef. determin. R ²	0,07170					
Signific. nível de 5%	Sim					
Erro padrão(resid.)	12498,7					
Observações	100					

Equação de regressão: Dano83 = 4090,15 +18,156 * Areaimo +1950,93 * Nivelnun

Fonte Variação	Variação	G.L.	Variância	F calc.	F crítico	
Regressão	1,1704e+009	2	5,8520e+008	3,74609	3,09019	
Residual	1,5153e+010	97	1,5621e+008			
Total	1,6323e+010	99				

Variável	Coeficiente	D. pad.	Estatística t	Signif.	Esq. IC	Dir. IC
Constante	+4090,15	3257,41	+1,256	Não	-2374,92	10555,2
Areaimo	+18,156	14,2141	+1,277	Não	-10,0551	46,3672
Nivelnun	+1950,93	821,351	+2,375	Sim	320,774	3581,08

t crítico (signif.) = +/-1,98472 (IC = Intervalo de confiança)

(b)

Coef. correlação R	+0,49805					
Coef. determin. R ²	0,24806					
Signific. nível de 5%	Sim					
Erro padrão(resid.)	2366,83					
Observações	44					

Equação de regressão: Dano84 = 1150,85 +14,6306 * Areaimo +410,254 * Nivelnun

Fonte Variação	Variação	G.L.	Variância	F calc.	F crítico	
Regressão	7,5767e+007	2	3,7883e+007	6,7627	3,22568	
Residual	2,2967e+008	41	5,6018e+006			
Total	3,0544e+008	43				

Variável	Coeficiente	D. pad.	Estatística t	Signif.	Esq. IC	Dir. IC
Constante	+1150,85	789,984	+1,457	Não	-444,55	2746,26
Areaimo	+14,6306	4,7861	+3,057	Sim	4,96484	24,2963
Nivelnun	+410,254	265,648	+1,544	Não	-126,232	946,74

t crítico (signif.) = +/-2,01954 (IC = Intervalo de confiança)

(c)

Coef. correlação R	+0,86051				
Coef. determin. R ²	0,74047				
Signific. nível de 5%	Sim				
Erro padrão(resid.)	1210,71				
Observações	11				

Equação de regressão: Dano92 = -714,892 +18,1215 * Areaimo +242,529 * Nivelnun

Fonte Variação	Variação	G.L.	Variância	F calc.	F crítico
Regressão	3,3457e+007	2	1,6728e+007	11,4125	4,45897
Residual	1,1726e+007	8	1,4658e+006		
Total	4,5184e+007	10			

Variável	Coeficiente	D.padrão	Estatística t	Signif.	Esq. IC	Dir. IC
Constante	-714,892	2312,93	-0,309	Não	-6048,52	4618,74
Areaimo	+18,1215	3,85349	+4,703	Sim	9,23533	27,0076
Nivelnun	+242,529	490,558	+0,494	Não	-888,7	1373,76

t crítico (signif.) = +/-2,306 (IC = Intervalo de confiança)

(d)

Coef. correlação R	+0,69443				
Coef. determin. R ²	0,48224				
Signific. nível 10%	Sim				
Erro padrão(resid.)	865,29				
Observações	12				

Equação de regressão: Dano01 = -696,51 +8,25774 * Areaimo +305,662 * Nivelnun

Fonte Variação	Variação	G.L.	Variância	F calc.	F crítico
Regressão	6,2761e+006	2	3,1380e+006	4,19122	3,00645
Residual	6,7385e+006	9	748726		
Total	1,3014e+007	11			

Variável	Coeficiente	D.padrão	Estatística t	Signif.	Esq. IC	Dir. IC
Constante	-696,51	1140,94	-0,610	Não	-2787,99	1394,97
Areaimo	+8,25774	3,17994	+2,597	Sim	2,42855	14,0869
Nivelnun	+305,662	188,526	+1,621	Não	-39,9271	651,252

t crítico (signif.) = +/-1,83311 (IC = Intervalo de confiança)

A partir das equações de regressão, contidas na Tabela 5.17 e correlacionados aos quatro níveis de inundações, obtêm-se os danos residenciais (**Tabela 5.18**). As áreas dos imóveis foram obtidas do cadastro de edificações da Prefeitura Municipal de Blumenau, porém, desconsiderando os edifícios multifamiliares, como os apartamentos. Na mesma Tabela constam os danos por área construída do imóvel.

Tabela 5.18 - Danos residenciais por área construída correlacionados por níveis de inundação e submersão

Nível de inundação (m)	Nível de submersão (m)	Área (m ²)	Dano (R\$)	Dano/Área (R\$/m ²)
11,02	2,52	73.542,79	647.681,26	8,81
12,80	4,3	329.529,88	6.654.108,72	20,19
15,34	6,84	1.126.835,38	141.001.033,60	125,13 ⁽¹⁾
15,46	7,1	1.126.835,38	44.185.267,86	39,21 ⁽²⁾

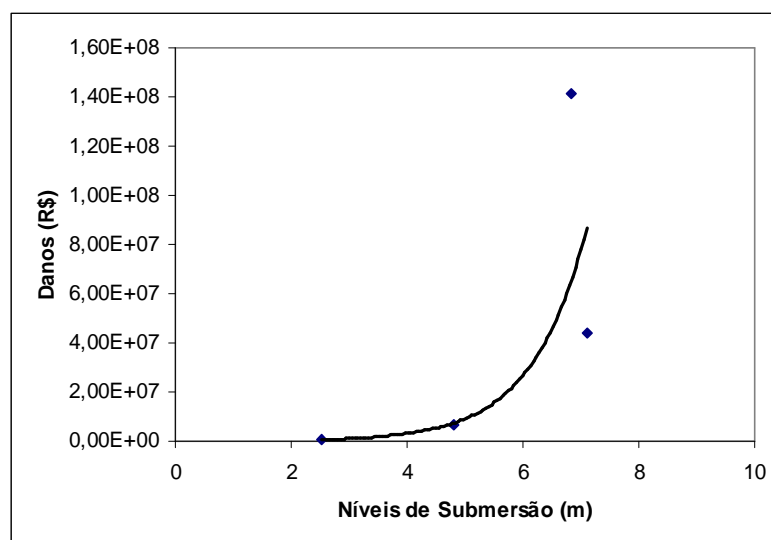
Obs.: (1) Dano para o ano de 1983; (2) Dano para o ano de 1984

É importante observar que o dano relativo ao ano de 1984 corresponde a 31,33% do estimado ao ano de 1983, enquanto que os dados levantados pela Secretaria da Reconstrução do Estado de Santa Catarina foram da ordem de 15% (**Tabela 3.1**).

Assim, considerando os danos residenciais da Tabela 5.18 obtém-se a equação (5.2), que correlaciona o nível de submersão, sendo o coeficiente de determinação $R^2 = 0,9368$.

$$Dr = 43274 \cdot \exp^{1,0705 \cdot N_s} \quad (5.2)$$

onde: Dr é o dano residencial (R\$); e N_s é o nível de submersão, obtido do nível de inundação atingido – 8,5 (m).

**Figura 5.10** - Danos residenciais totais, correlacionados aos níveis de submersão

5.4.1.2. Abordagem econômica dos danos

A partir da determinação das manchas de inundação, para os níveis de inundação: 10,00, 12,00, 15,46 e 17,00 m, obteve-se o número de edificações sujeitas à inundação e as respectivas frequências das residências (**Tabela 5.19**).

Verifica-se um pequeno número de edificações até o nível 10 m. Porém, a presença dos domicílios até o nível de 12 m já é significativo (frequência acumulada de 23,71%). Os danos passam a ser mais críticos entre os níveis de 12 a 15,46 m (frequência acumulada de 78,78%).

Tabela 5.19 - Quantitativo de residências e frequências para os níveis 10,00, 12,00, 15,46 e 17m

Nível (m)	Número de Residências	Frequência Acumulada (%)
10,00	597	6,80
12,00	2.081	23,71
15,46	6.914	78,78
17,00	8.776	100,0

Assim, os valores totais dos danos foram calculados pelas equações descritas no item 4.2.6.2 e, de forma resumida, são apresentados na Tabela 5.20. A mesma Tabela apresenta as taxas dos danos por m² de área construída relativas aos quatro níveis de inundação. Essas taxas crescem em escala exponencial devido ao incremento das alturas de submersão dos imóveis, que incidem nos crescentes custos de recuperação (serviços de alvenaria, eletricidade e pintura), de mão de obra para limpeza e/ou, na maior possibilidade, de perdas dos conteúdos das moradias. Por exemplo, uma moradia atingida com 1 m de submersão requer menor tempo para limpeza, que a mesma moradia com 3 m de submersão, haja vista que as águas atingem a cobertura. Aqui vale lembrar que o lodo pode estar presente na laje de cobertura e/ou forro e, enquanto as águas estão descendo, as paredes começam a ser limpas pelos moradores, com andaimes improvisados, por exemplo.

Tabela 5.20 - Danos residenciais pelo método econômico

Nível de inundação (m)	Nível de submersão (m) ⁽¹⁾	Área (m ²)	DANOS (R\$)	Dano/Área (R\$/m ²)
10,00	1,50	73.542,79	1.542.996,63	20,98
12,00	4,30	329.529,88	11.232.087,22	34,09
15,46	6,96	1.126.835,38	67.648.651,40	60,03
17,00	8,50	1.440.246,52	116.008.482,03	80,55

Obs.: (1) Nível de submersão é obtido do nível de inundação – 8,50 m

Os danos da Tabela 5.20 são correlacionados aos níveis de submersão, mostrados na Figura 5.11. Os danos residenciais podem ser obtidos a partir da equação (5.3), sendo que o coeficiente de determinação é de $R^2 = 0,9898$.

$$Dre = 668605 \cdot \exp^{0,6317 \cdot Ns} \quad (5.3)$$

onde: *Dre* é o dano residencial (R\$) pelo método econômico; e *Ns* é o nível de submersão, obtido a partir do nível de inundação – 8,50 (m).

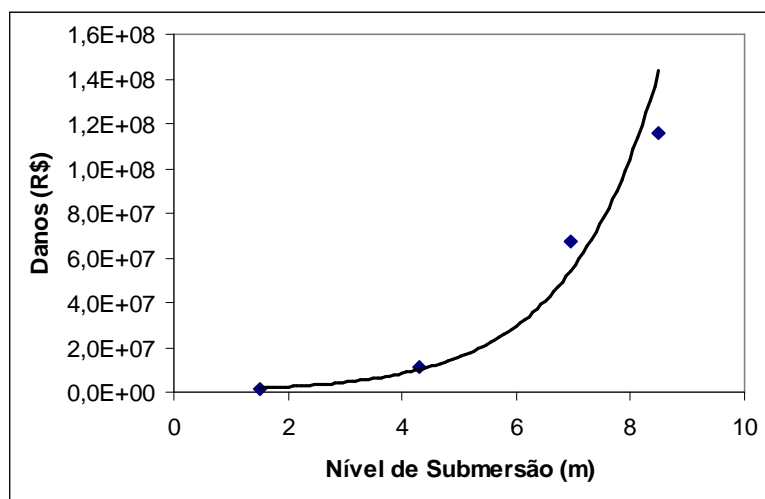


Figura 5.11 - Danos residenciais totais, obtidos pelo método econômico, correlacionados aos níveis de submersão.

5.4.1.3. Análise comparativa entre o método estatístico e o econômico

Utilizando-se das equações de regressão para o método estatístico (equação 5.2) e o método econômico (equação 5.3), obtêm-se, por exemplo, os danos residenciais relativos aos níveis de submersão entre 0,5 a 8,5 m (**Tabela 5.21**):

$$Dr = 43274 \cdot \exp^{1,0705 \cdot N_s} \dots\dots\dots \text{estatístico (5.2)}$$

$$Dre = 668605 \cdot \exp^{0,6317 \cdot N_s} \dots\dots\dots \text{econômico (5.3)}$$

Tabela 5.21 - Valores comparativos dos danos residenciais a partir das abordagens estatística e a econômica

Níveis submersão(m)	Estatístico	Econômico	Diferença ⁽¹⁾ (%)
0,5	73906,59	916941,30	91,94
1,5	215573,52	1724587,99	87,50
2,5	628792,93	3243614,11	80,61
3,5	1834086,82	6100606,38	69,94
4,5	5349733,32	11474052,40	53,38
5,5	15604303,07	21580457,79	27,69
6,5	45515217,19	40588637,92	-12,14
7,5	132760494,79	76339322,56	-73,91
8,5	387240796,91	143579397,27	-169,70

Nota: (1) (Dano econômico – Dano estatístico) / Dano econômico

Comparando as duas abordagens, os valores dos danos são elevados, diminuindo gradativamente até o nível de submersão de 6,5 m. Contudo, próximo a essa faixa a diferença é favor do método estatístico. É importante lembrar que as informações dos danos da abordagem estatística foram obtidas alguns anos após a ocorrência das inundações. Os mesmos podem estar subestimados.

A título de informação, no Formulário de Avaliação de Danos – AVADAN -, emitido pela Defesa Civil no evento de 01 de outubro de 2001 (nível de submersão de 2,52 m), consta que o total dos danos na categoria residencial foi de R\$ 903.000,00. Para a obtenção desse valor, a Defesa Civil considerou valores médios dos danos para quaisquer que sejam as moradias danificadas e/ou destruídas, sem distinção de área construída. Além disso, considerou apenas os danos relativos à edificação, sem considerar os danos relativos ao conteúdo e à limpeza. A atividade de limpeza pode representar um índice da ordem de 20 a 30% do total dos danos (dependente dos níveis de submersão - isso constatado na pesquisa de campo). Estimar o montante dos danos relativos ao conteúdo não é tarefa simples, pois está intimamente relacionado com as estratégias de retiradas dos bens pelos atingidos e acertos na previsão dos níveis pelo sistema de alerta de cheias.

Atualizando o referido valor do dano (R\$ 903.000,00) com a inflação do período de 2001 a 2009, esse valor pode ser da ordem de R\$1.688.064,00, sem os custos com a limpeza. Portanto, o valor está mais próximo do obtido pelo método econômico do que pelo método estatístico.

5.4.2. Categoria comercial

O comércio de Blumenau conta atualmente com 153 atividades econômicas, totalizando aproximadamente 9.000 estabelecimentos comerciais, empregando 22.177 pessoas. Por sua vez, o setor de serviços conta com 117 atividades diferentes, totalizando 9.671 empreendimentos e empregando 33.733 pessoas com registro de carteira (PMB, 2009).

Para a categoria comercial e/ou de serviços será realizada apenas a abordagem estatística. Para efeito desta pesquisa, não há distinção entre as categorias comerciais e de serviços.

A primeira análise estatística realizada foi a dos agrupamentos de classes das variáveis, obtida pelo método de classificação hierárquica (**Figura 5.12**). Antes de executar o algoritmo de classificação hierárquica procedeu-se a normalização das variáveis, pois algumas delas possuem escalas de grandeza contrastantes entre si. A normalização é obtida a partir da divisão de cada variável pelo seu desvio-padrão. Esse procedimento corrige as diferenças entre as escalas, de forma que todas as variáveis passam a assumir graus de importância significativos na atividade de classificação.

Do conjunto de treze variáveis analisadas, discretamente verifica-se que primeiro grupo de

variáveis com maior similaridade foram: *DanmerNo* (danos relativos à mercadoria, normalizado) e *DanTotNo* (danos totais, normalizado), seguido por um conjunto de oito variáveis que se relacionam entre si: *DaneqNo* (danos relativos aos equipamentos, normalizado) e *AreaTer* (área do terreno, normalizado), *LucroNo* (lucro cessante, normalizado), *PagaSeNo* (pagamento de seguro, normalizado), *QtdesvNo* (quanto o imóvel desvaloriza, normalizado), *QtdPesNo* (quantidade de pessoas trabalham, normalizado), *EstiLiNo* (estimativa limpeza, normalizado) e *AreaImo* (área do imóvel,). Um terceiro agrupamento de variáveis: *NuInuNo* (número de inundações, normalizado) e *DiasPaNo* (dias parados, normalizado) está associado com os dois primeiros agrupamentos classificatórios. De modo independente e baixo nível hierárquico com os demais agrupamentos, está a variável *CotaNo* (nível de inundação, normalizado).

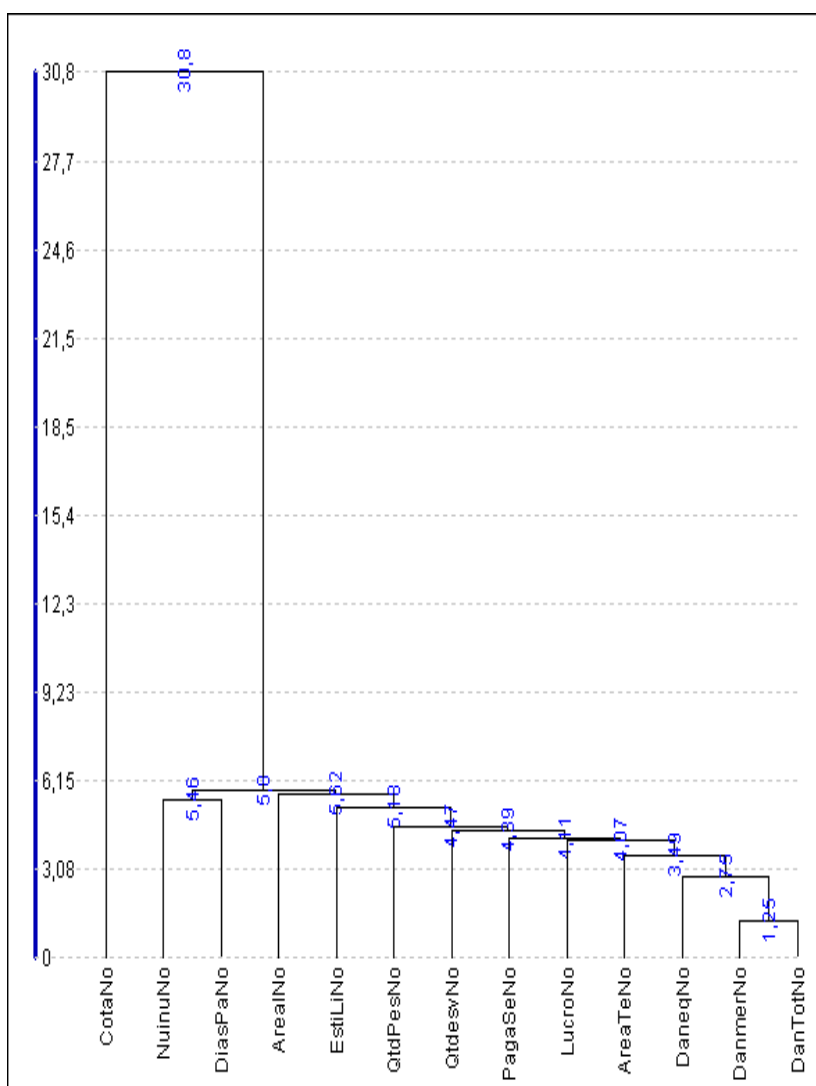


Figura 5.12 – Classificação hierárquica da categoria comercial

A Tabela 5.22 apresenta os resultados das análises de regressão e de variância relativa ao lucro cessante (*Lucroces*) da atividade comercial. Foram utilizadas múltiplas variáveis independentes: *QtdPesTr*, *Cotainun*, *Arealmo* e *DiasPara*, para a obtenção do componente *Lucroces*. O índice de correlação entre essas variáveis de 0,63 é considerado de nível médio (entre 0,5 e 0,65), portanto, aceitável, face às inúmeras peculiaridades envolvidas em análise.

A análise de variância, indicado pelo teste “*F*”, mostra a rejeição da nulidade da igualdade das médias ($F_{cal} > F_{crítico}$), ou seja, pelo menos uma das médias é diferente de alguma das demais. Aplicou-se o teste “*t*”, indicando que para a constante e as variáveis *Cotainun*, *Arealmo*, a diferença entre as médias não é significativa, porém, no que se refere às variáveis *QtdPesTr* e *DiasPara* existe diferença entre as médias, explicado pela grande variabilidade dos casos obtidos nas entrevistas.

Assim, obtém-se a equação de regressão para calcular o valor do lucro cessante (equação 5.4):

$$Lc = -693761 + 40529.Qpt + 3110,01.Ni + 24,2898.Ai + 2226,94.Dp \quad (5.4)$$

onde: *Lc* é o lucro cessante (R\$); *Qpt* é a quantidade de pessoas que trabalham na estabelecimento; *Ni* é o nível de inundação no estabelecimento (m); *Ai* é a área construída do estabelecimento (m²); e *Dp* é o número de dias paralisados pelo estabelecimento.

Tabela 5.22 – Análise estatística relativo ao lucro cessante

Coef. correlação R	+0,63426				
Coef. Determin. R ²	0,40228				
Signific. nível de 5%	Sim				
Erro padrão(resid.)	49459,5				
Observações	93				

Fonte Variação	Variação	G.L.	Variância	F calc.	F crítico
Regressão	1,4488e+11	4	3,62209e+10	14,8068	2,47528
Residual	2,15269e+11	88	2,44624e+09		
Total	3,60153e+11	92			

Variável	Coefficiente	D. padrão	Estatística t	Signif.	Esquer. IC	Direito IC
Constante	-69376,1	43415,5	-1,598	Não	-155655	16903,1
QtdPesTr	+4052,9	632,124	+6,412	Sim	2796,69	5309,12
Cotainun	+3110,01	3365,17	+0,924	Não	-3577,55	9797,58
Arealmo	+24,2898	20,2513	+1,199	Não	-15,9555	64,535
DiasPara	+2226,94	579,873	+3,840	Sim	1074,57	3379,32

t crítico (signif.) = +/-1,98729 (IC = Intervalo de confiança)

Para a determinação do *Lucroces* é necessária, inicialmente a determinação dos dias parados D_p , obtida nas entrevistas (**Tabela 5.23**). A variação entre as faixas até (1 m), de (1 – 2 m) e de (2 – 3 m) é elevada e as demais faixas de (3 – 4 m) e (4 – 5 m) são consideradas variações médias. Acima de 5 m de inundação não houve registro nas entrevistas.

Tabela 5.23 - Estatística dos dias parados para as faixas de inundação no comércio

Variável	Até 1 m	1 a 2 m	2 a 3 m	3 a 4 m	4 a 5 m
Casos selecionados	102	102	102	102	102
Com dados	24	23	16	8	7
Mínimo	1	2	2	10	8
Máximo	8	30	30	30	30
Soma	59	218	195	139	129
Média	2,45	9,47	12,18	17,37	18,42
Mediana	2	7	9	15	20
Variância	3,73732	9,5336	100,429	65,125	62,9524
Desvio-padrão	,93321	7,7158	10,0214	8,07001	7,93425
Coeficiente de variação(%)	78,64	81,41	82,23	46,45	43,05
Coeficiente de assimetria	+1,650	+1,603	+0,860	+0,914	+0,029

A partir dos dados da Tabela 5.23, determinou-se a equação de regressão, que correlaciona essas faixas com a quantidade de dias parados (**Figura 5.13**).

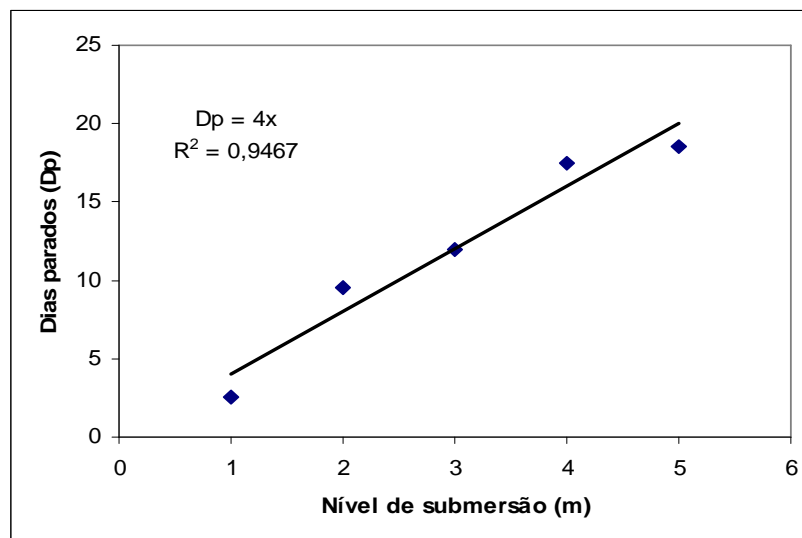


Figura 5.13 - Dias de paralisação do comércio relacionados aos níveis de submersão

Uma segunda variável, muito dependente das características da atividade comercial, além de seu porte, é a quantidade de funcionários (**Tabela 5.24**). Verifica-se uma variação elevada (coeficiente de variação de 128,42%). O teste comparativo entre as médias (Hipótese H_0) mostra que há diferenças entre as mesmas (**Tabela 5.25**). De outro modo, o teste de aderência indica que há diferenças entre as médias das amostras (**Tabela 5.26**).

Tabela 5.24 – Dados estatísticos sobre o número de funcionários

Variável	Número de funcionários
Casos selecionados	102
Mínimo	1
Máximo	75
Média	8,30
Mediana	5
Variância	113,795
Desvio-padrão	10,6675
Coeficiente de variação (%)	128,42
Coeficiente de assimetria	+3,676

Tabela 5.25 - Teste comparativo da média relativo ao número de funcionários

Variável	Número de funcionários
Número de casos	101
Média amostra	8,30
Desvio-padrão	10,66
Estatística t	7,826
Nível de significância (%)	5
Graus de liberdade	100
t critico	+/-1,98397
Hipótese H0	Rejeita

Tabela 5.26 - Teste de aderência da normalidade relativo número de funcionários

Variável	Número de funcionários
Núm. casos	101
Estatística D máximo	0,247
Nível de significância (%)	5
D critico	0,133
Hipótese H0	Rejeita

O lucro cessante foi determinado pela equação de regressão (5.4) para as cotas 10,00, 12,00, 15,46 e 17,00 m e assumindo o valor da variável $Q_{pt} = 8$ funcionários. A Figura 5.14 mostra os resultados da relação entre o lucro cessante e os níveis de submersão. A equação (5.5) representa essa correlação, sendo o coeficiente de determinação de 0,9755.

$$L_c = 5E7.N_s - 9E7 \quad (5.5)$$

onde: L_c é o lucro cessante (R\$) e N_s é o nível de submersão (m).

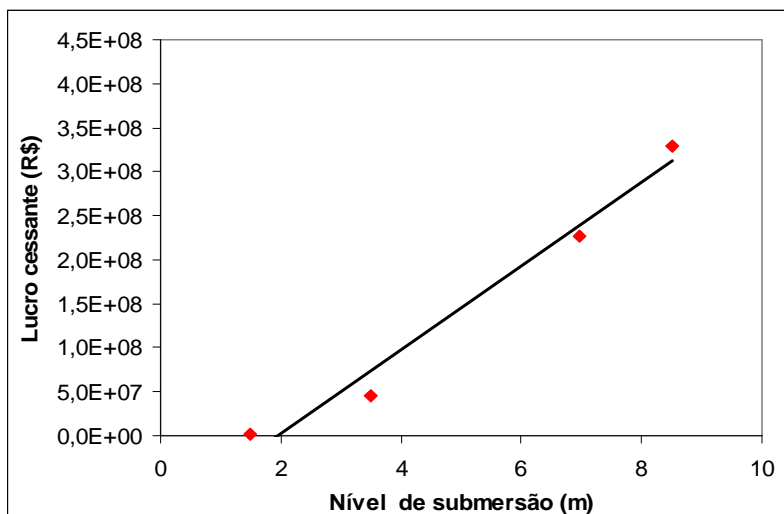


Figura 5.14 - Lucro cessante do comércio relacionado aos níveis de submersão

De posse do lucro cessante (Lc), determinou-se o dano comercial ($Dano$), considerando as variáveis independentes $AreaImo$ e $Lucroces$ (**Tabela 5.27**). Utilizou-se a variável $AreaImo$ em função da facilidade de obtenção dessa informação junto ao cadastro de imóveis da prefeitura municipal, apesar de que a variável $AreaTerr$ tenha apresentado maior similaridade na análise hierárquica (**Figura 5.12**). Essa variável não foi utilizada por apresentar uma maior dificuldade na sua determinação, pois nem sempre é fácil determinar uma proporcionalidade para lojas instaladas em um mesmo edifício comercial, por exemplo.

O índice de correlação entre essas variáveis é de 0,52, considerado de nível médio (entre 0,5 e 0,65), portanto, aceitável, face às inúmeras peculiaridades envolvidas, como a tipicidade do comércio e serviços (mercados, supermercados, lojas de eletrodomésticos, oficinas, escritório de profissionais liberais).

A análise de variância, indicada pelo teste “ F ”, mostra a rejeição da nulidade da igualdade das médias ($F_{cal} > F_{crítico}$). O teste “ t ” indica que, para a constante e a variável $AreaImo$, a diferença entre as médias não é significativa, mas na variável $Lucroces$ existe diferença entre as médias, explicado pela grande variabilidade dos casos obtidos nas entrevistas.

Assim, obtém-se a equação de cálculo do dano comercial (**Equação 5.6**):

$$Dc = 18767,3 + 13,2126.Ai + 0,777975.Lc \quad (5.6)$$

onde: Dc é o dano comercial (R\$); A é a área construída do empreendimento (m^2); e Lc é o lucro cessante do empreendimento (R\$).

Tabela 5.27 - Análise estatística relativo aos danos comerciais

Coef. correlação R	+0,52603					
Coef. Determin. R ²	0,27671					
Signific. nível de 5%	Sim					
Erro padrão(resid.)	79161,1					
Observações	50					

Fonte Variação	Variação	G.L.	Variância	F calc.	F crítico
Regressão	1,12675e+11	2	5,63376e+10	8,99032	3,19506
Residual	2,94524e+11	47	6,26648e+09		
Total	4,072e+11	49			

Variável	Coefficiente	D. padrão	Estatística t	Signif.	Esq. IC	Dir. IC
Constante	+18767,3	17259,9	+1,087	Não	-15955,2	53489,7
AreaImo	+13,2126	31,2784	+0,422	Não	-49,7115	76,1368
Lucroces	+0,777975	0,183783	+4,233	Sim	0,408251	1,1477

t crítico (signif.) = +/-2,01174(IC = Intervalo de confiança)

A partir do cadastro de edificações, obtiveram-se as áreas dos estabelecimentos inseridas nas manchas de inundação 10,00, 12,00, 15,46 e 17,00 m. Assim, com a aplicação das equações (5.5 e 5.6), obteve-se o dano comercial correlacionado aos níveis de submersão (**Figura 5.15**). A equação (5.7) representa essa correlação, sendo o coeficiente de determinação de 0,9883.

$$Dc = 5E7.Ns - 8E7 \quad (5.7)$$

onde: Dc é o dano comercial (R\$) e Ns é o nível de submersão (m).

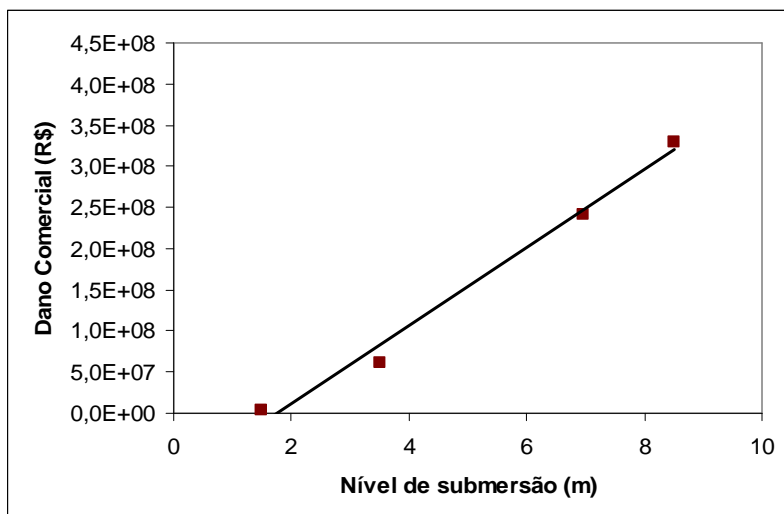


Figura 5.15 - Danos comerciais relacionados aos níveis de submersão

SUMÁRIO DO CAPÍTULO

Neste capítulo são apresentados os resultados de três abordagens: (i) das entrevistas gravadas para a obtenção dos depoimentos de “pessoas-fonte” e de técnicos, visando resgatar as percepções e reações diante das inundações; (ii) da abordagem estatística das entrevistas nos domicílios e no comércio, visando mensurar os danos históricos e a devida identificação das variáveis que melhor quantifiquem os danos, e (iii) do método de abordagem econômica dos danos.

Uma análise da vivência das pessoas nas áreas de risco no município de Blumenau mostra que as experiências dos moradores e comerciantes favoreceram suas percepções, fruto da dura vivência com as inundações. Essas percepções desencadearam vários tipos de reações identificadas nos depoimentos.

Pelo conjunto de respostas obtidas das entrevistas, os moradores e comerciantes incorporaram, a partir das suas vivências, inúmeras percepções e reações diante dos riscos hidrológicos. No entanto, muitos moradores e comerciantes continuam a residir no mesmo local, mantendo o mesmo vínculo com o ambiente, seja por questões sentimentais ou econômicas.

As entrevistas junto aos moradores e comerciantes foram fundamentais para a compreensão e melhor determinação das variáveis que pudessem retratar os danos. Contudo, o resultado da abordagem estatística dos danos, utilizando-se da ferramenta da análise de regressão

não foi bom, pois são dependentes de um conjunto de fatores, difíceis de serem traduzidos apenas por duas variáveis (área do imóvel e nível de submersão, utilizados no método). Outro aspecto que se deve considerar é o distanciamento dos anos de ocorrência das inundações e das entrevistas.

O método da abordagem econômica foi desenvolvido a partir da literatura, mas com ajustes para a realidade local e utilizando-se de informações obtidas das entrevistas nos domicílios e no comércio. Os valores dos danos mostraram-se muito superiores, notadamente para os níveis de submersão menores, porém, os resultados são similares aos apresentados na literatura.

6. MODELO DE AVALIAÇÃO DOS DANOS POR INUNDAÇÃO – MAVIN

6.1. Introdução

A partir das abordagens utilizadas nesta pesquisa (métodos estatístico e econômico), desenvolveu-se o Modelo de Avaliação dos Danos Associados às Inundações – MAVIN.

A Figura 6.1 mostra o fluxograma do modelo. A primeira atividade pressupõe a necessidade da existência de um sistema de monitoramento hidrometeorológico que resgate os totais precipitados e a magnitude do pico da cheia, para o evento atual. Independente do tipo de inundação, seja gradual ou brusca, deve-se identificar as áreas afetadas, de modo a obter os totais de edificações atingidas e suas respectivas áreas construídas.

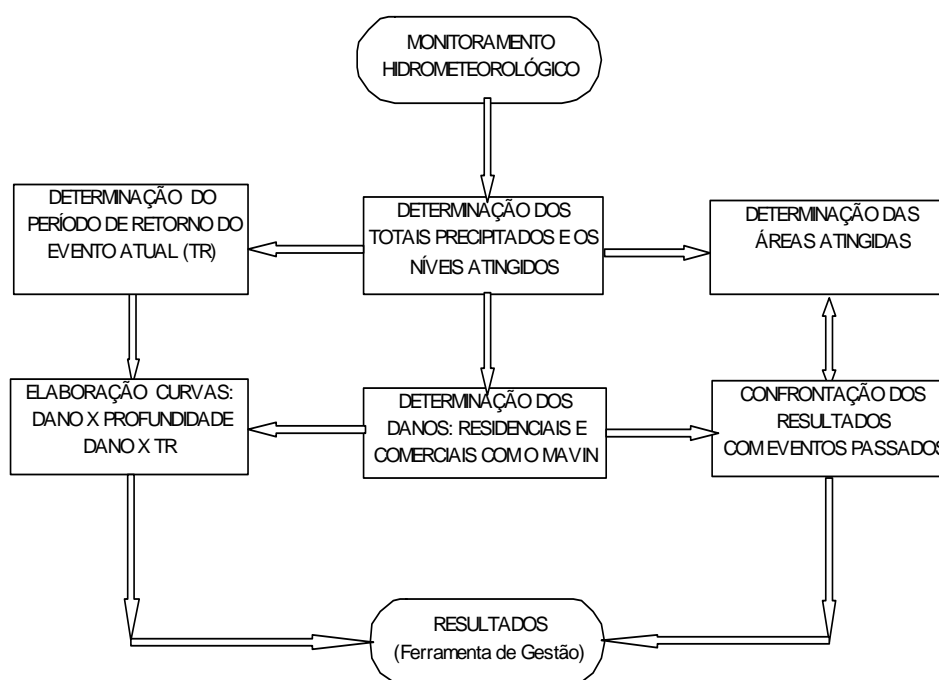


Figura 6.1 - Fluxograma do modelo de avaliação de danos por inundação graduais e bruscas – MAVIN

As atividades seguintes são as determinações dos danos residenciais e comerciais, elaboração da curva de danos x profundidade. Essas informações devem ser confrontadas com eventos passados, visando ajustes do modelo. Finalmente, os resultados dos danos do evento

podem ser utilizados pelos órgãos públicos como uma ferramenta de gestão, não apenas das áreas atingidas, mas também das áreas de contribuição da bacia hidrográfica.

6.2. Calibração e Resultados da Aplicação do MAVIN

6.2.1. Danos residenciais associados às inundações graduais

O modelo foi calibrado manualmente, com os dados obtidos pelas abordagens estatística e econômica, desenvolvidas na presente pesquisa (seção 4.2.6) e apoiadas em Salgado (1995); Olivieri; Santoro (2000); e, Penning-Rowsell; Chatterton (1977).

O modelo considera os seguintes parâmetros: a área construída e a proporção da área construída com a área total do lote, o valor básico da construção civil por área construída, a depreciação do imóvel e um coeficiente que leve em consideração o nível de submersão do imóvel (equação 6.1).

$$D_R = Ac.p.CUB.d.Kr \quad (6.1)$$

onde: D_R é o dano residencial (R\$); Ac é a área construída (m^2); p é a proporção de ocupação com edificação da área total inundada; CUB é o custo unitário básico da edificação por unidade de área construída (R\$/ m^2); d é a depreciação do imóvel na área inundável (%); e Kr é um coeficiente que leva em consideração os danos à edificação, conteúdo e a limpeza, relacionado ao nível de submersão do imóvel.

O coeficiente Kr cresce linearmente com o aumento do nível de submersão, indicando que a variação dos danos também aumenta à medida que os imóveis estão mais atingidos pelas águas. Portanto, os danos serão crescentes à edificação, aos conteúdos e à atividade de limpeza (**Tabela 6.1**).

O parâmetro d é obtido a partir da Tabela 5.10 e o parâmetro p , obtido da confrontação entre as áreas construídas e as áreas totais dos imóveis, obtido do cadastro da Prefeitura Municipal de Blumenau.

Os parâmetros CUB , Ac , p e d podem ser corrigidos a qualquer tempo, em função da dinâmica econômica de mercado, ampliações futuras das construções e de medidas preventivas. Isso é uma condição importante para a versatilidade do modelo.

Tabela 6.1 - Valores calibrados do parâmetro Kr associados a níveis de submersão para o Município de Blumenau

Submersão (m)	Coefficiente (Kr) ⁽¹⁾
0,5	0,24
1	0,26
1,5	0,28
2	0,3
2,5	0,32
3	0,345
3,5	0,37
4	0,395
4,5	0,42
5	0,445
5,5	0,47
6	0,495
6,5	0,52
7	0,545
7,5	0,57
8	0,595
8,5	0,62

Nota (1): Adaptado de Salgado (1995); Olivieri; Santoro (2000).

Para o momento atual da pesquisa, os valores dos parâmetros adotados no modelo são apresentados na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 - Valores adotados dos parâmetros associados à equação (6.1)

Parâmetro	Valor
p (%)	25
CUB (R\$) (relativo à Nov. 2009)	983,10
d (%) ⁽¹⁾	36,72

Nota (1) Obtido da **Tabela 5.10**

Assim, os valores dos danos residenciais obtidos pela equação (6.1) e relacionados aos níveis 10,00, 12,00, 15,46 e 17,00 m, são mostrados na Tabela 6.3.

Tabela 6.3 - Danos residenciais relacionados a níveis de inundações

Níveis de inundações (m)	Danos (R\$)	Área (m ²)	Danos/Área (R\$/m ²)
10,00	1.846.118,25	73.542,79	25,10
12,00	11.113.689,92	329.529,88	33,73
15,46	54.893.085,22	1.126.835,38	48,71
17,00	79.768.850,75	1.440.246,52	55,39

A partir dos danos observados e correlacionados aos níveis de inundação (**Tabela 6.3**), obtém-se a equação de regressão (equação 6.2). O coeficiente de correlação (R^2) é de 0,9988, a um nível de significância de 5%.

$$D_R = 8,46443 \times 10^7 - (1,99038 \times 10^7 \cdot Ni) + 1,15673 \times 10^6 \cdot Ni^2 \quad (6.2)$$

onde: D_R é o dano residencial obtido pelo método MAVIN (R\$); e Ni é o nível de inundação (m).

A Tabela 6.4 apresenta os cenários de danos calculados com a equação 6.2 e os danos obtidos, a partir da equação 6.1, sendo considerados os valores observados.

Verifica-se que os valores calculados (**Equação 6.2**) apresentam uma diferença significativa para o nível de 10,00 m, porém, as diferenças são baixas para os níveis de 12,00, 15,46 e 17,00 m.

Tabela 6.4 - Cenários dos danos residenciais

Níveis (m)	Danos Calculados (R\$)	Danos Observados (R\$)	Diferença (%)
10,00	1.279.300,00	1.846.118,25	- 30,70
12,00	12.367.820,00	11.113.689,92	+ 11,28
15,46	53.403.440,07	54.893.085,22	- 2,71
17,00	80.574.670,00	79.768.850,75	+ 1,01

Ajustando o modelo, os valores dos danos observados e os calculados, foram transformados em Log10, e mostrados na **Figura 6.2**. A equação de regressão (6.3) indica um bom ajuste ($R^2 = 0,994$).

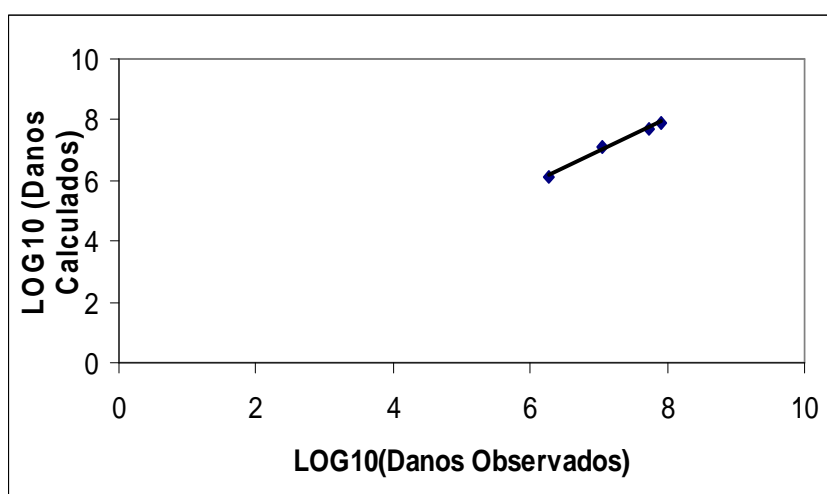


Figura 6.2 – Bilog10 dos danos residenciais observados com os calculados para inundações graduais

$$LOGDcal = 1,0853.LOGDobs - 0,6479 \quad (6.3)$$

onde: $LOGD_{cal}$ é o logarítmo na base 10 do dano residencial calculado; e $LOGD_{obs}$ é o logarítmo na base 10 do dano residencial observado.

Igualando as equações 6.2 e 6.3, tem-se a equação 6.4:

$$DMR = \{ [a - (b.Ni) + (c.Ni^2)]^{1,0853} \} / 4,4453 \quad (6.4)$$

onde: DMR é o dano residencial pelo modelo MAVIN; a é um coeficiente = $8,46443 \times 10^7$; b é um coeficiente = $1,99038 \times 10^7$; c é um coeficiente = $1,15673 \times 10^6$; e Ni é o nível de inundação, (m).

Aplicando a equação 6.4 obtêm-se os danos calculados e mostrados na Tabela 6.5 Os valores calculados mostram um bom ajuste, com exceção para o nível baixo.

Tabela 6.5 – Danos residenciais calculados pelo modelo MAVIN para inundações graduais

Níveis (m)	Danos Observados	Danos Calculados (MAVIN)	Diferença ⁽¹⁾ (%)
10,00	1.846.118,25	954.983,94	-93,31
12,00	11.113.689,92	11.203.782,95	0,80
15,46	54.893.085,22	54.806.215,47	-0,16
17,00	79.768.850,75	85.643.852,54	6,86

Nota: (1) $(\text{Danos}_{\text{calc}} - \text{Danos}_{\text{obser}}) / \text{Danos}_{\text{calc}}$

6.2.2. Danos comerciais associados às inundações graduais

O modelo foi calibrado manualmente, com os dados obtidos pelas abordagens estatística e econômica, desenvolvidas na presente pesquisa (seção 4.2.6).

Para a determinação dos danos relativos à categoria comercial, consideram-se os seguintes parâmetros: as áreas construídas, os valores básicos da construção civil, a quantidade de dias parados e o coeficiente que leva em consideração o nível de submersão do imóvel (equação 6.5).

$$D_c = a.Ac.CUB.Qdp.Kc \quad (6.5)$$

onde: D_c é o dano comercial (R\$); a é um coeficiente de ajuste, que varia em função do nível de inundação ($a_{10,00} = 0,1$; $a_{12,00} = 0,05$; $a_{15,46} = 0,025$ e $a_{17,00} = 0,02$); Ac é a área construída (m^2); CUB é o valor de mercado das edificações por unidade de área construída (R\$/ m^2); Qdp é a quantidade de dias parados (equação 6.6); e Kc é o coeficiente que leva em consideração os danos à edificação e a limpeza, relacionados ao nível de submersão do imóvel (**Tabela 6.6**).

$$Qdp = 4.Ns \quad (6.6)$$

onde: Qdp é a quantidade de dias parados; e Ns é o nível de submersão (m).

Tabela 6.6 - Valores calibrados do parâmetro K_c associados aos níveis de submersão

Nível de Submersão (m)	Coefficiente (K_c)
0,5	0,16
1	0,19
1,5	0,21
2	0,23
2,5	0,25
3	0,27
3,5	0,29
4	0,31
4,5	0,33
5	0,35
5,5	0,37
6	0,39
6,5	0,41
7	0,43
7,5	0,45
8	0,47
8,5	0,49

Para o momento atual, os danos comerciais obtidos pela equação 6.5 e relacionados aos níveis 10,00, 12,00, 15,46 e 17,00 m são mostrados na Tabela 6.7.

Tabela 6.7 - Danos comerciais relacionados a níveis de inundações

Níveis (m)	Danos (R\$)	Área (m ²)	Danos/Área (R\$/m ²)
10,00	3.691.098,62	29798,02	123,87
12,00	71.406.773,64	357804,40	199,57
15,46	229.643.285,50	780509,80	294,22
17,00	290.817.154,68	887804,48	327,57

A partir dos níveis de inundações e os respectivos danos (**Tabela 6.7**), obtém-se a equação de regressão (**Equação 6.7**), cujo coeficiente de determinação (R^2) é de 0,9983 e o nível de significância de 5%.

$$D_C = -2,80849E10^8 + 2,01611E10^7.Ni + 804366.Ni^2 \quad (6.7)$$

onde: D_C é o dano comercial obtido pelo modelo MAVIN (R\$); e Ni é o nível de inundação (m).

A Tabela 6.8 apresenta os cenários de danos calculados a partir da equação (6.7) e os danos obtidos a partir da equação (6.5), sendo considerados como os observados.

Verifica-se que a equação de regressão do modelo apresenta uma grande diferença para o nível de 10,00 m, porém, essas diferenças são baixas para os níveis de 12,00, 15,46 e 17,00 m.

Tabela 6.8 - Cenários dos danos comerciais

Níveis (m)	Danos Calculados (R\$)	Danos Observados (R\$)	Diferença (%)
10,00	1.198.600,00	3.691.098,62	- 67,53
12,00	76.912.904,00	71.406.773,64	+ 7,71
15,46	223.094.410,65	229.643.285,50	- 2,85
17,00	294.351.474,00	290.817.154,68	+ 1,22

Realizou-se um ajuste dos valores dos danos observados e dos calculados com o uso do Log10, conforme mostrado na Figura 6.3. A equação de regressão (6.8) indica um bom ajuste ($R^2 = 0,9932$).

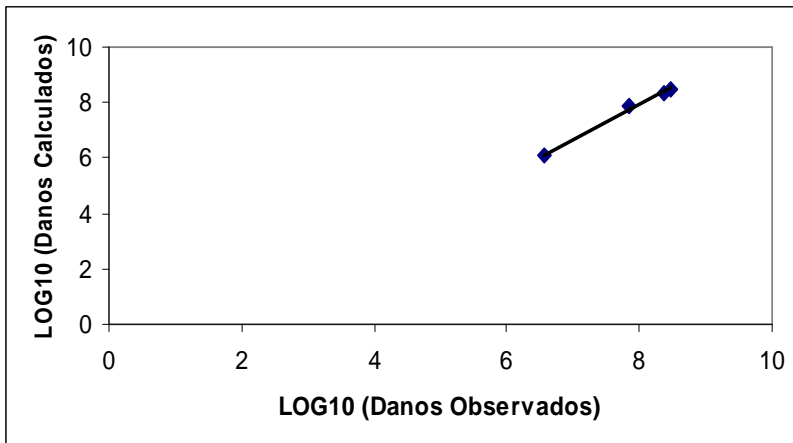


Figura 6.3 – Bilog10 dos danos comerciais observados com os calculados para inundações graduais

$$LOGD_{cal} = 1,2665.LOGD_{obs} - 2,1981 \quad (6.8)$$

onde: $LOGD_{cal}$ é o logarítmo na base 10 do dano comercial calculado; e $LOGD_{obs}$ é o logarítmo na base 10 do dano comercial observado.

Igualando as equações 6.7 e 6.8, obtém-se a equação 6.9:

$$DMC = \left[(-d + e.Ni + f.Ni^2)^{1,2659} \right] / 156,063 \quad (6.9)$$

onde: DMC é o dano comercial determinado pelo modelo MAVIN; d é um coeficiente = $-2,80849 \times 10^8$; e é um coeficiente = $2,01611 \times 10^7$; f é um coeficiente = 804366; e Ni é o nível de inundação, dado em metros.

Aplicando a equação 6.9 obtêm-se os danos calculados e mostrados na Tabela 6.9. Os valores ajustados, obtidos pelo modelo, apresentaram diferenças maiores que aqueles obtidos pela equação de regressão (6.7). Desse modo, a equação do modelo MAVIN para a determinação dos danos comerciais será a equação 6.7 e não a ajustada (6.9).

Tabela 6.9 – Danos comerciais calculados pelo modelo MAVIN para inundações graduais

Níveis (m)	Danos Observados	Danos Calculados (MAVIN)	Diferença ⁽¹⁾ (%)
10,00	3.691.098,62	317.463,51	-1062,68
12,00	71.406.773,64	61.600.813,57	-15,92
15,46	229.643.285,50	237.165.700,90	3,17
17,00	290.817.154,68	336.850.960,76	13,67

Nota: (1) $(\text{Danos}_{\text{calc}} - \text{Danos}_{\text{obser}}) / \text{Danos}_{\text{calc}}$

6.3. Danos em Inundações Bruscas

Considera-se como um indicador de inundações bruscas, a intensidade de precipitação localizada e/ou média de uma sub-bacia urbana, a partir de 50 mm, num intervalo de até 24 horas.

Dos registros da Defesa Civil do município de Blumenau, resgataram-se 14 eventos com informações de danos entre os anos de 1989 a 2008. Esses registros, em sua grande maioria, especificam os valores categorizados em público e privado. Nos danos privados, às vezes, aparecem apenas os danos identificados como da “área social” (residências) e, em outros, aparecem em ambos (comércio e serviços), ou, ainda, são considerados os danos comerciais e os industriais (**Quadro 6.1**).

Desse modo, para a análise desses eventos, os danos são considerados em termos globais para o município (público, residencial, comércio e serviços), diferentemente do que foi tratado nos itens anteriores (6.2.1 e 6.2.2), que consideram os danos nas categorias residenciais e comerciais em separado.

Aos eventos catalogados, computaram-se os totais precipitados em até 7 dias sequenciais, de modo a obter uma correlação entre as variáveis *danos* e *precipitação*.

Os valores dos danos foram atualizados em dólar americano, tendo como referência o dia 10 de novembro de 2009.

Evento	Precip. (mm)	Danos (R\$)	Observação
05/01/1989	173,8	5.141.344,92	(1) Inclui danos públicos e privados (com, res)
23/01/1990	83,2	4.362.511,76	(2) Inclui danos privados (residencial)
14/10/1990	88,9	1.504.153,62	(3) Inclui danos públicos e privados (ind, com, res)
15/11/1991	112,7	1.367.777,70	(3) Inclui danos públicos e privados (ind, com, res)
26/01/1992	131,8	4.917.262,72	(1) Inclui danos públicos e privados (com, res)
01/02/1992	157,1	8.195.187,86	(4) Considera a soma dos danos públicos e privados
29/05/1992	162,5	30.090.079,82	(3) Inclui danos públicos e privados (ind, com, res)
09/02/1993	163,2	6.033.818,79	(4) Considera a soma dos danos públicos e privados
18/02/1993	173,8	9.510.637,37	(4) Considera a soma dos danos públicos e privados
18/02/1994	176,7	1.919.923,37	(2) Inclui danos privados (residencial)
10/01/1995	193,6	7.204.772,93	(4) Considera a soma dos danos públicos e privados
22/01/1995	197,1	39.330.000,00	(1) Inclui danos públicos e privados (com, res)
02/03/1997	213,8	7.995.192,53	(1) Inclui danos públicos e privados (com, res)
24/11/2008	631,1	1.146.830.231,00	(2) Inclui danos públicos e privados (ind, com, res)

Quadro 6.1 - Totais precipitados em 7 dias e os danos observados em Blumenau

Conforme pode ser visto nas observações apontadas no Quadro 6.1, não existe uniformidade na determinação dos danos pela Defesa Civil, dificultando, assim, a análise estatística dos dados. Por sua vez, a variabilidade natural, traduzida pelos aspectos temporais e espaciais dos eventos, também dificultam a qualidade do modelo, haja vista que a única variável independente é o total acumulado das precipitações.

Correlacionando as precipitações com os danos (**Quadro 6.1**), obteve-se a equação de regressão (6.10), a um nível de significância de 5%.

Assim, aplicando-se a equação 6.10, obtêm-se os valores calculados dos danos globais em Blumenau (**Tabela 6.10**).

$$D_{lb} = 995265 \cdot \exp^{(0,0113 \cdot Prec)} \quad (6.10)$$

onde: D_{lb} é o dano global associado à inundação brusca (R\$); e $Prec$ é a precipitação acumulada em até 7 dias (mm).

Tabela 6.10 - Danos observados e calculados, e LOG10 dos danos (obs e calc) em Blumenau

Evento	Dano Observado	Dano Calculado	LOG10 (DanoObs)	LOG10 (DanoCalc)	Diferença⁽¹⁾ (%)
15/11/1991	1.367.777,70	3556453,19	6,13602	6,55102	61,54
14/10/1990	1.504.153,62	2717802,79	6,17729	6,43422	44,66
18/02/1994	1.919.923,37	7329913,79	6,28328	6,86510	73,81
23/01/1990	4.362.511,76	2548267,60	6,63974	6,40625	-71,20
26/01/1992	4.917.262,72	4413172,22	6,69172	6,64475	-11,42
05/01/1989	5.141.344,92	7093605,57	6,71108	6,85087	27,52
09/02/1993	6.033.818,79	6292848,02	6,78059	6,79885	4,12
10/01/1995	7.204.772,93	8872297,26	6,85762	6,94804	18,79
02/03/1997	7.995.192,53	11147260,30	6,90283	7,04717	28,28
01/02/1992	8.195.187,86	5873694,10	6,91356	6,76891	-39,52
18/02/1993	9.510.637,37	10322786,72	6,97821	7,01380	7,87
29/05/1992	30.090.079,82	6243267,94	7,47842	6,79541	-381,96
22/01/1995	39.330.000,00	9230228,04	7,59472	6,96521	-326,10
24/11/2008	1.146.830.231,00	1244742243,80	9,05950	9,09508	7,87

Nota: (1) (Danoscalc - Danosobser) / Danoscalc

Os resultados calculados pelo modelo apresentaram diferenças significativas, até alguns valores aceitáveis, como o ocorrido em novembro de 2008, quando a diferença verificada entre os danos calculados e observados foi de 7,87%.

Procurando ajustar o modelo, os valores dos danos observados e os calculados foram transformados em Log10. A equação de regressão (6.11) indica um bom ajuste ($R^2 = 0,7794$).

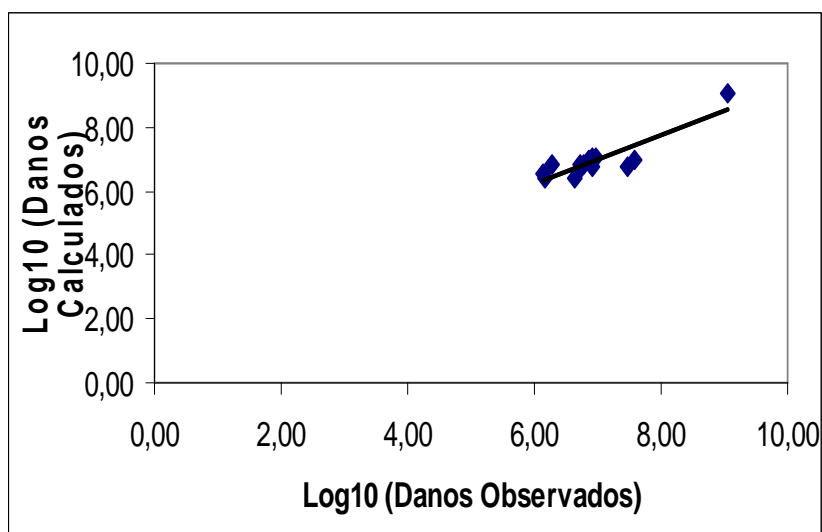


Figura 6.4 – Bilog10 dos danos observados com os calculados para inundações bruscas

$$LOGD_{calc} = 0,7794 \cdot LOGD_{obs} + 1,5318 \quad (6.11)$$

onde: $LOGD_{calc}$ é o logaritmo na base 10 do dano calculado; e $LOGD_{obs}$ é o logaritmo na base 10 do dano observado.

Igualando as equações 6.10 e 6.11, tem-se a equação 6.12:

$$DIB = 34,025 \cdot [(995265 \cdot \exp(0,0113 \cdot Prec)]^{0,7794} \quad (6.12)$$

onde: DIB é o dano associado à inundação brusca (R\$); e $Prec$ é a precipitação acumulada em 7 dias (mm).

Aplicando a equação 6.12 obtêm-se os danos calculados, mostrados na **Tabela 6.11**. As diferenças se mostraram significativas, mas diante da variabilidade dos eventos, peculiaridades espaciais de onde ocorrem e a qualidade dos dados, pode-se considerar que o modelo estima bem os danos. É importante observar que os danos observados possuem uma

amplitude de 838 vezes entre o dano mínimo e o máximo, ou ainda, da ordem de 28 vezes entre o mínimo e o penúltimo valor de dano.

Tabela 6.11 – Danos calculados pelo modelo Mavin para inundações bruscas

Dano Observado	Dano Calculado	Diferença⁽¹⁾ (%)
1.367.777,70	4.341.710,48	68,50
1.504.153,62	3.520.688,45	57,28
1.919.923,37	7.628.799,32	74,83
4.362.511,76	3.348.308,86	-30,29
4.917.262,72	5.137.087,54	4,28
5.141.344,92	7.436.419,86	30,86
6.033.818,79	6.773.602,01	10,92
7.204.772,93	8.853.142,56	18,62
7.995.192,53	10.576.962,97	24,41
8.195.187,86	6.419.299,23	-27,66
9.510.637,37	9.962.113,38	4,53
30.090.079,82	6.731.970,85	-346,97
39.330.000,00	9.130.292,74	-330,76
1.146.830.231,00	417.352.520,52	-174,79

Nota: (1) $(\text{Danoscalc} - \text{Danosobser}) / \text{Danoscalc}$

SUMÁRIO DO CAPÍTULO

Neste capítulo são apresentados os resultados do uso do modelo Mavin para as inundações graduais às categorias residenciais e comerciais. O modelo foi calibrado utilizando parâmetros como a área construída, associado a valores de mercado, podendo ser atualizado ao longo do tempo. Apesar da utilização de informações de somente quatro manchas de inundação para o ajuste do modelo, os resultados apresentados podem ser considerados bons.

O modelo também foi ajustado para as inundações bruscas, porém, associado apenas aos totais precipitados do local de estudo, com intervalo de medição de 24 horas. É importante

verificar que cada evento apresenta suas peculiaridades locais e temporais, dificultando o melhor desempenho do MAVIN.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1. Conclusões Gerais

O principal objetivo deste trabalho é propor um método de avaliação quantitativo dos danos associados às inundações em áreas urbanas e aplicá-lo no município de Blumenau. Em relação aos métodos que lhe serviram de base, houve a modificação dos coeficientes que se ajustam aos níveis de submersão e a introdução de outros parâmetros, visando uma melhor performance de avaliação dos danos.

A grande variabilidade de padrões construtivos, estado de conservação, idade e conteúdos dos imóveis e, as peculiaridades do comércio, foram consideradas, com o uso de parâmetros, na aplicação do modelo.

Os depoimentos de moradores, comerciantes e técnicos foram importantes, visando avaliar as percepções e reações dos mesmos nas áreas inundáveis. De modo geral é possível observar sinais de mudanças dos moradores e dos comerciantes que vivenciaram as marcantes experiências das inundações de 1983 e 1984, motivados provavelmente, pela sua recorrência, além da magnitude atingida pelos eventos.

Apesar do número de entrevistas colhidas terem sido suficientes, principalmente para os anos de 1983 e 1984, aliados ainda ao intervalo entre as ocorrências dos eventos e a pesquisa dos mesmos (25 anos), indica que as equações de regressão não representam de modo satisfatório os danos tangíveis.

Outro método desenvolvido na pesquisa é o econômico, que procura suprir algumas deficiências do método estatístico. A partir da análise dos resultados, verifica-se a necessidade de alguns ajustes matemáticos do método. O resultado dessa abordagem resulta no desenvolvimento do modelo MAVIN.

7.2. Percepções e Reações

Algumas dificuldades foram encontradas ao longo do desenvolvimento das entrevistas, como a identificação de pessoas que vivenciaram as inundações ou ainda, a pouca disposição dos entrevistados para responderem o questionário na sua íntegra.

Tendo em vista que as entrevistas foram realizadas alguns ou muitos anos após a ocorrência das inundações, a obtenção de algumas das informações ficou prejudicada. De fato, os dados obtidos nas entrevistas com os indicativos dos valores monetários dos danos sofridos pelas moradias e do comércio foram 50% do total pesquisado.

Verificou-se que as experiências dos moradores e comerciantes favoreceram suas percepções, fruto da dura convivência com as inundações. Essas percepções desencadearam vários tipos de reações, identificadas nos depoimentos. Apesar das dificuldades inerentes à identificação das sensibilidades do “sentir” e “ver”, próprias das percepções das pessoas, resgataram-se depoimentos como: “a enchente é uma atividade que avisa” ou “[...] quando escuto chuva forte eu não durmo mais”.

Contudo, tem-se a convicção de que a percepção, inserida num contexto local e ao longo do tempo está sujeita a novos processos e novas escolhas, desse modo, dependente de subjetividades de cada indivíduo ou mesmo da coletividade.

As percepções desencadearam a tomada de reações, que se pôde caracterizar em três situações distintas: (i) pré-inundação: a ansiedade e o medo; (ii) durante o evento: a confiança nas informações técnicas repassadas à população sobre a evolução das cheias; e (iii) pós-inundação: aqui percebe-se a reflexividade dos atingidos - a resignação de suas perdas, ou seja, dos danos materiais e sociais (o estresse, o esgotamento físico e mental), a consciência da fragilidade do local, a solidariedade entre vizinhos e parentes e a ajuda na reconstrução das moradias danificadas.

7.3. Avaliação dos Danos pelo Método Estatístico e Econômico

A realidade hidrológica da região mostra que as recorrentes inundações, ao longo do tempo resultam em sucessivos danos aos moradores, comerciantes, órgãos públicos e

indústrias, mas os mesmos tendem a permanecer e/ou a diminuir, face às construções em cotas mais elevadas e a existência do sistema de monitoramento e alerta de cheias. Entretanto, os danos provenientes das inundações bruscas podem ser cada vez mais significativos face o aumento da urbanização e em áreas de risco, potencializados, sobretudo, pela ocupação humana.

As inundações são recorrentes na região, sendo os danos socioeconômicos, inevitáveis. Cabe, portanto, aos gestores incorporar as demandas e o conhecimento revelados pelos entrevistados. Isso permite que as decisões desencadeadas pré-inundações possam minimizar os danos e sofrimentos dos atingidos, especialmente dos danos intangíveis.

As análises estatísticas ficaram prejudicadas, em função do pequeno número de amostras, principalmente para os anos de 1992 e 2001. Contudo, ainda assim, os resultados podem ser considerados significativos, especialmente por indicarem os cenários e as variáveis que melhor representam os danos quantitativos.

O método de avaliação econômica apresentou-se como uma opção para a avaliação dos danos, apesar de dificuldades na definição de alguns parâmetros necessários para a obtenção dos danos relativos às edificações, aos conteúdos e à limpeza das propriedades.

7.4. Modelo de Avaliação de Inundação - MAVIN

O modelo MAVIN procurou preencher as deficiências do método estatístico, face ao distanciamento entre a ocorrência de eventos passados e a obtenção dos dados. Assim, o MAVIN ajustou-se ao método econômico em virtude da necessidade de uso de parâmetros com maior facilidade de obtenção dos mesmos.

O modelo MAVIN também avaliou os danos decorrentes das inundações bruscas, mostrando um bom desempenho nos resultados, apesar do grande número de variáveis envolvidas no fenômeno.

Finalmente, com relação à análise dos danos, verificou-se que não há pessoas isentas. Todos aqueles que ocupam áreas susceptíveis às inundações apresentam perdas, demonstrando, assim, a fragilidade do município. O local em uso, sua forma dinâmica de ocupação, ao longo do tempo, são os fatores que determinam a magnitude dos danos.

Contudo, os sofrimentos são mais intensos entre os mais carentes. Além disso, as condições de recuperação são as mais difíceis, em virtude da falta de recursos financeiros ou mesmo de poupança. Por esse motivo, as políticas públicas deveriam priorizar as áreas mais carentes.

A condução de método avaliativo dos danos associados às inundações é uma boa ferramenta de gestão, não somente após as inundações. Deveria, sim, ser utilizado antes da ocorrência das inundações, uma vez que possibilitaria a diminuição dos cenários vulneráveis, a partir de priorização de medidas de atendimento às áreas de risco.

Conhecer os danos potenciais com a aplicação do MAVIN, em cada local, seja, em bairros, em regiões ou no município e, apoiado a eventos simulados para vários períodos de retorno, pode-se “Privilegiar a Prevenção”. Desse modo, antecipam-se medidas mitigadoras que diminuam os danos e fortaleçam a proteção da sociedade.

7.5. Recomendações

Recomenda-se para estudos futuros:

- a) Aplicar novas campanhas de entrevistas em eventos futuros, utilizando-se dos procedimentos aqui desenvolvidos;
- b) Aplicar o MAVIN em eventos futuros de inundações graduais, visando ajustar os parâmetros utilizados no modelo;
- c) Ajustar e aplicar o MAVIN para as inundações bruscas, em virtude das peculiaridades dos fenômenos;
- d) Estruturar uma página em ambiente web com informações úteis aos cidadãos, visando orientar as tipologias construtivas de móveis e instruir os atingidos sobre procedimentos em momentos de pré-inundação. De outro modo, oferecer instruções aos atingidos para a formalização de pedidos de auxílio financeiro em situações de calamidade pública aos órgãos competentes dos municípios (Defesa Civil, Secretaria de Habitação e Assistência Social).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-1**: avaliação de bens. Parte 1: procedimentos gerais. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 12721**: critérios para avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios – Procedimento. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA – ABEP. **Critério Padrão de classificação econômica Brasil-2008**. 2007, 41 p. Disponível em: <http://www.abep.org/codigosguias/criterio_Brasil_2008.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2008.

APPELBAUM, J. S. Determination of urban flood damages. **Journal of Water Resources Planning and Management**, USA, v. 111, n 3, p. 269–283, jul., 1985.

BARREDO, J. I. *Major flood disasters in Europe: 1950-2005*. **Natural Hazards**, Holanda, v 42, n 1, p. 125-148, jul., 2006. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/nl46740140626181/fulltext.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2008.

BRILLY, M.; POLIC, M. Public perception of flood risks, flood forecasting and mitigation. **Natural Hazard and Earth System Sciences**. v. 5, p. 345-355, 2005. Disponível em: <<http://hal.archives-ouvertes.fr/does/00/29/91/82/PDF/nhess-5-345-2005.pdf>>. Acesso em: 17 dezembro 2008.

BLUMENAU, Prefeitura Municipal de. *Plano Diretor de Defesa Civil*, 2002.

BRASIL. Ministério das Cidades – Secretaria de Programas Urbanos, Universidade Federal de Pernambuco, Coordenação de Educação a Distância, Grupo de Engenharia Geotécnica de Encostas e Planícies. *Gestão e mapeamento de riscos socioambientais*. Brasília, [2008].

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de águas e Energia Elétrica. *Ação do DNAEE na área de recursos hídricos – região sul*, 1987.

BRÜSEKE, F. J. *A técnica e os riscos da modernidade*. Florianópolis, EdUFSC, 2001.

BURTON, I.; KATES, R. W. Natural extremes and social resilience. In: BURTON, I.; KATES, R. W.; WHITE, G. F. *The enviroment as hazard*. 2nd ed. The Guilford Publications, Inc. New York, p. 219 – 241, 1993.

CANÇADO, V. L. et al. Análise de vulnerabilidade à inundação: estudo de caso da cidade de Munhuaçu, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, CD - ROM.

CASTRO, A. L. C. *Manual de desastres: desastres naturais*. Brasília, Ministério da Integração Nacional – Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2005.

Centro de Operação do Sistema de Alerta da Bacia do Rio Itajaí - CEOPS. *Relatório de cotas de enchente em cruzamentos da cidade*. Blumenau, mimeo. [1992].

- CHOWDHURY, M. Rashed. The impact of “Greater Dhaka Flood Protection Project” (GDFPP) on local living environment – the attitude of the floodplain residents. **Natural Hazards**, v. 29, p. 309-324. 2003. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/h552nq43377kl767/fulltext.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2008.
- CORDERO, A. BUTZKE, I.C. Cota-enchente para a cidade de Blumenau. *Dynamis*, Blumenau, v. 3, n 12, p. 27-32, jul/set. 1995.
- CORDERO, A. MEDEIROS, P. A., TERAN, A. L. *Medidas de controle de cheias e erosões*. Blumenau: *Revista de Estudos Ambientais*, Blumenau, v. 1, n 2, p. 27-45, maio/ago. 1999.
- CORDERO, A.; MEDEIROS, P. Estimativa da curva chave de Blumenau. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15. 2003, Curitiba. **Anais**. Curitiba, 2003. CD-ROM.
- _____. Estudo estatístico das vazões máximas do rio Itajaí-Açu em Blumenau. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Anais**. Curitiba, 2003. CD-ROM.
- COSTA, H.; TEUBER W. *Enchentes No Estado do Rio de Janeiro: uma abordagem geral*. Rio de Janeiro: SEMADS/GTZ, 2001.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. *O planejamento da pesquisa qualitativa: teoria e abordagens*. 2. ed. Porto Alegre : Artmed, 2006.
- DUTTA, D; HERATH, S; MUSIAKE, K. *A mathematical model flood loss estimation*. *Journal of Hidrology* , v. 277, n. 1/2, p. 24-49, jun. 2003.
- EM-DAT: *The OFDA/CRED International Disaster Database*. Brussels : Université Catholique de Louvain, 2007. Disponível em: <<http://www.em-dat.net>>. Acesso em: 17 abr. 2007.
- EMERGENCY MANAGEMENT AUSTRALIA – EMA. *Disaster loss assessment guidelines*, v. 3, Part III, Guide 11. 2002. 101p. Disponível em: <www.ema.gov.au>. Acesso em: 09 abr. 2007.
- FELLER, Nívea; BUTZKE, Cristina I. *Ocupação das áreas de risco em Blumenau: perfil sócio-econômico da população, percepção do risco ambiental, deslizamento e respostas a esta problemática*, 1999. 48 f. Relatório (Pesquisa de Iniciação Científica) – Universidade Regional de Blumenau, 1999.
- FLOODsite. *Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods*. T09-06-01, 2007. Disponível em: <http://www.floodsite.net/html/partner_area/project_docs/T09_06_01_Flood_damage_guidelines_D9_1_v2_2_p44.pdf>. Acesso em: 28 out. 2008.
- FRANK, B. Uma história das enchentes e seus ensinamentos. In: FRANK, B., PINHEIRO A. *Enchentes na bacia do Itajaí: 20 anos de experiências*. Blumenau: Edifurb, p. 15– 57, 2003.

FRANK, B.; VIBRANS, C. Uma visão integrada da bacia hidrográfica. In: FRANK, B., PINHEIRO A. *Enchentes na bacia do Itajaí: 20 anos de experiências*. Blumenau: Edifurb, p.191–222, 2003.

FUNDAÇÃO AGÊNCIA DE ÁGUA DO VALE DO ITAJAÍ. *Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Itajaí: construindo o futuro da bacia*. Blumenau: Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí, 2006. 80 p.

GOERL, R. F.; Kobiyama, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16, 2005. **Anais**. João Pessoa, CD-ROM, 2005.

GONZÁLEZ R. F. *Pesquisa Qualitativa E Subjetividade: Os Processos De Construção Da Informação*. São Paulo, Pioneira Thomson Learning, 2005.

GRACIOSA, M. C. P.; MENDIONDO, E. M. Fundo de seguros como mecanismo de transferência do risco e ferramenta de gestão para a redução da vulnerabilidade às inundações. In: **Jornadas Internacionais sobre gestión del riesgo de inundaciones y deslizamientos de laderas**, São Carlos/SP, p. 17, 2007. Disponível em: <<http://hercules.cedex.es/hidraulica/PROHIMET/Br07/comunicaciones/Pereira-Mendondo.pdf>>. Acesso em: 23 julho 2008.

GREEN, C. *Best practice methods for valuing flood control benefits*. Flood Hazard Research Centre, jun., 2000. Disponível em: <<http://oldwww.wii.gov.in/eianeww/eia/dams%20developpment/kbase/contrib/eco071.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2008.

GREEN, C. H., TUNSDALL, S. M., FORDHAM, M. 1991. Apud BRILLY, M.; POLIC, M. *Public perception of flood risks, flood forecasting and mitigation*. Natural Hazard and Earth System Sciences. v. 5, p. 345-355, 2005. Disponível em: <<http://hal.archives-ouvertes.fr/does/00/29/91/82/PDF/nhess-5-345-2005.pdf>>. Acesso em: 17 dez.2008.

HERRMANN, Maria Lúcia de Paula. *Levantamento dos desastres naturais causados pelas adversidades climáticas no Estado de Santa Catarina, período 1980 a 2000*. Florianópolis: IOESC, 2001.

HILL, M. M.; Hill, A. *Investigação por Questionário*. Edições Silabo, LDA, Lisboa, 2. ed., 2005.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE BLUMENAU. *Memorial descritivo e de cálculo do nivelamento topográfico, na cidade de Blumenau para as enchentes de 1911 e 1983*. FURB, 1983.

KOBIYAMA, Masato et al. *Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos*. Curitiba, Ed. Organic Trading, 2006.

KREIBICH, H. et al. Floods loss reduction of private households due to building precautionary measures – lessons learned from the Elbe flood in august 2002. **Natural Hazards and Earth System Sciences**. v. 5, p. 117-126, jan. 2005. Disponível em: <<http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/5/117/2005/nhess-5-117-2005.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2008.

LEKUTHAI A., VONGVISESSOMJAI, S. Intangible flood damage quantification. *Water Resources Management* 15, p. 343-362, out. 2001. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/mwrpy0ye9yxawdt/fulltext.pdf>>. Acesso em: 15 abril 2007.

LIMA, Joélma Costa de. *Avaliação dos riscos e danos de inundação e do impacto da adoção de medidas não-estruturais em Itajubá-MG*, 2003, 160 f. Dissertação (Dissertação em Recursos Hídricos). Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais.

MACHADO, Léa Machado et al. Curvas de danos de inundação versus profundidade de submersão: desenvolvimento de metodologia. Porto Alegre: *Rega – Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 2, n 3, p. 32-52, jan/jun. 2005.

MARCELINO, E. V., NUNES, L. H., KOBIYAMA, M. Banco de dados de desastres naturais: análise de dos globais e regionais. *Caminhos de Geografia – revista on line*, 6 (19), p. 130 - 149, set. 2006a, Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br>>. Acesso em 11/02/2007.

MARCELINO, E. V., NUNES, L. H., KOBIYAMA, M. *Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. Caminhos de Geografia*. 8 (17), p.72-84, fev. 2006b.<<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em 23/10/2006.

MASCARENHAS, A. D. Freqüências das inundações do rio Itajaí-assú. I *Boletim do Ministério da Agricultura*, a. 28, n 7-9. p. 105–121, 1939.

McBEAN, E. A.; GORRIE, J.; FORTIN, M.; DING, J.; MOULTON, R. Flood depth-damage curves by interview survey. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 114, n. 6, p. 613–634, 1988.

MERZ, B. et al. R. Estimation uncertainty of direct monetary flood damage to buildings. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4, 2004, p. 153-163.

MESSNER, F.; MEYER, V. Flood damage, vulnerability and risk perception challenges for flood damage research. UFZ – Discussion papers 13/2005. Disponível em: <http://www.ufz.de/data/disk-papiere_2005-132647.pdf> Acesso em: 28 out. 2008.

NAGEM, F. R. M. *Avaliação econômica dos prejuízos causados pelas cheias urbanas*, 2008. 114 f. Dissertação (Mestre em Ciências da Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

NASCIMENTO, Nilo et al. *Flood-damage curves: methodological development for the Brazilian context. Water Practice & Technology*. v 1 n 1, 2006. Disponível em: <<http://www.iwaponline.com/wpt/001/wp0010022.html>>, Acesso em: 28 abril 2007.

NATIONAL RESERARCH COUNCIL (NRC). Risk analysis and uncertainty in flood damage reduction studies. **National Academy Press**, Washington, D. C. USA, 2000. Disponível em: <http://nap.edu/catalog/9971.html>. Acesso em: 21 abril 2007.

NÖLKE, G. A enchentes de Blumenau: percepção e reação. Blumenau: **Revista de Estudos Ambientais**, v.1, n.3, p. 48–67, set/dez. 1999.

OLIVERI, E.; SANTORO, M. Estimation of urban structural flood damages: the case study of Palermo. **Urban Water** 2. p. 223–234, nov.2000. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6VRE-42BTKW7-5-24&-CDI=6222&_USER=984977&_orig=search>. Acesso em: 9 abril 2007.

PENNING-ROUSELL, E.C.; CHATTERTON, J.B. The benefits of flood alleviation, 1977. Apud MACHADO, L. M. et al. Curvas de danos de inundação versus profundidade de submersão: desenvolvimento de metodologia. *Rega – Revista de Gestão de Água da América Latina, Porto Alegre*, v. 2, n 3, p.32-52, 2005.

PFASFSTETTER, O. O controle das inundações no vale do rio Itajaí-açu. *Saneamento*. Rio de Janeiro, v 49, n 3–4, p. 88–99, 1975.

PINHEIRO A. Mapeamento da área inundável de Blumenau – SC. In: *SEMINÁRIO INTERNACIONAL ESTRATÉGIAS E AÇÕES FRENTE A DESASTRES NATURAIS*. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento no Brasil. Salvador. p.17-27, 1987.

PINTO, L. L. C. A. et al. *Elaboração da curva risco x prejuízo para o plano de águas pluviais de Nova Friburgo – estudo de caso*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. **Anais**. São Paulo. CD ROM, 2007.

POMPÍLIO, M. J. *O homem e as inundações na bacia do Itajaí: uma contribuição aos estudos da geografia do comportamento e da percepção, na linha da percepção ambiental*, 1990. 270 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, USP, São Paulo.

RAAIJMAKERS, R.; KRYWKOW, J.; VEEN, A. Flood risk perceptions and spatial multi-criteria analysis: an exploratory research for hazard mitigation. **Nat Hazards**, v. 46, p 307-322, 2008.

RAMPI, A. C. L. B. et al. Percepção e atitude frente ao risco de deslizamento. In: VIEIRA, R; PINHEIRO, A. *Um olhar sobre as áreas de risco de escorregamento no município de Blumenau: em busca da prevenção*. Blumenau: FURB/IPA, 2005. p. 42-55.

RIGHETTO, J. M. *Modelo de seguro para riscos hidrológicos no contexto de manejo integrado de bacias hidrográficas*, 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade de São Paulo, São Carlos.

SALGADO, J. C. M. *Avaliação econômica de projetos de drenagem e de controle de inundações em bacias urbanas*, 1995, 113 f. Dissertação (Mestrado em ciências em engenharia civil) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SANTOS, G. F. Vale do Garcia (Blumenau-SC): episódios pluviais críticos e suas repercussões no espaço urbano. Blumenau: **Revista de Estudos Ambientais**. v.1, n.1, p. 96-117, 1999.

SEVERO, D. L. *Relatório consolidado dos dados do monitoramento das condições hidrometeorológicas* – Consórcio Empresarial Salto Pilão. set. 2007.

SANTA CATARINA. Gabinete do Vice-Governador. *Plano global e integrado de defesa contra as enchentes*. 1992.

_____. Departamento de Edificações e Obras Hidráulicas – DEOH. 10º Relatório Semestral de Atividades nas Barragens do Alto Vale do Itajaí. SETO. Florianópolis, jan/jun., 2001.

SCHWANDT, Thomas A. Três posturas epistemológicas para a investigação qualitativa: interpretativismo, hermenêutica e construcionismo social In: DENZIN, Normann K.; LINCOLN, Yvonna S. *O planejamento da pesquisa qualitativa: teoria e abordagens*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, p.193-217, 2006.

SCHULT, S. I. M.; PINHEIRO, A. Ocupação e controle das áreas urbanas inundáveis. In: FRANK, B., PINHEIRO A. *Enchentes na bacia do Itajaí: 20 anos de experiências*. Blumenau: Edifurb, p.173–190, 2003.

SEVERO Dirceu L. *Estudo de casos de chuvas intensas no estado de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 97p, 1994.

SILVA, J. F. *As enchentes no Vale do Itajaí*. Blumenau: Fundação Casa Dr. Blumenau (separata Revista Blumenau em Cadernos), 48p, 1975.

SILVA, H. S. *Análise sociotécnica da meteorologia brasileira: uma aplicação para o Vale do Itajaí (SC)*, 2003, 208 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SILVA, H. S.; SEVERO, D. L. O clima. In: AUMOND, J. J. ; PINHEIRO, A.; FRANK, B. *Bacia do Itajaí: aspectos físicos e biológicos*. Blumenau: Edifurb, 2009 (no prelo).

SLOVIC, P. *Perception of risk*. Science, New Series. v. 236, n. 4799, p. 280-285, abr., 1987.

TACHINI, M. O alerta de cheias e a ação da defesa civil. In: FRANK, B.; PINHEIRO A. *Enchentes na bacia do Itajaí: 20 anos de experiências*. Blumenau: Edifurb, p. 29–141, 2003.

TORTEROT. J. Le coût des dommages dûs aux inondations: estimatitions et anlyses des incertitudes. Tese (doutorado). Ecole Nationale de Ponts et Chaussés, 1993. Paris. 283 p.

TUCCI, C. E. M. et al. (Org.) *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH/EDUSP, 1993.

TUCCI, C. E. M. Controle de enchentes. In: _____. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2. ed.; Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, p. 621-658, 2000.

WITTMANN, A. C. R. *A estrada de ferro no Vale do Itajaí: resgate trecho Blumenau-Warnow*. Blumenau: Edifurb, 2001.

VALÊNCIO, N. F. L. S.; CAMPOS, P. F. C.; TRIVELIN, I. M. Gestão de desastres no Brasil: considerações sociais acerca das políticas de emergência ante os perigos hidrometeorológicos. In: MARTINS, R. C.;

VALÊNCIO, N. F. L. S. (Orgs.) et al. *Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e político-institucionais*. São Carlos: RiMa Editora, 2003. v. 2, p. 223-237.

VALÊNCIO, N. F. L. S. (Orgs.) et al. *Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e político-institucionais*. São Carlos: RiMa Editora, 2003. v. 2, p. 223-237.

VALÊNCIO, N. F. L. S., et al. *A produção social do desastre: dimensões territoriais e político-institucionais da vulnerabilidade das cidades brasileiras às chuvas*. Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais / Departamento de Ciências Sociais. São Carlos: UFSCar, n. 44 e 45, p. 67-115, 2004.

VEYRET, Y. (org.) et al. *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. São Paulo: Ed. Contexto, 2007.

VIDICH, A. J. ; LYMAN, S. M. Métodos qualitativos: sua história na sociologia e na antropologia. In: DENZIN, Normann K.; LINCOLN, Yvonna S. *O planejamento da pesquisa qualitativa: teoria e abordagens*. 2.ed. Porto Alegre, Artmed, p. 49-90, 2006.

VIEIRA, R. Um olhar sobre a paisagem e o lugar como expressão do comportamento frente ao risco de deslizamento, 2004. 197 f. Tese (Doutorado em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Controle de enchentes e inundações. In: VILLELA, S. M., MATTOS, A. *Hidrologia aplicada*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, p.182–191, 1975.

VRIJLING, J. K.; HENGEL, W. van; HOUBEN, R. J. A framework for risk evaluation. **Journal of Hazardous Materials**, 43. p. 245-261, 1995. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6TGF-3YS8Y70-5-1&_cdi=5253&_user=984977&_orig=search&_coverDate=10%2F31%2F1995&_sk=999569996&view=c&wchp=dGLzVtz-zSkWz&md5=18176d145583f0fa3af33188d87d4ca9&ie=/sdarticle.pdf> . Acesso em: 11 abril 2008.

WHYTE, A.V.T. From hazard perceptions to human ecology, 1986. In: WHITE, G. F.; KATES, R. W.; BURTON, I. *Themes from the work of Gilbert F. White*. Chicago; 2 ed. University of Chicago Press, 1986.

XAVIER, Fernando da Fontoura. Caracterização Geotécnica do Município de Blumenau: Dados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 8, Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro, 1996. p.561-567.

APÊNDICE

APÊNDICE A – FICHA DE COLETA DE DADOS - CATEGORIA RESIDENCIAL

1. SOBRE OS RESIDENTES:

Nome do Respondente: _____ Sexo () F () M

Endereço do Imóvel: _____ Bairro: _____

Imóvel é: () Próprio () Alugado () Cedido: () Outros: _____

Quantas pessoas residem no Imóvel? Adultos:

Crianças:

Há quanto tempo reside no Imóvel? anos

Renda Familiar Mensal (R\$ bruta):

SOBRE O IMÓVEL:

() CASA SEM SUBSOLO () CASA COM 2 PISOS () CASA COM 3 PISOS

() CASA COM SUBSOLO () Edifício com 4 andares () Edifício com mais 4 andares

O imóvel é atingido com a cota de = _____ m

Cota do piso interior do imóvel = _____ m Cota do cruzamento de ruas = _____ m

Tamanho aproximado do terreno = _____ X _____ = _____ m²

Tamanho aproximado do Imóvel = _____ X _____ = _____ m²

Número de cômodos do Imóvel = _____

Número de cômodos molhados do Imóvel = _____

Tamanho aproximado das áreas molhadas = _____ m²

2. ESTRUTURA DO IMÓVEL:

Tipo de Fundação: () Sapatas () Estacas () Radier

Tipo de Construção: () Alvenaria () Madeira () Blocos () Mista

() Outros: _____

Tipo de Acabamento Externo: () Reboco () Tijolo à vista () Pintura () Madeira ()

Tipos de Piso do Imóvel	Contra piso	Azulejo / Cerâmico	Laminado / Madeira	Taco	Forração ou Carpete	Pedra / Cacos
Dormitórios	()	()	()	()	()	()
Sala de TV	()	()	()	()	()	()
Sala Jantar/Estar	()	()	()	()	()	()
Banheiros	()	()	()	()	()	()
Escritório	()	()	()	()	()	()
Cozinha/Copa	()	()	()	()	()	()
Lavanderia	()	()	()	()	()	()
Área Externa	()	()	()	()	()	()

Outras Características	Paredes	Esquadrias	Portas
Madeira	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)
Ferro	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)
Alumínio	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)
Reboco / Chapisco	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)
Alvenaria	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)
Tijolo aparente	(A) (B) (C)		
Concreto	(A) (B) (C)		
Cerâmica/ Azulejo	(A) (B) (C)		
Pintura Mineral	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)
Pintura Sintética	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)
Vidro	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)	(A) (B) (C)
Gesso	(A) (B) (C)		
Pedra	(A) (B) (C)		

Mobiliário	Novíssimo	Relativamente Novo	Meia-vida
Sala de Jantar ()			
Armários Cozinha ()			
Armários Lavanderia ()			
Mesa (copa / cozinha) ()			
Cadeiras (cozinha) ()			
Sofá 3 lugares ()			
Sofá 2 lugares ()			
Estantes ()			
Rack para computador ()			
Escritivaninha ()			
Lustres ()			
Luminárias ()			
Guarda-roupas () portas			
Guarda-roupas () portas			
Camas de casal ()			
Camas de solteiro ()			
Beliches ()			
Berço ()			

Equipamentos, Aparelhos e Outros Objetos	Novíssimo	Relativamente Novo	Meia-vida
Piano ()			
Violão / Guitarra ()			
Televisores 14" ()			
Televisores 20" ()			
Televisores 29" ()			
Televisores Plasma ()			
Aparelho de Som ()			
Home-theater ()			
Vídeo-cassete ()			
DVD ()			
Câmeras digitais ()			
Aparelhos de Telefone ()			

Computadores ()			
Impressoras ()			
Vídeo-games ()			
Mesa pingue-pongue ()			
Bicicletas ()			
Esteira elétrica ()			
Barraca de camping ()			
Malas grandes ()			
Malas pequenas ()			
Objetos de arte ()			
Quadros e Telas ()			
Vasos ornamentais ()			
Aparelhos de jantar ()			
Jogos de Cristais ()			
Tapetes grandes ()			
Tapetes médios ()			
Tapetes pequenos ()			
Furadeiras ()			
Caixas de ferramentas ()			

3. PROBLEMAS COM INUNDAÇÕES:

O Imóvel já sofreu danos e/ou prejuízos por causa de problemas decorrentes de inundações?

() SIM () NÃO

(SE SIM): Quantas vezes? ()Desconhece

Prejuízo com Veículo? (SE SIM): Quantas vezes?

()Desconhece

Segundo seu critério há perda de valor do imóvel por estar em área inundável? (% do valor do imóvel)

.....% ()Desconhece

Intensidade da(s) ocorrência(s)?

Nível da água na residência	Ano(s) da(s) inundação(ões)	Recebeu alerta ou aviso da ocorrência?	Duração (dias)	Quantidade cômodos atingidos	Houve falta de:		
					Água	E.E	Alimentos
- de 1m		() S () N					
De 1 a 2 m		() S () N					
De 2 a 3,0 m		() S () N					
De 3 a 4 m		() S () N					
De 4 a 5 m		() S () N					
+ de 5 m		() S () N					
		() S () N					

Estimativa dos prejuízos decorrentes de limpeza (R\$) : () Não sabe

Perda de dias de Trabalho para o socorro na residência:

Para inundação entre 8 a 12 metros: dias

Para inundação acima de 12 metros: dias

Houve necessidade de medicamentos para suportar a inundação?

() Sim () Não () Reza/Ora () Somente aguarda o término da inundação

Falecimento de familiares durante inundações (quantos e grau de parentesco):

() Quantas pessoas ? () pai () mãe () avós () irmãos () outros

Possui Seguro contra Danos por Inundações? () Sim () Não

Quanto estaria disposto a pagar de Seguro? Salário Mínimo () Acha inviável

Estimativa dos prejuízos decorrentes de bens perdidos e/ou danificados e dos estragos no imóvel em geral (em valores atuais):

() de R\$ 1.900,00 a R\$ 3.800,00 (de 5 a 10 SM)

() de R\$ 3.801,00 a R\$ 7.600,00 (De 10 a 20 SM)

() de R\$7.601,00 a R\$ 15.200,00 (De 20 a 40 SM)

() de R\$ 15.201,00 a R\$22.800,00 (De 40 a 60 SM)

() de R\$ 22.801,00 a R\$ 38.000,00 (De 60 a 100 SM)

() de R\$ 38.001,00 a R\$ 57.000,00 (De 100 a 150 SM)

() de R\$ 57.000,00 a R\$ 76.000,00 (De 150 a 200 SM)

() mais de R\$ 76.000,00 (+ 200 SM)

Obs.: SM: Salário Mínimo (R\$ 380,00)

APÊNDICE B - FICHA DE COLETA DE DADOS - CATEGORIA COMÉRCIO / SERVIÇOS

1. SOBRE A ATIVIDADE:

Nome do Respondente: _____ Sexo () F () M

Nome do Estabelecimento: _____ Fone: _____

_____ Endereço do Imóvel: _____ Bairro: _____

Imóvel é: () Próprio () Alugado () Cedido ()

Outros: _____

Quanto tempo ocupa o imóvel? _____ anos

Quantas pessoas trabalham no Imóvel? _____

SOBRE O IMÓVEL (que ocupa):

() SALA TÉRREA C/ () Edifício com 2 () Edifício com + 2
SUBSOLO andares c/ Subsolo andares c/ Subsolo

() SALA TÉRREA S/ () Edifício com 2 () Edifício com + 2 andares
SUBSOLO andares s/ Subsolo s/ Subsolo

Cota do piso interior do imóvel= _____ m Cota do cruzamento de ruas= _____ m

Tamanho aproximado do terreno = _____ m² (metros quadrados)

Tamanho aproximado do Imóvel = _____ Piso Subsolo (m² - metros quadrados)

_____ Piso Térreo (m² - metros quadrados)

_____ Segundo Piso (m² - metros quadrados)

2. ESTRUTURA DO IMÓVEL:

Tipo de Fundação: () Sapatas () Estacas () Radier

Tipo de Construção: () Alvenaria () Madeira () Blocos () Mista () Outros:

Tipo de Acabamento Externo: () Reboco () Tijolo à vista () Pintura () Madeira ()

Outros: _____

3. PROBLEMAS COM INUNDAÇÕES:

O Imóvel já sofreu danos e/ou prejuízos por causa de problemas decorrentes de inundações?

() SIM () NÃO () Desconhece

(SE SIM): Quantas vezes? _____

Se o Imóvel é inundado, que prejuízo se verifica (perdas percentuais do imóvel)?

() _____% () Não sabe

Total de Dias de Trabalho Paralisados em Grandes Inundações (acima de 12,00m):

() Zero () _____ () Não Sabe

Total de Dias de Trabalho Paralisados com as Inundações Médias (de 8 a 12,00m):

() Zero () _____ () Não Sabe

Houve necessidade de medicamentos para suportar a inundação?

() Sim () Não () Reza/Ora () Somente aguarda o término da inundação

Possui Seguro contra Danos por Inundações? () Sim () Não

Quanto estaria disposto a pagar de Seguro? _____ Salário(s) Mínimo(s) () Acha inviável

Intensidade da(s) ocorrência(s)?

Nível da água no imóvel	Código de Referência	Ano(s) da(s) inundação(ões)	Recebeu alerta ou aviso da ocorrência?	Duração (dias)	Houve falta de:		
					Água	E.E.	Comunicação
Menos de 1m	A		() S () N				
De 1 a 2 m	B		() S () N				
De 2 a 3,0 m	C		() S () N				
De 3 a 4 m	D		() S () N				
De 4 a 5 m	E		() S () N				
+ de 5 m	F		() S () N				

Estimativa dos prejuízos decorrentes de inundações (sem remoção)

Valores (RS)	Mercadorias						Equipamentos						Estrutura/Terreno					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Até 1.000,00																		
1.001 a 5.000																		
5.001 a 10.000																		
10.001 a 20.000																		
20.001 a 40.000																		
40.000 a 80.000																		
80.001 a 160.000																		
160.001 a 320.000																		
320.001 a 640.000																		
640.000 a 1.280.000																		

Estimativa dos prejuízos decorrentes de inundações (Lucro Cessante)

Valores (RS)	Perdas de Negócios	Evacuação Reocupação	Proteção Contra Inundações	Nº Demissão Empregado(s)
Até 1.000,00				
1.001 a 5.000				
5.001 a 10.000				
10.001 a 20.000				
20.001 a 40.000				
40.000 a 80.000				
80.001 a 160.000				
160.001 a 320.000				
320.001 a 640.000				
640.000 a 1.280.000				

Estimativa dos prejuízos decorrentes de limpeza:

- () até R\$ 380,00 (1 SM)
- () de R\$ 760,00 a R\$ 1.140,00 (2 a 3 SM)
- () de R\$ 1.141,00 a R\$ 2.280,00 (3 a 6 SM)
- () de R\$ 2.281,00 a R\$ 4.560,00 (6 a 12 SM)
- () + de R\$ 4.561,00 (+12 SM)

APÊNDICE C - FICHA DE COLETA DE INFORMAÇÕES QUALITATIVAS

Objetivo da Pesquisa: *Identificar qual o impacto percebido das inundações na vida das pessoas.*

1. SOBRE OS RESIDENTES:

Nome do Respondente: _____

Sexo () F () M

Endereço do Imóvel: _____

Bairro: _____

Imóvel é: () Próprio () Alugado () Cedido () Outros: _____

Quantas pessoas residem no Imóvel? Adultos: Crianças:

Há quanto tempo reside no Imóvel? anos

2. AÇÕES EXECUTADAS DIANTE DAS INUNDAÇÕES

2.1. Você sabe que aqui é uma área de risco de inundação?

() SIM () NÃO () Desconhece

2.2. Você já passou por alguma inundação? () SIM () NÃO

(SE SIM): Quantas vezes?

2.3. Se sim, quais são os motivos que te mantém morando aqui?

Se sim, quais foram as mudanças que você passou em sua vida como consequência da inundação?

2.4. Quais são os pontos positivos e negativos de morar neste local?

Positivos: _____

_____Negativos: _____

2.5. Verificação da Criação de Infra-estrutura Familiar de Inundação:

1. Como a família se comporta (se sente) durante a ameaça de inundação?

2. Como a família se prepara durante a ameaça de inundação?

3. Como a família se comporta durante a inundação?

4. Vocês precisaram deixar a residência? () Sim () Não

5. Para onde foram (vão)?

() Casa parentes () Casa amigos () Casa vizinhos () Abrigo Defesa Civil

6. O que faziam enquanto estavam lá?

7. Como se sentiam enquanto estavam lá?

8. Como a família se organizou para fazer a limpeza e as arrumações depois da inundação?

9. Quais foram os sentimentos vigentes naquele momento de limpeza?

10. Como se sente hoje, quando relembra aquelas experiências?

(SE NÃO):

2.6. Quais foram as experiências diretas ou indiretas que você já teve com inundações?

1. Você colaborou com as pessoas desabrigadas doando donativos.

() Sim () Não () Não lembra

2. Você acolheu pessoas flageladas em sua casa.

() Sim () Não () Não lembra

3. Você ou familiares colaboraram com a Defesa Civil.

() Sim () Não () Não lembra

4. Somente acompanhou pelos meios de comunicação.

Sim Não Não lembra

5. Comentários:

APÊNDICE D

Níveis, Vazões, Variável Reduzida (Y) e Período de Retorno para a
Série de Dados de 1852 A 2008 (continua)

Nível (m)	Qord(m ³ /s)	yi	Tr (anos)
17,1	6021,51	5,423	227,17
16,9	5913,08	5,314	203,76
16,3	5592,20	4,992	147,72
15,46	5154,22	4,552	95,29
15,34	5092,74	4,490	89,61
13,8	4328,37	3,721	41,83
13,3	4213,14	3,606	37,31
13,3	4090,24	3,482	33,03
13,02	4090,24	3,482	33,03
12,86	3959,07	3,350	29,01
12,8	3884,84	3,276	26,96
12,8	3857,13	3,248	26,24
12,8	3857,13	3,248	26,24
12,8	3857,13	3,248	26,24
12,4	3674,33	3,064	21,92
12,3	3629,15	3,019	20,97
12,28	3620,13	3,009	20,78
12,18	3591,52	2,981	20,21
11,8	3575,20	2,964	19,89
11,76	3406,35	2,795	16,86
11,65	3388,76	2,777	16,57
11,52	3358,82	2,747	16,10
11,45	3340,54	2,728	15,81
11,4	3253,54	2,641	14,53
11,2	3231,92	2,619	14,23
11,07	3145,98	2,533	13,10
11,05	3090,58	2,477	12,41

Níveis, Vazões, Variável Reduzida (Y) e Período de Retorno para a Série de Dados de 1852 A 2008 (continuação)

11,02	3082,09	2,469	12,31
10,8	2976,70	2,363	11,13
10,57	2880,95	2,266	10,15
10,36	2794,54	2,180	9,35
10,3	2770,03	2,155	9,14
10,25	2749,67	2,134	8,96
10,2	2729,36	2,114	8,79
10,1	2688,91	2,073	8,46
10	2662,35	2,047	8,25
10	2648,69	2,033	8,15
9,89	2648,69	2,033	8,15
9,85	2604,71	1,989	7,82
9,82	2588,78	1,973	7,70
9,5	2576,86	1,961	7,62
9,44	2450,98	1,834	6,77
9,4	2412,13	1,795	6,53
9,31	2405,75	1,789	6,50
9,31	2377,36	1,760	6,33
9,25	2377,36	1,760	6,33
9,1	2354,28	1,737	6,19
9	2296,95	1,679	5,88
9	2259,03	1,641	5,68
9	2259,03	1,641	5,68
8,98	2259,03	1,641	5,68
8,92	2251,47	1,634	5,64
8,82	2228,85	1,611	5,52
8,75	2174,54	1,556	5,26
8,5	2165,24	1,547	5,21
8,24	2112,30	1,494	4,97
8,14	2072,94	1,454	4,80

Níveis, Vazões, Variável Reduzida (Y) e Período de Retorno para a Série de Dados de 1852 A 2008 (continuação)

8,08	2046,90	1,428	4,69
7,91	1944,61	1,325	4,28
7,76	1942,66	1,323	4,28
7,64	1929,63	1,310	4,23
7,63	1855,33	1,235	3,96
7,6	1808,58	1,188	3,81
7,55	1807,63	1,187	3,80
7,4	1785,76	1,165	3,73
7,27	1763,54	1,143	3,66
7,23	1736,03	1,115	3,58
7,21	1639,03	1,018	3,30
7,03	1627,59	1,006	3,27
7,02	1603,96	0,983	3,20
6,95	1561,15	0,940	3,09
6,95	1557,85	0,936	3,08
6,8	1534,86	0,913	3,03
6,7	1534,86	0,913	3,03
6,6	1421,81	0,800	2,76
6,59	1418,63	0,796	2,76
6,36	1346,16	0,724	2,60
6,25	1312,00	0,689	2,53
6,08	1275,41	0,652	2,46
5,72	1259,85	0,637	2,43
5,65	1253,02	0,630	2,42
5,51	1090,81	0,467	2,15
5,43	1067,82	0,444	2,11
5,1	1052,27	0,428	2,09
5,1	1007,81	0,383	2,02
5	974,90	0,350	1,98
4,85	974,90	0,350	1,98

Níveis, Vazões, Variável Reduzida (Y) e Período de Retorno para a Série de Dados de 1852 A 2008 (conclusão)

4,74	877,16	0,252	1,85
4,49	811,56	0,186	1,77
3,08	539,77	-0,087	1,51
2,1	329,90	-0,298	1,35

APÊNDICE E – NOMINATA DOS ENTREVISTADOS E AS DATAS DAS ENTREVISTAS:

- Maria Solange Georg, entrevista em 10/07/08.
- Leopoldo José Kretzer, entrevista em 06/07/08.
- Ivo Hadlich, entrevista em 23/07/08.
- José Alôncio da Silva, entrevista em 24/07/08.
- Gerasmo Bérghamo, entrevista em 15/07/08.
- Miriam Laicht de Lemos, entrevista em 14/07/08.
- Alda de Azevedo, entrevista em 22/08/2008.
- João Nivaldo Tomazzia, entrevista em 16/07/08.
- Altair Kistenmacker, técnico Defesa Civil, entrevista em 08/08/08.
- Patrício Farfan, geógrafo, Diretoria de Geoprocessamento, Secretaria de Planejamento, Prefeitura Municipal de Blumenau em 15/08/2008.
- Hélio dos Santos Silva, professor Dr., Centro de Operação e Previsão de Cheias do Vale do Itajaí – Ceops, entrevista em 01/08/008.

ANEXO A - CARACTERÍSTICAS DO LHSTAT

1. uma planilha para edição de uma tabela de dados estatísticos;
2. recursos para criar, remover e modificar variáveis da tabela de dados;
3. seleção de casos para a aplicação de análises estatísticas;
4. possibilidade de salvar e carregar dados de uma tabela específica via arquivo de formato próprio (extensão lhs), assim como importar e exportar dados tipo texto e de planilha EXCEL;
5. diversas análises estatísticas de uso comum e análises multivariadas mais sofisticadas;
6. um editor de texto integrado (utiliza arquivos padrão RTF - rich text file), onde os resultados das análises e gráficos são apresentados.

Quanto aos tipos de variáveis, o software LHStat aceita operar com quatro tipos básicos, a seguir descritos. O tipo da variável é definido no momento de sua criação e não pode ser posteriormente alterado.

1. Numérico: seus valores são números quaisquer. É utilizada a vírgula para separar a parte inteira da não-inteira.
2. Categórico: uma variável categórica pode assumir, para cada caso, um valor denominado categoria, descrito por uma constante textual. Cada variável categórica possui uma lista limitada de categorias; no mínimo duas. Seu uso é adequado a questionários de perguntas fechadas, onde uma única opção (a categoria) pode ser assinalada.
3. Seleção múltipla: destina-se às questões de múltipla escolha, onde várias categorias podem ser assinaladas, inclusive com complementação de outros, em texto livre. Útil para a pesquisa em referências textuais.
4. Texto: servem como identificação dos casos em relatórios e gráficos gerados pelas análises estatísticas.
5. Fórmula: possuem uma expressão numérica associada. Os dados são exibidos não são diretamente editados, porém calculados mediante uma fórmula criada em função de outras variáveis. As fórmulas possuem escopo de abrangência dentro do caso, o que significa que a expressão é avaliada, para cada caso, com valores de outras variáveis do mesmo caso. O recálculo é automático quando se alteram os dados de alguma das variáveis empregadas na fórmula. Podem ser selecionadas para emprego em análises diversas, da mesma forma que as numéricas.