

# **Trabalho de Conclusão de Curso**

## **GESTÃO DA DRENAGEM URBANA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ-AÇU**

**Fabiane Andressa Tasca**

**Orientador**

**Professor Doutor César Augusto Pompêo**

**2012-1**



Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL**

Fabiane Andressa Tasca

**GESTÃO DA DRENAGEM URBANA NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ-AÇU**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Santa Catarina para Conclusão do  
Curso de Graduação em Engenharia  
Sanitária e Ambiental.

Orientador: Prof., Dr. César Augusto  
Pompêo

Florianópolis  
2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL

**GESTÃO DA DRENAGEM URBANA NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ-AÇU**


FABIANE ANDRESSA TASCA

Trabalho submetido à Banca Examinadora como  
parte dos requisitos para Conclusão do Curso de  
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental–  
TCC II

BANCA EXAMINADORA:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Cesar Augusto Pompêo  
(Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Nadia Bernardi Bonumá

  
\_\_\_\_\_  
MSc. Fernando Grison  
Doutorando do PPGEA/UFSC

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Beate Frank

FLORIANÓPOLIS (SC)  
AGOSTO/2012



Dedico este trabalho a **João Pedro Tasca**, pai amado e anjo zeloso.





## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Pompêo, pelas inúmeras conversas, conselhos, pelo pioneirismo na drenagem, por ser um excelente professor e pela ajuda indispensável neste trabalho.

A minha família por todo o apoio e incentivo nesta jornada. A minha mãe Sônia, exemplo de luta, que sempre me apoiou profundamente nos estudos. Ao meu pai, João, exemplo de bondade, que me ensinou a ser uma pessoa de valor. Embora não presente fisicamente nesta fase acadêmica, tenho certeza que acompanha todos os meus passos e me ilumina em toda caminhada.

Ao Roberto, pelas inúmeras contribuições a este trabalho, pelo carinho, amizade, amor, paciência e por ser o melhor namorado do mundo.

Ao povo brasileiro, que custeou os meus estudos, deixo o compromisso de honrar meu juramento.

Aos amigos do Labhidro, por terem me ensinado e ajudado em diversas etapas. Pelas horas de descontração e amizade, por serem pessoas tão honestas e apaixonadas pela ciência.

Aos amigos que fiz na faculdade, pelas inúmeras horas de estudo, madrugadas viradas e companhia.

A todos os meus amigos, desculpas pela ausência neste longo período. Amizades tão verdadeiras e sinceras como a de vocês já fazem de mim uma grande vencedora.

A Bruninha, pela lealdade e companheirismo.

A todos os municípios que responderam à pesquisa e contribuíram no desenvolvimento deste trabalho.

A Deus, por me permitir chegar até aqui.

Meus sinceros agradecimentos a todos vocês.



## RESUMO

A urbanização, se não planejada, traz diversos impactos à sociedade e ao meio ambiente. O aumento do escoamento superficial contribui na ocorrência de enchentes. A relação com o meio social contribui na ocorrência de desastres. Neste quesito, o Estado de Santa Catarina é frequentemente atingido por eventos chuvosos intensos, que causam inundações em todo território. A bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açu se sobressai, em Santa Catarina, como a mais afetada por desastres relacionados a inundações, com 480 registros em um período de 21 anos. As constantes inundações na bacia demonstram a pouca atenção dedicada à área de drenagem. Desta forma o presente trabalho avaliou a gestão desta componente, integrado com a gestão do saneamento. O principal método utilizado foi à aplicação de questionários nos municípios que possuem sede dentro da bacia. Verificou-se que o abastecimento de água é o item que possui maior cobertura, enquanto a coleta do esgotamento sanitário ainda está em fase de desenvolvimento. Apesar da maioria dos municípios da bacia afirmar possuir sistema de drenagem, verificou-se que não há uma gestão eficiente nem responsáveis qualificados. Este motivo, aliado ao gerenciamento atual, pode contribuir para o incremento das inundações e alagamentos na bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açu.

**Palavras-chave:** Saneamento; Drenagem; Gestão; Inundações.



## **ABSTRACT**

Unplanned urbanization causes several impacts on society and on the environment. The increase in surface runoff contributes to the occurrence of floods. The relationship with the social environment contributes to the occurrence of disasters. This item, Santa Catarina state is often affected by intense rainfall events, which cause flooding throughout all the territory. The Itajaí-Açu watershed is highlighted, in Santa Catarina, as the most affected by disasters related to flooding, with 480 records in a period of 21 years. The constant flooding in the watershed showing the little attention given to drainage. Thus the present study evaluated the management of this component, integrated it with the sanitation management. The main method used was application of questionnaires in the municipalities that have the administrative office on the watershed. It was noticed that the water supply is the item that has more coverage, while the collection of sanitary sewage is still under development. Although most municipalities claim to have the drainage system, it was found that there are no efficient management responsible qualified people. This reason, combined with the current management, can contribute to the increase of flooding and waterlogging in the Itajaí-Açu river watershed.

**Keywords:** Sanitation, Drainage, Management, Floods



## LISTA DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1: Valores totais comprometidos e desembolsados em iniciativas de saneamento básico, 2003 a 2009. .... | 32  |
| Figura 2: Hidrograma natural e modificado. ....   | 32  |
| Figura 3: Impactos da Urbanização. ....   | 34  |
| Figura 4: Relações Básicas entre municípios. ....   | 37  |
| Figura 5: Evolução da frequência de inundações e da área urbana de Joinville entre 1851 e 2008. ....          | 44  |
| Figura 6: Diferença entre fenômenos naturais e desastres naturais associados a inundações. ....               | 47  |
| Figura 7: Inundações Graduais em Blumenau. ....   | 50  |
| Figura 8: Enxurrada em Blumenau. ....   | 51  |
| Figura 9: Alagamentos em áreas urbanas de Blumenau. ....  | 52  |
| Figura 10: Diferença básica entre inundações graduais e bruscas. ....   | 54  |
| Figura 11: Diagrama do registro de desastres. ....  | 56  |
| Figura 12: Fluxograma geral para escolha da área de estudo. ....  | 59  |
| Figura 13: Cabeçalho de um AVADAN. ....   | 60  |
| Figura 14: Regiões Hidrográficas de SC. ....  | 63  |
| Figura 15: Sub-bacias e hidrografia principal da bacia do rio Itajaí. ....                                    | 65  |
| Figura 16: Inventário de Desastres do Estado de Santa Catarina. ....  | 74  |
| Figura 17: Inventário de Desastres por BH, em SC. ....  | 78  |
| Figura 18: Inventário de Desastres da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí. ....                                  | 79  |
| Figura 19: Ribeirão da Velha, em Blumenau. ....   | 82  |
| Figura 20: Municípios que responderam à pesquisa. ....  | 87  |
| Figura 21: Existência de Plano Municipal de saneamento. ....  | 88  |
| Figura 22: Questionamento acerca da fiscalização do saneamento. ....  | 89  |
| Figura 23: Departamento/Setor responsável pela Drenagem Pluvial. ....   | 92  |
| Figura 24: Formação dos responsáveis pela Drenagem Pluvial. ....  | 93  |
| Figura 25: Presença de ligações de esgoto na rede de drenagem pluvial. ....                                   | 94  |
| Figura 26: % Área com ligações de esgoto na rede de Drenagem Pluvial. ....                                    | 95  |
| Figura 27: Existência de rios canalizados. ....   | 96  |
| Figura 28: Intervenções geralmente utilizadas nos municípios da bacia. ....                                   | 97  |
| Figura 29: Frequência de inundação de rios na bacia do Itajaí. ....   | 98  |
| Figura 30: Inundações motivadas por transbordamento de córregos. ....   | 99  |
| Figura 31: Erosão na Área Urbana do Município. ....   | 101 |
| Figura 32: Assoreamento na Área Urbana do Município. ....   | 101 |
| Figura 33: Rio Itajaí-açu. ....   | 102 |
| Figura 34: Frequência de Desassoreamento. ....  | 105 |





## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1: Municípios selecionados da BH do rio Itajaí.....                       | 66  |
| Tabela 2: Cidades mais atingidas por inundações em SC.....                       | 73  |
| Tabela 3: Desastres em SC, por RH. ....  | 75  |
| Tabela 4: Desastres em SC, por BH. ....  | 76  |
| Tabela 5: Índices Urbanos de Abastecimento de Água .....                         | 80  |
| Tabela 6: Destino de fezes e urina na população de cobertura do SIAB, 2005. .... | 81  |
| Tabela 7: Alagamentos observados na Drenagem. ....                               | 104 |
| Tabela 8: Frequência de limpeza de margens dos cursos d'água.....                | 106 |
| Tabela 9: Problemas observados nos municipal. ....                               | 108 |

## LISTA DE QUADROS

|   |     |
|---|-----|
| Quadro 1: Comparação dos aspectos da água no meio urbano.....       | 29  |
| Quadro 2: Regiões e Bacias Hidrográficas de SC .....                | 61  |
| Quadro 3: Consórcios intermunicipais. ....                          | 84  |
| Quadro 4: Problemas identificados quanto ao destino dos RS. ....    | 85  |
| Quadro 5: Rios e Córregos que causam inundações nos municípios..... | 99  |
| Quadro 6: Locais de Alagamento nos municípios. ....                 | 104 |



# ÍNDICE GERAL

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>21</b>  |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS .....</b>  | <b>25</b>  |
| 2.1      | Objetivo Geral.....   | 25         |
| 2.2      | Objetivos Específicos.....  | 25         |
| <b>3</b> | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>   | <b>27</b>  |
| 3.1      | Saneamento.....   | 27         |
| 3.2      | Drenagem Urbana .....   | 31         |
| 3.2.1    | Gestão de Sistemas de Drenagem Urbana.....  | 36         |
| 3.3      | Enchentes e Inundações .....  | 43         |
| 3.3.1    | Inundações Graduais .....   | 49         |
| 3.3.2    | Inundações Bruscas.....   | 51         |
| 3.3.3    | Alagamentos .....   | 52         |
| 3.3.4    | Problemática Conceitual das Inundações .....  | 53         |
| 3.3.5    | Registro Oficial dos Desastres .....  | 55         |
| <b>4</b> | <b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>  | <b>59</b>  |
| 4.1      | Escolha da Área de Estudo.....  | 59         |
| 4.1.1    | Inventário de Desastres relacionados a Inundações e Alagamentos .....                 | 59         |
| 4.1.2    | Bacia Hidrográfica Selecionada .....  | 64         |
| 4.2      | Avaliação da Cobertura dos Sistemas de Saneamento e do Gerenciamento da Drenagem..... | 70         |
| 4.2.1    | Informações Primárias .....   | 70         |
| 4.2.2    | Informações Secundárias.....  | 70         |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>  | <b>73</b>  |
| 5.1      | Inventário de Desastres de Inundações e Alagamentos.....                              | 73         |
| 5.2      | Cobertura dos Sistemas de Saneamento.....   | 80         |
| 5.2.1    | Abastecimento de Água .....   | 80         |
| 5.2.2    | Atendimento de Esgoto .....   | 80         |
| 5.2.3    | Resíduos Sólidos .....  | 83         |
| 5.2.4    | Discussão Parcial .....   | 86         |
| 5.2.5    | Drenagem Urbana .....   | 87         |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÕES.....</b>  | <b>111</b> |
| <b>7</b> | <b>RECOMENDAÇÕES.....</b>   | <b>113</b> |
| <b>8</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>115</b> |
|          | <b>Apêndices.....</b>   | <b>133</b> |



## 1 INTRODUÇÃO

Santa Catarina é o 20<sup>º</sup> Estado do Brasil em termos de extensão territorial, com uma área de 95703,5 km<sup>2</sup>. Apesar de pequeno, é o 11<sup>º</sup> Estado mais populoso da nação, concentrando 3,28% da população brasileira, dos quais 84% habitam a área urbana (IBGE, 2011a). O Estado obteve o maior saldo migratório positivo do país, no período de 1992 a 2006, conforme dados do IPEA (2008a). Santa Catarina possui ainda a maior densidade demográfica da região Sul, com 65,29 hab/km<sup>2</sup>, que é a maior densidade demográfica do Estado desde 1872. Esta densidade é maior que a média do Brasil (22,43 hab/km<sup>2</sup>) e demonstra, também, uma taxa média geométrica de crescimento maior que a média nacional. Apesar do território catarinense manter-se com o mesmo tamanho, verifica-se que sua população experimenta sucessivos aumentos.

Este crescimento populacional transforma significativamente as paisagens, deixando-as cada vez mais urbanizadas e, na maioria das vezes, com uma forma de planejamento que não contempla a cidade como um todo, apenas fragmentos desta (OLIVEIRA, 2004). Isto acarreta, dentre outras consequências, em profundas modificações no uso do solo. Tais alterações são cada vez mais perceptíveis no que se referem às respostas hidrológicas das áreas urbanizadas, apresentando como efeitos mais notáveis o aumento do escoamento superficial e a diminuição da infiltração. Ocorre uma mudança no comportamento do escoamento das águas de chuva, levando ao incremento de cheias e inundações.

O Estado de Santa Catarina, devido à sua particular condição de relevo e ao clima, é frequentemente objeto de eventos chuvosos que produzem inundações em áreas rurais e urbanas com significativos prejuízos materiais e humanos (POMPÊO, 2000a). Neste quesito, Marcelino *et al.* (2006) destacam que as inundações graduais e bruscas predominam sobre todos os tipos de desastres no território catarinense, representando, respectivamente, 45% e 19% do total de desastres registrados entre 1980 e 2003. Levantamentos realizados no Estado, na década de 90, reforçaram esta afirmação, ao mostrar que 50% dos municípios catarinenses apresentavam transbordamentos de cursos d'água e inundações em áreas urbanas mais de uma vez ao ano (SANTA CATARINA, 1998a). Situação semelhante aos demais Estados do país, cuja incidência de desastres naturais revela que a maior parte refere-se a inundações (MAFFRA e MAZZOLA, 2007).

Herrmann *et al.* (2007) informam que, entre o período de 2000 a 2003, as inundações no Estado de Santa Catarina trouxeram prejuízos de U\$S\$ 255.128.953,00. Tucci *et al.* (2001) complementam ao informar que o país perde anualmente, em média, valores superiores a 1 bilhão de dólares com as inundações urbanas e rurais.

Vê-se, assim, que o Estado já teve grandes prejuízos com as inundações. A bacia hidrográfica do Rio Itajaí Açu, que ultrapassou os 1.276.076 habitantes em 2010 e possui uma densidade demográfica de 99,23 hab/km<sup>2</sup>, maior que a média brasileira; se sobressai como a mais afetada por desastres relacionados a inundações, conforme se analisou na presente pesquisa. Em um período de 21 anos encontrou-se 480 registros deste tipo de desastre na bacia, bem distribuídos espacialmente.

Entende-se que as inundações são processos naturais que fazem parte da dinâmica terrestre. Contudo, a interação com o homem transforma estes fenômenos naturais em desastres dito naturais. Diante dessa problemática, a gestão da drenagem urbana, associada à urbanização dos municípios e a uma demanda ambiental crescente, torna-se cada vez mais complexa (GOMES, 2005). As constantes inundações em todo o território catarinense caracterizam a pouca atenção dedicada à área de drenagem (POMPÊO, 2000a), que é, por muitos, considerada a filha bastarda do saneamento. Não é possível evitar que chuvas intensas ocorram, mas medidas de planejamento podem minimizar e evitar a ocorrência de desastres.

Assim, o presente trabalho avaliou a gestão da drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí Açu, em consonância com a gestão do saneamento, com identificação de fatores que podem contribuir no incremento das inundações na bacia. Um diagnóstico consubstanciado sobre o setor poderá, certamente, prover a Política de Saneamento da região, no aspecto drenagem urbana e controle de inundações. Além disso, constitui-se um instrumento auxiliar a promoção da compreensão dos problemas por parte dos dirigentes estaduais e municipais, bem como da sociedade como um todo, favorecendo a tomada de ações estruturais e não-estruturais que possibilitem a minimização dos problemas inerentes à drenagem urbana.

O acesso a informações acerca de eventos pretéritos e a possibilidade de incorporação destas informações aos procedimentos investigativos acerca das condições locais na ocorrência de inundações constituem uma perspectiva promissora para ações preventivas. Neste contexto e, partindo da premissa que as inundações cada vez mais recorrentes resultam das interações entre sociedade e natureza, é que se

pretende consolidar conhecimentos que permitam nortear as ações relacionadas à gestão da drenagem na bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açu. Espera-se, portanto, que as reflexões geradas neste trabalho, permitam que as ações a serem tomadas possam traduzir-se em um aumento da qualidade de vida da população e uma convivência mais harmoniosa entre o homem e o meio ambiente.





## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Estabelecer um panorama da gestão da drenagem na bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açu, com o intuito de auxiliar a elaboração de Políticas Públicas no setor.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar um inventário de desastres relacionados a inundações e alagamentos em Santa Catarina;
- Avaliar e caracterizar a cobertura dos sistemas de drenagem e de saneamento na bacia do Rio Itajaí- Açu;
- Discutir as relações entre os perfis de desastres observados e a gestão municipal da drenagem.



### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Saneamento

O último censo divulgado pelo IBGE, em 2010, revela que o Brasil atingiu a marca de 190.755.799 habitantes. Deste total, 84,4% habita a área urbana. A estimativa é que a população brasileira atinja 259,8 milhões a partir do ano de 2020 (IBGE, 2004). Esse crescimento da população, principalmente o urbano, provoca impactos significativos no meio ambiente. Os investimentos de água e esgoto, para acompanhar este crescimento, devem aumentar de 23,211 milhões de reais para 33.055,2 milhões de reais em 2020 (SNIS, 2011).

O Ministério da Saúde (FUNASA, 2004) define saneamento ambiental como um conjunto de ações que visam proporcionar níveis crescentes de salubridade ambiental em determinado espaço geográfico, em benefício da população que habita este espaço. A Lei 11.445/07 (Brasil, 2007a), que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, complementa ao definir Saneamento Básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável;
- b) esgotamento sanitário;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;
- d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

O saneamento, conforme IBGE (2011b), é parte da complexidade do espaço urbano tanto em termos de seus equipamentos, resultados de obras de engenharia, que acabam por promover salubridade à população e cuidado com o meio ambiente, como em termos do impacto direto e indireto de sua ausência perante as condições de vida de parte da população que habita uma mesma cidade.

Montenegro e Tucci (2005) colocam algumas visões do desenvolvimento urbano desses tópicos pelo prisma da engenharia: o planejador urbano desenvolve a ocupação territorial considerando que o engenheiro de transportes, de saneamento e de outras infraestruturas encontrará soluções para o uso do solo nas cidades. Desta forma, a água é retirada do manancial de montante e entregue a jusante sem tratamento, enquanto a drenagem é projetada para retirar a água o mais rápido possível de cada local, transferindo para jusante o aumento do escoamento superficial, enquanto os resíduos sólidos são depositados em locais remotos para não causar incômodo às pessoas.

Os componentes citados possuem uma forte interface entre si, com enfoque na promoção do desenvolvimento urbano com base na

gestão integrada. Contudo, o que de fato se observa é a integração dos problemas, derivados da forma setorial com que a gestão é realizada (TUCCI, 2002). Neste sentido, Corrales (2004) observa que o equilíbrio da gestão do saneamento deve se situar em três níveis distintos, inter-relacionados, complementares e independentes: econômico- financeiro, sócio- político e ambiental. O desequilíbrio em qualquer um desses níveis põe em risco a sustentabilidade e o processo de gestão. Brasil (2006) aponta algumas destas inter-relações entre os componentes do saneamento:

- O abastecimento de água é realizado a partir de mananciais que podem ser contaminados pelo esgoto cloacal, pluvial ou por depósitos de resíduos sólidos;
- A solução do controle da drenagem urbana depende da existência de rede de esgoto cloacal e suas características;
- A limpeza das ruas, a coleta e disposição de resíduos sólidos interferem na quantidade e na qualidade da água dos pluviais. A obstrução do sistema de drenagem origina um aumento da frequência de inundações.

Os recursos investidos na adequação do espaço urbano são direcionados, preferencialmente, para a melhoria da infraestrutura, em detrimento da solução de demandas sociais, como a habitação, o saneamento, os transportes coletivos e outros serviços urbanos, característica encontrada em qualquer cidade dos países periféricos e que dão ênfase às desigualdades nas aglomerações (BRASIL, 2011). Nesse sentido, Silveira (2001) conclui que o saneamento torna-se mais difícil nos países em desenvolvimento porque o desenvolvimento urbano acontece sob condições socioeconômicas, tecnológicas e climáticas mais difíceis. Fato também citado por Tucci (2002), que compara os cenários de desenvolvimento dos aspectos da água no meio urbano entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento (**Quadro 1**). Nos países desenvolvidos grande parte dos problemas quanto ao abastecimento de água, tratamento de esgoto e controle quantitativo da drenagem urbana foi resolvido. Neste último, foi priorizado o controle através de medidas não-estruturais que obrigam a população a controlar na fonte os impactos devido à urbanização. Nos países em desenvolvimento, o saneamento ainda é precário, onde o controle ainda está no estágio do tratamento de esgoto.

**Quadro 1: Comparação dos aspectos da água no meio urbano.**

| <b>Infraestrutura urbana</b>  | <b>Países desenvolvidos</b>  | <b>Brasil</b>  |
|-------------------------------|--|--|
| <b>Abastecimento de água</b>  | Cobertura total  | Grande parte atendida, tendência de redução da disponibilidade devido a contaminação, grande quantidade de perdas na rede.   |
| <b>Esgoto Sanitário</b>       | Cobertura quase total  | Falta de rede e estações de tratamento; as que existem não conseguem coletar esgoto como projetado.  |
| <b>Drenagem Urbana</b>        | Controlado os aspectos quantitativos;<br>Desenvolvimento de investimentos para controle dos aspectos de qualidade da água. | Grandes inundações devido ao aumento do escoamento superficial;<br>Controle que agrava as inundações através de canalização;<br>Aspectos de qualidade da água nem mesmo foram identificados. |
| <b>Inundações Ribeirinhas</b> | Medidas de controle não-estruturais como seguro e zoneamento de inundação.   | Grandes prejuízos por falta de política de controle.   |

Fonte: Tucci (2002).

Este panorama demonstra a falta de harmonia entre os sistemas urbanos; que estão defasados, ineficientes e separados uns dos outros, intensificando o problema do saneamento no país. Apesar de cada dólar investido no setor sanitário trazer o retorno médio de US\$ 9 em custos evitados e um ganho de produtividade (ONU, 2011), o setor do saneamento básico no Brasil está ainda muito aquém das necessidades mais elementares da população. Este fato pode ser observado através do Atlas de Saneamento do Brasil, que relata (PNSB, 2010):

- Mais de 92% dos municípios brasileiros têm o serviço de abastecimento por rede geral de água em todos os seus distritos com tratamento da água distribuída;
- A coleta de esgotos cobre apenas 55% desta população, mas o tratamento deste esgoto não chega a 30%;

- 50,8% dos municípios destinam seus Resíduos Sólidos a “lixões” a céu aberto;
- 94,5% dos municípios fazem Manejo de Águas Pluviais (MAP), no entanto apenas 12,7% declararam possuir dispositivos coletivos de detenção e amortecimento de vazões das águas pluviais urbanas e 27,4% informaram que seus sistemas de drenagem não suportam o volume necessário e que ocorreram inundações e alagamentos nos cinco anos antecedentes à pesquisa.

Ainda segundo o PNSB (2010), a eficiência dos sistemas de drenagem de águas pluviais, no aspecto de redução de impactos resultantes de processos erosivos e assoreamento de corpos receptores – e a consequente prevenção de desastres com enchentes e inundações–, está diretamente relacionada à existência dos dispositivos de controle de vazão, pois estes atenuam a energia das águas e o carreamento de sedimentos para os corpos receptores, onde há a disposição final dos efluentes da drenagem pluvial. A ausência destes dispositivos é facilmente perceptível nos dados divulgados pelo IBGE (2008), que afirmou que um em cada três municípios tem áreas urbanas de risco que demandam drenagem especial. Dentre os municípios que relataram a existência de áreas de risco, somente 14,6% utilizam informações meteorológicas e/ou hidrológicas, o que limita ainda mais as condições de MAP.

A eficiência do MAP, por sua vez, está relacionada à criação de um Plano Diretor de Drenagem Urbana. Nesse ponto, apenas 141 municípios têm plano diretor de drenagem em todo o país (PNSB, 2010), ao passo que 841 municípios possuem Planos Diretores Urbanos (PDU), o que representa apenas 15,3% das cidades brasileiras (IBGE, 2000a). Destes últimos, em apenas 489 a última versão do plano possui data posterior a 1990 (8,9%). Mesmo onde existem os PDU, a maioria destes planos aborda apenas aspectos arquitetônicos, sem considerar os efeitos ambientais, principalmente sobre a infraestrutura de drenagem (CRUZ e TUCCI, 2008).

Pelo exposto, o IBGE (2011b) considera que o manejo de águas pluviais (MAP) em áreas urbanas constitui um dos itens do saneamento mais importante quando se considera o crescimento das cidades e o planejamento urbano, bem como a manutenção das condições de segurança e de saúde da população. Complementa Pompêo (2000a), que afirma que a gestão da água no meio urbano é um caso particular da gestão de recursos hídricos. Em consequência, a ação institucional deve

integrar, por um lado, a gestão de recursos hídricos e, por outro, o saneamento ambiental.

Diante das condições gerais existentes observadas na infraestrutura do saneamento no país, destaca-se a necessidade de buscar a universalização, integrando os diferentes atores do processo nos espaços urbanos e hidrológicos e a melhoria dos serviços de saneamento básico.

### **3.2 Drenagem Urbana**

O termo drenagem urbana é entendido como o conjunto de medidas que tenham por objetivo minimizar os riscos relacionados às enchentes, bem como diminuir os prejuízos causados por elas e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável (TUCCI *et al.* 2007a).

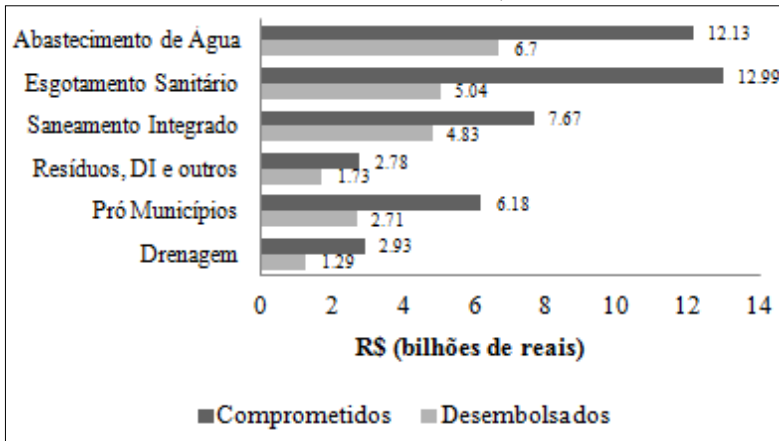
Contudo, a realidade da drenagem urbana é outra. O crescimento urbano, além de desordenado, ocorre sem o acompanhamento dos sistemas de infraestrutura (MARQUES, 2006). Neste contexto, a história mostra que, dentre as áreas do saneamento, o abastecimento de água tratada sempre obteve um maior destaque em função das prioridades, o que relegou as demais áreas um grau de importância inferior. Esta afirmação pode ser observada nos valores destinados aos setores do saneamento, dentre 2003 e 2009 no Brasil (Figura 1), em que a drenagem urbana figura como o item com menor valor desembolsado no período.

Assim, a drenagem urbana das grandes metrópoles sempre foi abordada de maneira acessória, dentro do contexto do parcelamento do solo para usos urbanos. A falha em incorporar a drenagem na fase inicial do desenvolvimento urbano, em geral, resulta em projetos muito dispendiosos ou inviáveis (BRAGA, 1994; CANHOLI, 2005).

Os impactos da urbanização são variados. Righetto *et al.* (2009) comentam que o desmatamento, a substituição da cobertura vegetal natural, a instalação de redes de drenagem artificial, a ocupação das áreas de inundação, a impermeabilização das superfícies, a redução do tempo de concentração e o aumento dos deflúvios superficiais, vistos sob um enfoque “imediatista” da ocupação do solo, refletem-se diretamente sobre o processo hidrológico urbano, com alterações drásticas de funcionamento dos sistemas de drenagem. Fontes e Barbassa (2003) vão ao encontro deste pensamento ao observar que a urbanização traz profundas modificações no uso do solo, que causam marcas permanentes nas respostas hidrológicas, com efeito mais notável

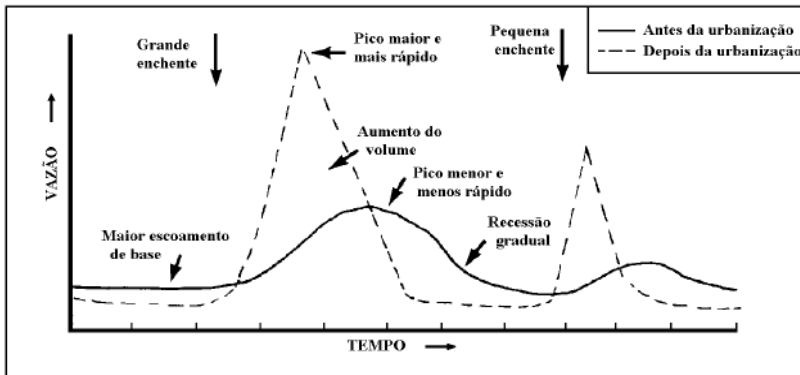
no aumento do escoamento superficial (Figura 2) e na diminuição da infiltração.

**Figura 1: Valores totais comprometidos e desembolsados em iniciativas de saneamento básico, 2003 a 2009.**



Fonte: Modificado de Brasil (2009a)

**Figura 2: Hidrograma natural e modificado.**



Fonte: PMPOA/IPH (2002).

Nesta temática, Tucci (2000) observa que cada habitante produz, em média, 49 m<sup>2</sup> de área impermeável na bacia e que, para cada 10% de aumento nesta área, ocorre cerca de 100% de aumento no volume do escoamento superficial. Leopold (1968), ainda na análise do escoamento superficial, demonstra que as bacias hidrográficas em condições



naturais, mas em eventos extremos, podem ter sua vazão de pico aumentada em até seis vezes em decorrência de alterações no escoamento superficial, consequência da urbanização.

No processo de assentamento dos agrupamentos populacionais, a FUNASA (2006) destaca que o sistema de drenagem se sobressai como um dos mais sensíveis dos problemas causados pela urbanização sem planejamento, tanto em razão das dificuldades de esgotamento das águas pluviais como devido à interferência com os demais sistemas de infraestrutura, além de que, com retenção da água na superfície do solo, surgem diversos problemas que afetam diretamente a qualidade de vida desta população. O sistema de drenagem de um núcleo habitacional é o mais destacado no processo de expansão urbana, ou seja, o que mais facilmente comprova a sua ineficiência, imediatamente após as precipitações significativas, trazendo transtornos à população quando causa inundações e alagamentos. Em algumas cidades, a população em área irregular chega a 50% (MMA, 2000), o que demonstra a pouca obediência à regulamentação urbana determinada pelo Plano Diretor e legislação em geral.

Tem-se, assim, a existência de duas condutas que tendem a agravar ainda mais a situação da drenagem urbana (PMPOA, 2005):

- Os projetos de drenagem urbana têm como filosofia *escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante*, o que aumenta em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação de jusante;
- As áreas ribeirinhas, que o rio utiliza durante os períodos chuvosos como zona de passagem da inundação, têm sido ocupadas pela população, o que resulta em prejuízos evidentes quando o rio inunda seu leito maior.

Desta forma, a combinação do impacto dos diferentes loteamentos produz aumento da ocorrência de inundações a jusante através da sobrecarga da drenagem secundária (condutos) sobre a macrodrenagem (riachos e canais) que atravessa as cidades (TUCCI, 2005a). Estes fatores são de grande influência no incremento de inundações no meio urbano. Essas condutas podem ser visualizadas na Figura 3.

Pompêo (2000a) analisa este processo de urbanização sob três aspectos, que podem influenciar o aumento das inundações:

- 1- Sobre os cursos d'água e sobre a drenagem natural da bacia hidrográfica;

2- Sobre a cobertura vegetal, sobre o uso do solo, sobre as formas de ocupação do solo da bacia hidrográfica à montante da área urbana: grandes bacias hidrográficas nas quais a área urbana é pequena em relação à superfície da bacia;

3- Sobre a cobertura vegetal, sobre o uso do solo, sobre as formas de ocupação do solo da bacia hidrográfica que passa por um processo de urbanização em toda sua superfície.

**Figura 3: Impactos da Urbanização.**



(Fonte: Righetto *et al.*, 2009).

Junior e Coelho (2005) comentam sobre a complexidade da questão do uso do solo, ao dizer que o planejamento – principalmente empreendido por meio de Planos Diretores e do zoneamento do uso e ocupação do solo – estabelece uma cidade virtual que não se articula com as condições reais de vida das pessoas, ignorando que a maior parcela das populações urbanas tem baixa renda e nenhuma capacidade de investimento no espaço construído. Assim, apesar das leis existentes, a população de baixa renda invade terrenos “*non edificandi*” e ali permanece. Desta forma, a questão da ocupação do solo nas margens de

rios, que em muitas bacias urbanas contribui no incremento das inundações, passa por uma vertente que não é apenas legal ou institucional, mas social e política, em que os fatores sociais agravam os problemas das inundações (MATTEDI, 2009a).

De modo geral, a urbanização origina a canalização dos rios urbanos e as galerias acabam por receber toda a água do escoamento superficial. Freitas *et al.* (2011) citam como resultado destas práticas de drenagem, a perda da riqueza natural dos rios e da sua capacidade de resposta perante as enchentes, já que as galerias tornaram-se incapazes de absorver a quantidade de água adicional proveniente das novas zonas de desenvolvimento urbano. Salienta-se que os sistemas integrados de drenagem urbana têm como papel não somente a cobertura urbana de proteção contra inundações, mas também o melhoramento da qualidade de vida pela produção de feições aquáticas, criando amenidade urbana na cidade, (MAKSIMOVIC, 2001).

Para alterar esta tendência é necessário adotar princípios de controle de inundações que considerem o seguinte (PMPOA, 2005):

- O aumento de vazão devido à urbanização não deve ser transferido para jusante;
- Deve-se priorizar a recuperação da infiltração natural da bacia, visando à redução dos impactos ambientais;
- A bacia hidrográfica deve ser o domínio físico de avaliação dos impactos resultantes de novos empreendimentos, visto que a água não respeita limites políticos;
- O horizonte de avaliação deve contemplar futuras ocupações urbanas;
- As áreas ribeirinhas somente poderão ser ocupadas a partir de um zoneamento que contemple as condições de enchentes;
- As medidas de controle devem ser preferencialmente não estruturais.

Tucci (2005b) observa que a atuação preventiva no desenvolvimento urbano - planejamento da cidade com áreas de ocupação e controle da fonte da drenagem, a distribuição do espaço de risco e o desenvolvimento dos sistemas de abastecimento e esgotamento- reduz o custo da solução dos problemas relacionados com a água. Esta afirmação vai ao encontro das observações de Mendiondo (2005), que informa que a cada US\$ 1,00 investido na prevenção reduz US\$ 25,00 investidos em obras de reconstrução pós evento.

Nesse quesito, Pompêo (2000b) afirma que se deve relacionar a sustentabilidade com a drenagem urbana, o que introduz uma nova

forma de direcionamento das ações, baseada no reconhecimento da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade. Esta postura exige que drenagem e controle de cheias em áreas urbanas sejam reconceitualizadas em termos técnicos e gerenciais. Esta definição eleva o conceito de drenagem a drenagem urbana sustentável. A drenagem urbana sustentável visa imitar o ciclo hidrológico natural controlando o escoamento superficial o mais próximo da fonte, através de técnicas estruturais e não estruturais (DIAS e ANTUNES, 2010), com o objetivo de reduzir a susceptibilidade da população às inundações ribeirinhas, as que ocorrem na drenagem urbana, e a minimização dos impactos ambientais (TUCCI, 2005a).

### **3.2.1 Gestão de Sistemas de Drenagem Urbana**

Entende-se como gestão do saneamento as atividades relativas ao planejamento, regularização, fiscalização, prestação de serviços e controle social, de acordo com a Lei 11.445 (BRASIL, 2007a), que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

É oportuno observar, com base na opinião de Borges e Almeida (2006), que gestão e gerenciamento dos sistemas de drenagem não são sinônimos, pois a gestão é um processo mais amplo e complexo, cujo gerenciamento está inserido, e atua no planejamento. O gerenciamento é a fase final da gestão, envolvendo mais especificamente a execução e acompanhamento das ações (ROCHA e KURTZ, 2001).

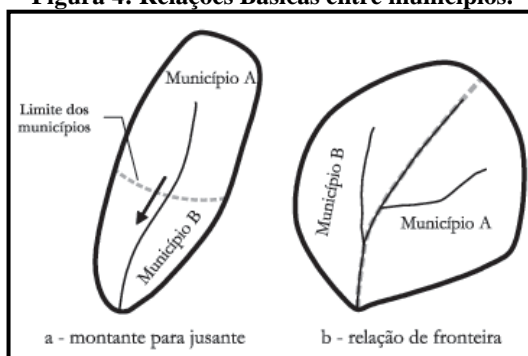
A gestão das águas urbanas pode ser realizada de acordo com a definição do espaço geográfico externo (bacia hidrográfica) e interno à cidade (município), definindo, assim, os espaços de gestão (TUCCI, 2007b). O mesmo autor observa que a gestão dos recursos hídricos é realizada através da bacia hidrográfica, no entanto a gestão do uso do solo é realizada pelo município ou grupo de municípios numa Região Metropolitana.

O espaço interno à cidade é de jurisdição legal e administrativa do município, este, contudo, encontra-se espacialmente dentro de uma ou mais bacias hidrográficas, para as quais exporta seus impactos (TUCCI, 2008). O controle neste caso é estabelecido através de medidas desenvolvidas dentro do município através de legislação municipal e ações estruturais específicas (TUCCI e MELLER, 2007b), embora a grande maioria dos municípios não possua capacidade técnica para

abordar e resolver esse tipo de problema. Os mesmos autores observam que o espaço externo é definido pela gestão estadual ou federal, de acordo com o domínio do rio, já que grande parte das cidades possui uma bacia hidrográfica em comum.

Na Figura 4 observam-se duas situações: um município a montante de outro e um rio que divide os municípios. Em quaisquer situações, as atividades de uma cidade podem interferir na dinâmica da outra, transferindo impactos através do rio. Para o seu controle podem ser estabelecidos padrões a serem atingidos e geralmente são regulados por legislação ambiental e de recursos hídricos, federal ou estadual.

**Figura 4: Relações Básicas entre municípios.**



Fonte: Tucci e Meller (2007b).

Os problemas de drenagem urbana frequentemente apresentam características independentes das divisões político-administrativas. Lima (2003) comenta, no que diz respeito às interações que ocorrem dentro dos limites de bacias hidrográficas, que “existe uma inter-relação entre as cabeceiras, a média bacia, a baixa bacia e o estuário”. Coelho Netto (1994) observa que as alterações significativas na composição do ambiente em certa proporção da bacia de drenagem vão acarretar mudanças na sustentabilidade interna do sistema, propagando seus efeitos sobre todos os demais componentes.

Desta forma, a busca de soluções adequadas deve ser analisada sob a ótica de bacias hidrográficas. Uma abordagem ‘intermunicipal’ da drenagem pluvial urbana pode gerar importantes reflexos positivos, evitando a duplicidade de esforços e assegurando a coerência técnica e gerencial das ações (BAPTISTA e NASCIMENTO, 2002). Assim, deve-se considerar a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento, pois esta unidade territorial abrange toda a dinâmica das

águas, além de possibilitar o envolvimento dos atores sociais que se localizam sobre ela (MEIER e FOLETO, 2011). Maccauley e Hufschmidt (1995) complementam, por fim, que a utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, possibilita considerar a junção de todos os fatores (econômicos, políticos, sociais e culturais) relacionados à área da bacia. O primeiro fator que deve ser levado em consideração em um planejamento é a realização de uma completa caracterização da bacia a ser estudada. Este conjunto de informações possibilita conhecer o sistema, o que dará suporte à tomada de decisões de gerenciamento dos recursos hídricos, dentre outros.

Acrescenta-se a opinião de Heller *et al.* (2011); que acreditam que se deve considerar a natureza do acesso aos serviços e soluções de saneamento básico, sob a perspectiva das pessoas e dos lugares, ou seja, é necessário valorizar a visão de que os beneficiados pelas políticas vivem, não nas bacias, mas nos territórios, o que pressupõe a ideia de identidade e pertencimento. Esse quadro remete à necessidade de ações intersetoriais, que possibilitem a articulação de perspectivas regionais e locais.

A construção global desta estrutura de gestão, tanto na bacia hidrográfica como no território, esbarra em algumas limitações técnicas (BAPTISTA E NASCIMENTO, 2002):

- Conhecimento precário do sistema de drenagem já construído, ou seja, de seu estado de conservação e de suas condições operacionais. Assim a falta de um cadastro atualizado das redes implantadas e de políticas gerenciais para a atualização desse cadastro faz com que as ações de manutenção dos sistemas sejam de caráter emergencial; e não preventiva.
- Conhecimento precário sobre os processos hidrológicos e o funcionamento hidráulico dos sistemas implantados, onde se destaca a insuficiência de monitoramento hidrológico em áreas urbanas. Essa restrição impede o desenvolvimento de metodologias de dimensionamento de novos sistemas e o diagnóstico correto de problemas de funcionamento em sistemas existentes, além da avaliação de impactos ambientais decorrentes de intervenções no sistema existente ou de novos sistemas sobre os meios receptores, entre outros.
- Inadequação das equipes técnicas e gerenciais responsáveis pelos serviços de drenagem pluvial. Nas municipalidades, essa inadequação existe tanto em número de profissionais dedicados ao problema quanto em qualificação e

atualização técnica para o exercício da função. A fragilidade das equipes técnicas municipais responsáveis pela drenagem urbana apresenta reflexos óbvios na eficiência da operação dos sistemas.

Oliveira *et al.* (2009) complementam que as instabilidades institucionais com inúmeras extinções e criações de programas e agentes contribuem para este quadro. Filho e Cordeiro (2000), ao realizarem um diagnóstico da drenagem urbana em São Paulo, observam que a drenagem é praticamente “esquecida”, uma vez que ela não é vinculada a nenhum departamento ou seção dentro da estrutura administrativa.

Tucci e Meller (2007b) acrescentam ainda mais uma limitação: a reduzida capacidade de financiamento das ações pelos municípios devido ao alto nível de endividamento. A solução dependerá fundamentalmente do desenvolvimento de um programa a nível federal e mesmo estadual com um fundo de financiamento para viabilizar as ações. Gomes e Nascimento (2008) observam que a drenagem urbana é financiada basicamente pelo Tesouro Municipal (normalmente através do IPTU), ou seja, pelo contribuinte em geral, sem qualquer relação com o consumo individual, diferentemente do abastecimento de água e esgoto.

Aliado a esta complexidade, tem-se uma baixa sinergia nos esforços empreendidos pelo Governo Federal, devido a inúmeras causas: falta de coordenação; baixo grau de cooperação técnica e gerencial; estímulo a comportamentos oportunistas de acesso aos recursos públicos, dentre outros (OLIVEIRA *et al.*,2009).

### **3.2.1.1 Planejamento**

O Decreto nº 7.217 (BRASIL, 2010a), que regulamenta a Lei nº 11.445/07, define planejamento como as atividades relacionadas à identificação, qualificação, quantificação, organização e orientação de todas as ações, públicas e privadas, por meio das quais o serviço público deve ser prestado ou colocado à disposição de forma adequada. Sheaffer e Wright (1982) comentam que planejar ou gerenciar sistemas de drenagem urbana envolve tipicamente administrar um problema de alocação de espaço. Nesse sentido, o modelo de crescimento das cidades brasileiras, segundo Junior e Coelho (2005), é identificado, no senso comum, como “falta de planejamento”. Segundo esta aceção, as cidades não são planejadas e, por esta razão, são “desequilibradas” e “caóticas”. Assim, o cenário atual demonstra a importância do planejamento integrado e abrangente dos sistemas de drenagem urbana

e expõe os conflitos aos quais o planejador deve dar respostas apropriadas. É importante salientar que os planos de saneamento devem ser elaborados de forma integrada.

A Lei Federal 11.445/07 enuncia que a prestação de serviços públicos de saneamento básico, observará aos planos de saneamento, que poderá ser específico para cada serviço, o qual abrangerá no mínimo: i) diagnóstico; ii) objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a universalização; iii) programas, projetos e ações; iv) ações para emergências e contingências; v) mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas. Assim, estes itens são essencialmente necessários no planejamento de sistemas de drenagem que, segundo Oliveira *et al.* (2009), não podem ser encarados como programa de governo, mas como programa de Estado.

### **3.2.1.2 Regularização**

O Decreto nº 7.217/2010 define a regulação como todo e qualquer ato que discipline ou organize determinado serviço público, incluindo suas características, padrões de qualidade, impacto socioambiental, direitos e obrigações dos usuários e dos responsáveis por sua oferta ou prestação e fixação e revisão do valor das tarifas e outros preços públicos. A regulação tem por finalidade garantir o serviço público prestado em condições adequadas, atendendo aos princípios básicos de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia e modicidade (GALVÃO e CASTRO, 2006).

A Lei Federal 11.445/07 enuncia que uma entidade de regulação deve definir: i) as normas técnicas relativas à qualidade, quantidade e regularidade dos serviços prestados; ii) as normas econômicas e financeiras relativas às tarifas, aos subsídios e aos pagamentos por serviços prestados; iii) a garantia de pagamento de serviços prestados; iv) os mecanismos de pagamento de diferenças relativas ao inadimplemento dos usuários, perdas comerciais e físicas e outros créditos devidos, quando for o caso; v) o sistema contábil específico para os prestadores que atuem em mais de um município.

Segundo Baptista *et al.* (2005) não existe no país uma regulação específica para emprego de dispositivos de controle do escoamento pluvial na cidade, entretanto a legislação brasileira nas esferas federal, estadual e municipal dispõe de instrumentos legais que podem ser



utilizados. Trabalhos como os de Carvalho (1995), Andrade e Lobão (1996), Tucci (2002), Nascimento *et al.* (2003) e Gomes (2005), defendem a cobrança pelo serviço de drenagem de águas pluviais. Silveira *et al.* (2009a) definem que existem dois tipos de cobrança relacionada à drenagem urbana:

i) A cobrança de uma taxa pelo serviço, interna ao município, pago pelos proprietários dos imóveis ao município em função do serviço prestado, e;

ii) A cobrança de um preço público pela água, externa ao município, referente aos impactos proporcionados pelo município à bacia hidrográfica.

Esta proposta sugerida por estes autores visa com que o município responda aos problemas ambientais causados pela urbanização na bacia e incentive internamente os proprietários e a administração municipal a promover o manejo e controle das águas pluviais no perímetro urbano.

O argumento de cobrança encontra respaldo na Lei Federal 9.433/1997, a Lei das Águas, que instituiu a cobrança pelo uso da água como um dos cinco instrumentos de gestão dos recursos hídricos. Esta lei estabelece como uma das outorgas o lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos, e deixou em aberto essa questão (PEREIRA, 2002).

A Lei 11.445/2007 cita a cobrança dos serviços públicos de MAP na forma de tributos, inclusive taxas, para garantir a sustentabilidade econômico-financeira dos sistemas. Contudo, Baptista *et al.* (2005) observam que como estes procedimentos ainda não estão sendo cobrados pelos Estados, não existe no momento uma pressão direta para a redução dos impactos resultantes da urbanização. As principais dúvidas sobre o instrumento de gestão de cobrança pelo uso da água, conforme Pereira e Speziali (2005), relacionam-se a quanto cobrar; de quem cobrar e quais impactos serão causados nas relações econômicas, sociais, políticas e ambientais.

Têm-se ainda as Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011, que estabelecem normas e padrões de qualidade da água dos rios através de classes, mas não definem restrições com relação aos efluentes urbanos lançados nos rios. Esta resolução define parâmetros para lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências; mas não cita os efluentes resultantes da pluviometria. É oportuno citar os estudos de Gomes e Chaudhry (1981), que atestaram que os efluentes provenientes das chuvas efetivas no meio urbano

podem transportar tanto ou até mais poluentes que o efluente secundário de estações de tratamento de esgotos domésticos.

### **3.2.1.3 Fiscalização**

Conforme o Decreto nº 7.217/2010, a fiscalização abrange atividades de acompanhamento, monitoramento, controle ou avaliação no sentido de garantir o cumprimento de normas e regulamentos editados pelo poder público e a utilização, efetiva ou potencial, do serviço público.

A Lei Federal 11.445/2007 prevê que as entidades fiscalizadoras recebam e se manifestem conclusivamente sobre as reclamações que, a juízo do interessado, não tenham sido suficientemente atendidas pelos prestadores dos serviços. O município deve delegar a um órgão ou ente público a função de fiscalização ou exercê-la de forma direta, havendo uma grande tendência que as instituições exerçam as duas funções – regulação e fiscalização.

### **3.2.1.4 Prestação de Serviços**

Para a Prestação de Serviços públicos de saneamento básico devem-se observar os planos da etapa de Planejamento, cujas ações devem ser realizadas com base no uso sustentável dos recursos hídricos.

No que se refere à divisão de competências entre Municípios e Estados, a Constituição Federal atribui aos primeiros poderes para legislar sobre matéria de interesse local, onde se entende estar o saneamento, e de forma suplementar a legislação estadual e federal (art. 30, I e II) e para organizar e prestar serviços de interesse local (art. 30, V). Isto reserva aos Estados a atribuição de instituir regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, constituídas por agrupamentos de municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum (art. 25, § 3º).

### **3.2.1.5 Controle Social**

O Controle Social, de acordo com a Lei Federal 11.445/2007, representa o conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos

processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico.

O Decreto nº 7.217/2010 cita como mecanismos de controle social os debates e audiências públicas; consultas públicas; conferências das cidades ou participação de órgãos colegiados de caráter consultivo na formulação da política de saneamento básico, bem como no seu planejamento e avaliação. Estes mecanismos devem estar presentes nas atividades de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços.

O Controle Social representa a democratização da gestão dos serviços, processo que enfrenta como um dos maiores desafios, na opinião de Castro (2011), a proposição de articulações interdisciplinares, em um campo cada vez mais complexo, tendo em vista a influência de fatores não apenas técnicos, mas também de caráter político, econômico e cultural. Este instrumento legal representa um marco para governança da gestão dos serviços de saneamento básico no Brasil, no que se refere ao controle e participação social, pois, ao estabelecer o controle social como um princípio fundamental, define uma forma de exercício do direito sobre os serviços (HELLER *et al.*, 2011).

### **3.3 Enchentes e Inundações**

As catástrofes naturais que mais atingem o Brasil, de acordo com ISDR (2005) são as inundações e os deslizamentos. As inundações e as enchentes são fenômenos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d'água, conforme Kobiyama e Goerl (2011), e fornecem grandes quantidades de fertilizantes e sedimentos às planícies, atuando como agentes modificadores da paisagem, sendo, assim, benéficos à sociedade. Amaral e Rodrigues (2009) observam que esses fenômenos de natureza hidrometeorológica fazem parte da dinâmica natural e ocorrem frequentemente deflagrados por chuvas rápidas e fortes ou chuvas intensas de longa duração.

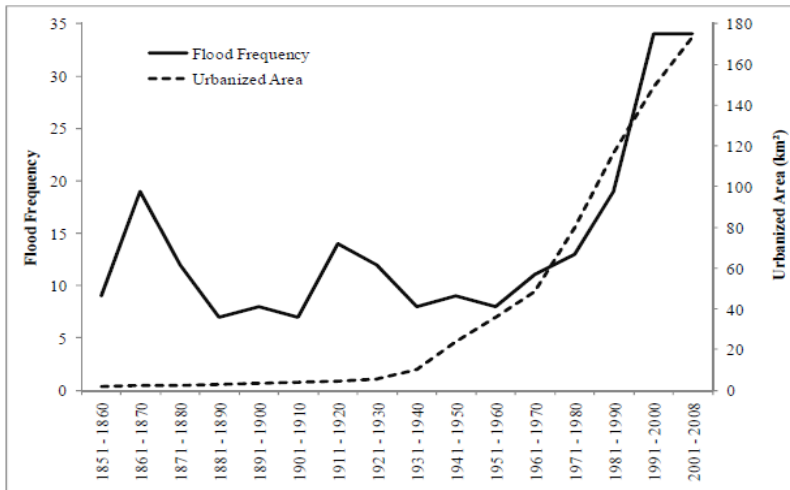
Quando esses fenômenos entram em contato com a sociedade, causando danos, passam a ser considerados desastres. A Defesa Civil classifica os desastres causados por inundações em função da magnitude (excepcionais, de grande magnitude, normais ou regulares e de pequena magnitude) e em função do padrão evolutivo (inundações graduais, inundações bruscas, alagamentos e inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar). A junção desta classificação evolutiva, a exceção de inundações litorâneas (já que estas se relacionam com a zona

costeira e não com a urbanização propriamente dita), é analisada mais adiante.

A combinação dos efeitos da urbanização sobre os componentes hidrológicos das bacias hidrográficas acarreta deficiências nos sistemas de drenagem que, ao não desempenharem sua função de modo correto e satisfatório, podem resultar em inundações na área urbana. Este fato é comprovado em pesquisa realizada, no ano 2000, com 5507 municípios do país; cuja população destas cidades apontou as principais causas das inundações ocorridas nos dois anos anteriores. As respostas mais citadas referem-se a dimensionamento inadequado de projetos, obstrução de bueiros/bocas de lobo, obras inadequadas, adensamento populacional e existência de interferência física (IBGE, 2000b).

Para avaliar a relação entre a expansão urbana e a ocorrência de inundações e alagamentos, Silveira *et. al.* (2009b) analisaram a cidade de Joinville com uma série histórica de 157 anos (Figura 5).

**Figura 5: Evolução da frequência de inundações e da área urbana de Joinville entre 1851e 2008.**



Fonte: Silveira *et al.*(2009b).

Os autores mostraram que nesta cidade ocorrem inundações desde a sua fundação, em 1851. Os autores também relacionaram estes dados com a precipitação anual, que diminui em termos do total anual. Estes dados possibilitaram concluir que as inundações não se relacionam com possíveis mudanças climáticas, mas diretamente com a urbanização

da bacia. Estudo semelhante foi realizado por Rebelatto (1991), Antonio (1993), Santos (2002) e Mendes e Mendiondo (2007), cujo resultado também apresenta a urbanização como fator amplificador das inundações.

Desta forma, as inundações e enchentes evoluem de eventos naturais para desastres naturais ou mistos. A UNDP (2004) define um desastre natural como um sério distúrbio desencadeado por um perigo natural que causa perdas materiais, humanas, econômicas e ambientais, que excedem a capacidade da comunidade afetada de enfrentar o perigo. A Secretária Nacional de Defesa Civil utiliza o conceito de Castro (2002), que define desastre como resultado de eventos adversos, naturais ou provocado pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. Já na definição sobre desastres mistos, o mesmo autor afirma que estes ocorrem quando as ações e omissões humanas contribuem para intensificar ou agravar fenômenos potencialmente indutores de desastres.

Existe uma tendência moderna para considerar que, na sua grande maioria, os desastres que vêm sendo rotulados como naturais, são, na realidade, mistos. Esta interpretação fundamenta-se na própria definição de desastre que resulta da ação de eventos adversos sobre cenários vulneráveis (CASTRO, 2003).

Assim, os desastres naturais/ mistos são determinados a partir da relação entre a sociedade e natureza. Deste conflito de interesses em que o homem ocupa áreas propensas a eventos naturais, sabendo muitas vezes da ocorrência dos mesmos, é que se dá a ocorrência dos desastres naturais (WETCHSELGARTNER, 2001).

Na tentativa de entender a condução e o exercício das atividades relacionadas à atenuação de inundações em áreas urbanas, Pompêo (2000a) inicia com algumas questões elementares:

- Quais as causas das enchentes em áreas urbanas?
- O que significam a drenagem e o controle de cheias em áreas urbanas?

As enchentes em áreas urbanas são consequências de dois processos, conforme evidencia Tucci (2003), que ocorrem isoladamente ou de forma integrada:

**1- Ocupação em áreas ribeirinhas** – Quando a precipitação é intensa e o solo não tem capacidade de infiltrar, a quantidade de água que chega ao rio é superior à sua capacidade de drenagem, ou seja, da

sua calha normal (leito maior do rio); resultando em inundações nas áreas ribeirinhas. A ocupação ao longo da planície de inundação dos rios é o que traz mais gastos e preocupações à administração pública (ROBAINA, 2008). Neste caso, que ocorre em bacias médias e grandes ( $> 100 \text{ km}^2$ ), os impactos sobre a população são causados, principalmente, pela falta de planejamento do uso do solo.

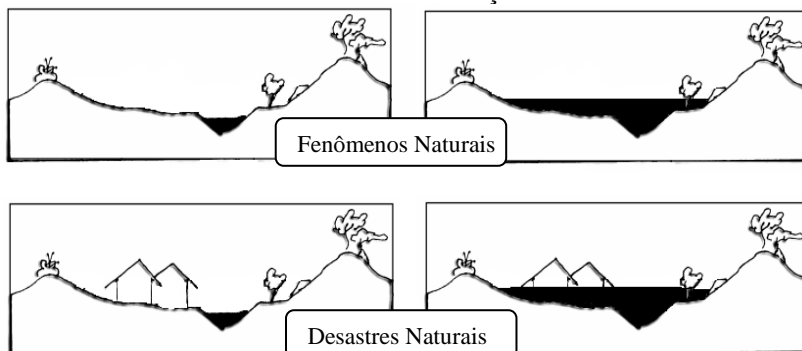
Nesse sentido, Ostrowsky (2000) cita o trabalho de Uehara (1989):

*“As várzeas foram criadas pela natureza para servir de depósito de sedimentos e caminho natural de ondas de cheias. O que não é natural é sua ocupação indevida, para fins de urbanização. Se for ocupada por necessidade, os ribeirinhos deverão conviver com a vida própria da várzea, principalmente com as inundações, pois em qualquer período de chuvas poderão ocorrer enchentes superiores às adotadas no projeto de obras de melhoramentos”.*

**2- Urbanização** – As enchentes provocadas pela urbanização, ou pela drenagem urbana, devem-se a diversos fatores, dentre os quais se destacam o excessivo parcelamento do solo e a consequente impermeabilização das grandes superfícies, a obstrução de canalizações por detritos e sedimentos e também as obras de drenagem inadequadas (POMPÊO, 2000a). Tucci (2005b) comenta que geralmente estas inundações envolvem bacias pequenas ( $< 100 \text{ km}^2$ , mais frequentemente bacias  $< 10 \text{ km}^2$ ), a exceção de regiões metropolitanas, como São Paulo, onde o problema abrange cerca de  $800 \text{ km}^2$ .

A associação dos dois fatores acima expostos pode ser vista na Figura 6, onde se observa a ocupação do leito maior do rio, que pode transformar um fenômeno natural (enchente) em um desastre natural (enchente com prejuízos). Assim, o termo fenômeno/evento pode ser conceituado como algo acontecido, sem registros de consequências sociais e econômicas para a população envolvida, conforme Cerri e Amaral (1998); enquanto o termo acidente/desastre evidencia um fato também ocorrido, mas com a existência de perdas sociais e econômicas (perdas e danos).

**Figura 6: Diferença entre fenômenos naturais e desastres naturais associados a inundações.**



Fonte: Adaptado de Kobiyama *et al.* (2006).

Nesse processo de transformação de apenas fenômeno natural para desastre natural, sempre existem fatores antropogênicos (KOBİYAMA, 2010). Seibt *et al.* (2011) comentam que, dentre os melhoramentos urbanos, o sistema de drenagem possui uma particularidade: o escoamento das águas superficiais sempre ocorrerá, existindo ou não um sistema adequado de drenagem. A qualidade do sistema é que determinará se os benefícios ou prejuízos à população serão maiores ou menores.

Neste sentido, as inundações em áreas urbanas ocorrem com frequência cada vez maior, o que eleva os prejuízos econômicos e sociais nas cidades brasileiras, sem mencionar os impactos ambientais associados. Tucci *et al.* (2001) informam que o país perde anualmente, em média, valores superiores a 1 bilhão de dólares com as enchentes urbanas e rurais, valor que, conforme Herrmann *et al.* (2007), passou a ser, a partir de 2004, de US\$ 3 bilhões por ano; sendo o país Ibero-Americano que mais sofre com a falta de gestão de riscos por inundações e escorregamentos. A ISDR (2001) espera que as perdas relacionadas a desastres naturais aumentem consideravelmente nos próximos anos, chegando a US\$ 300 bilhões por ano em 2050.

Só no Estado de Santa Catarina, no período de 2000 a 2003, as inundações trouxeram prejuízos de US\$ 255.128.953,00, ocasionando 15 mortes e deixando mais de 13.000 desabrigados (HERRMANN *et al.*, 2007). Em Blumenau-SC, JICA (1988) estimou em 7% do valor de todas as propriedades o custo médio anual de enchentes e em 22 milhões

de dólares para todo o Vale do Itajaí. O prejuízo previsto para uma cheia de 50 anos foi de 250 milhões de dólares.

Esta situação é amplamente divulgada pela imprensa imediatamente após algum evento catastrófico, contudo, não existe uma política pública efetiva destinada a abordar o problema (POMPÊO, 2000a). De um modo geral, o governo age de modo emergencial, não se antecipando ao evento, mas preparando-se, principalmente, para a recuperação dos danos provocados pelos desastres. As dificuldades de prevenção das inundações e do manejo satisfatório das águas pluviais converteram os impactos resultantes em um dos problemas mais intensos e socialmente disruptivos que se abatem na região. É possível afirmar que se trata de uma situação previsível e, sobretudo, comum no Vale do Itajaí.

Flemming (2002), citado por Giglio (2010), relembra que as inundações são fenômenos naturais que não podem ser evitados, mas seus danos podem ser mitigados. Desta forma, para o controle das cheias existem dois tipos de medidas preventivas básicas que podem ser adotadas, segundo Kobiyama *et al.* (2006): as estruturais e as não-estruturais. As medidas estruturais envolvem obras de engenharia, como barragens, diques, alargamento de rios, etc, e envolvem custos maiores que as medidas não-estruturais, que envolvem ações de planejamento e gerenciamento, como sistemas de alerta, seguros de inundação e zoneamento ambiental. Em cada situação, estas medidas podem ser combinadas para uma solução mais efetiva. De qualquer forma, conforme observam Tucci (2005b) e Baptista *et al.* (2005), o processo de controle inicia pela regulamentação do uso do solo urbano através de um plano diretor que contemple a drenagem e as enchentes.

Apesar das medidas não estruturais serem menos onerosas, mais eficazes e acessíveis, o gerenciamento atual não incentiva a prevenção das inundações, já que, quando estas ocorrem, os municípios declaram situação de emergência e recebem recursos a fundo perdido, que não necessitam de concorrência pública para o uso (TUCCI *et al.*, 2001). A população, por sua vez, espera por obras imediatistas que resolvam os problemas oriundos das inundações; ao invés do investimento em soluções não estruturais, que certamente envolvem restrições a ela. Nesse sentido, Mattedi e Butzke (2001) mostraram em estudos de casos que as pessoas que vivem em áreas de risco percebem os eventos como uma ameaça, contudo não atribuem seus impactos a fatores sociais. Esta percepção é comum com as enchentes, pois as pessoas costumam



atribuir à força da natureza a inundação de suas moradias e não a forma de ocupa o do espaço e das planícies de inunda o dos rios.

Os mesmos autores afirmam que como as inunda es não geram recursos, mas sim “prejuízos”, negligencia-se o fortalecimento de uma estrutura institucional de controle de enchentes e de seus efeitos, apesar de se tratar de fun o destacada na Constitui o. Assim, o grande desafio   o de criar programas nacionais de redu o do impacto das inunda es que orientem o planejamento urbano, voltado   educa o da popula o, levando-se em conta uma gestão descentralizada dos recursos hídricos.

Brasil (2009b) observa que a gestão dos impactos e a busca de solu es para o problema das enchentes são questões pouco exploradas pelos meios de comunica o e a falta de conhecimento sobre o assunto acaba por diluir as responsabilidades. A preven o contra secas e inunda es   atribui o da União, de acordo com o artigo 21 da Constitui o brasileira, mas a gestão do espaço e da infraestrutura urbana   do município. Assim, a ausência de uma gestão pública preventiva, consoante o mesmo autor, faz com que a responsabilidade pela soluço dos impactos seja transferida do privado para o público.

A Lei 12608/2012, que institui a Política Nacional de Prote o e Defesa Civil (PNPEC) e autoriza a cria o de sistema de informa es e monitoramento de desastres, inclui novas exigências para a elabora o do Plano Diretor dos municípios cadastrados no Sistema Nacional de Prote o e Defesa Civil (Sinpdec). Entre elas, os parâmetros de parcelamento e uso do solo; mapeamento de áreas suscetíveis   ocorrência inunda es bruscas ou processos hidrológicos correlatos; medidas de drenagem urbana necessárias   preven o e   redu o de impactos de desastres; e diretrizes para a regulariza o fundiária de assentamentos urbanos irregulares. Além da drenagem urbana ser lembrada de forma preventiva às enchentes, a medida aumenta a responsabilidade dos municípios, que devem agir preventivamente para evitar ocupa o em áreas propensas a desastres.

### **3.3.1 Inunda es Graduais**

Castro (2003) define as inunda es graduais (Figura 7) como eleva es das águas de forma paulatina e previsível; que se mant m em situa o de cheia durante algum tempo para, a seguir, escoar-se gradualmente. Kobiyama *et al.* (2006) definem inunda o, popularmente tratada como enchente, como o aumento do nível dos rios além da sua

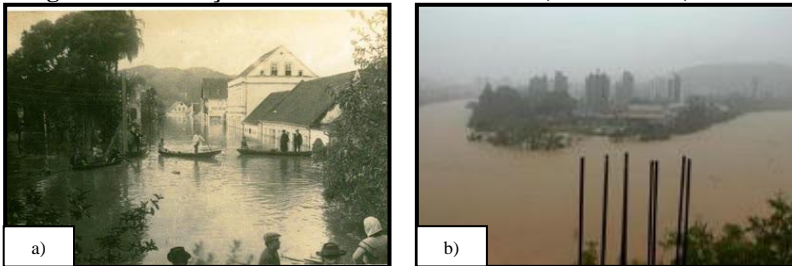
vazão normal, em que ocorre o transbordamento de suas águas sobre as áreas próximas a ele. Este foi o caso das inundações ocorridas em 1983 no estado de Santa Catarina, onde devido a persistentes e excessivas chuvas provocadas pelo fenômeno El Nino houve inundações em todo o território estadual.

Castro (2003) comenta que as inundações graduais são cíclicas e nitidamente sazonais. Relacionam-se muito mais com períodos demorados de chuvas contínuas do que com chuvas intensas e concentradas. O fenômeno caracteriza-se por sua abrangência e grande extensão, já que são características das grandes bacias hidrográficas e de rios de planícies, como o Amazonas. As enchentes do rio Itajaí, por exemplo, são inundações graduais, pois a água leva mais de um dia para atingir o pico de uma cheia (TACHINI *et al.*, 2009).

Em condições naturais, as planícies e fundos de vales estreitos apresentam lento escoamento superficial das águas das chuvas, e nas áreas urbanas estes fenômenos são intensificados por alterações antrópicas, como a impermeabilização do solo, retificação e assoreamento de cursos d'água (TAVARES e SILVA, 2008).

De um modo geral, a previsibilidade das cheias periódicas e graduais facilita a convivência harmoniosa com o fenômeno, de tal forma que possíveis danos ocorrem apenas nas inundações excepcionais, em função de vulnerabilidades culturais, características de mentalidades imediatistas (CASTRO, 2003). Pode-se citar Blumenau, em SC, como exemplo de convivência com as inundações graduais, o que nos remete às diferenças entre fenômenos e desastres naturais.

**Figura 7: Inundações Graduais em Blumenau: a) Em 1911. b) Em 2008.**

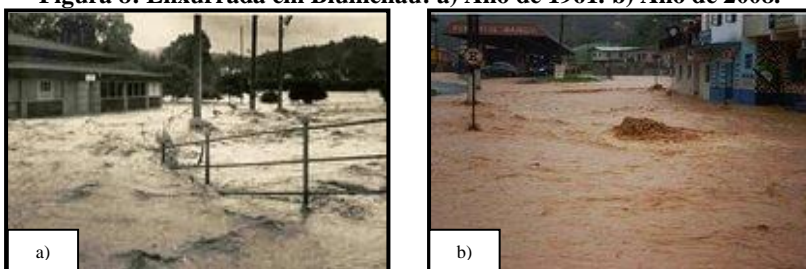


Fonte: DAY (2011).

### 3.3.2 Inundações Bruscas

As inundações bruscas, também chamadas de enxurradas (Figura 8), são provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais escoam-se de forma rápida e intensa (CASTRO, 2003). Ocorrem em bacias ou sub-bacias de médio e de pequeno porte, de acordo com o autor, sendo o fenômeno circunscrito a uma pequena área. Nessas condições, ocorre um desequilíbrio entre o continente (leito do rio) e o conteúdo (volume caudal), provocando transbordamento.

**Figura 8: Enxurrada em Blumenau: a) Ano de 1961. b) Ano de 2008.**



Fonte: KLUEGER (2011).

Kron (2002) observa que as inundações bruscas também estão associadas com as inundações de áreas planas. Por causa da intensa urbanização ocorrida principalmente nas últimas décadas, cidades de médio e grande porte, independente da declividade, possuem locais de ocorrências de inundações com maior velocidade. Georgakakos (1986) considera esse tipo de inundação na categoria das inundações bruscas.

A ruptura da cobertura do solo tende a deixá-lo exposto à ação das enxurradas, conforme consta em PMSP (1999). Outra característica particular deste tipo de inundação é o pouco ou nenhum tempo de alerta (KOBAYAMA e GOERL, 2007). Por elas se desenvolverem bruscamente, geralmente atingem de surpresa as áreas suscetíveis a ela, não tendo tempo hábil para os moradores tomarem os devidos procedimentos para se protegerem ou salvar os seus bens. Ainda, a inclinação do terreno, ao favorecer o escoamento, contribui para intensificar a torrente e causar danos.

As enxurradas ao longo dos cursos d'água ou em vias públicas são responsáveis pela maior parte das mortes em eventos hidrológicos na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), quando pessoas são

levadas pela energia das águas (NOBRE *et al.*, 2011). Assim, de um modo geral, as enxurradas provocam danos materiais e humanos mais intensos do que as inundações graduais.

No Vale do Itajaí e na Grande Florianópolis, em Santa Catarina, têm-se principalmente a ocorrência das inundações associadas as fortes chuvas, decorrentes da passagem dos sistemas frontais e da formação de sistemas convectivos, e ao relevo acidentado da vertente atlântica (MARCELINO e GOERL, 2004). Uma das falhas na redução de desastres em 2008 foi a falta de conhecimento sobre inundações bruscas em Blumenau e, conseqüentemente, a falta de preparo contra ela (TACHINI citado por KOBAYAMA e GOERL, 2011).

A predição das inundações bruscas é facilitada pela operação dos radares meteorológicos, que podem antecipar a quantidade de chuva que vai cair numa determinada região, com razoável nível de precisão. Estas inundações, por ocorrerem em pequenas e médias bacias, exigem minuciosos estudos, planejamento integrado e intensa participação da comunidade no planejamento integrado e na execução de medidas de previsão, prevenção e controle (CASTRO, 2003). Ainda, o autor cita o manejo integrado de microbacias como medida que contribui para reduzir as vulnerabilidades e minimizar os danos.

### 3.3.3 Alagamentos

Castro (2003) define os alagamentos (Figura 9) como o acúmulo de águas no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes, aliadas à redução da infiltração natural nos solos urbanos causada pela urbanização.

**Figura 9: Alagamentos em áreas urbanas de Blumenau.**



Fonte: SILVA (2012).

Nobre *et al.*, (2011) complementam que os alagamentos são acumulações rasas de lâminas de água que raramente penetram no interior das edificações e afetam geralmente as vias públicas, causando transtornos momentâneos para a circulação de pedestres e veículos. Os mesmos autores citam os problemas do sistema de drenagem urbana como causa.

Desta forma, nos alagamentos o extravasamento das águas depende muito mais de uma drenagem deficiente, que dificulta a vazão das águas acumuladas, do que das precipitações locais, que pode ter relação com processos de natureza fluvial (BRASIL, 2007b). Assim, os alagamentos são frequentes nas cidades mal planejadas ou quando crescem excessivamente em um curto período, dificultando a realização de obras de drenagem e de esgotamento de águas pluviais.

Castro (2003) cita, ainda, que é comum a combinação dos dois fenômenos - enxurrada e alagamento - em áreas urbanas acidentadas, como ocorre no Rio de Janeiro, Belo Horizonte e em cidades serranas.

### **3.3.4 Problemática Conceitual das Inundações**

Few *et al.* (2004) afirmam que há uma dificuldade em padronizar as categorias de inundações devido, sobretudo, as diferentes percepções e terminologias adotadas.

Tachini *et al.* (2009) acreditam que, para análise *in situ*, a extensão do rio determina a rapidez e a violência da inundação em eventos de chuvas intensas e, desta forma, influenciam na terminologia adotada. Já a WMO (1994) sugere que as inundações bruscas são caracterizadas por um tempo de concentração de 6 horas. Contudo, não é possível afirmar que este tempo de concentração é válido para localidades diversas, já que cada localidade possui uma resposta hidrológica própria para determinada quantidade de precipitação. Kelsch (2002) comenta que uma inundação brusca não pode ser definida apenas pela resposta do canal ou pela quantidade de chuva, pois ambos variam significativamente de um evento para outro, seja nas alturas e velocidades (Figura 10), ou podem estar confinadas em estreitos vales ou espalhar através de planícies, por exemplo.

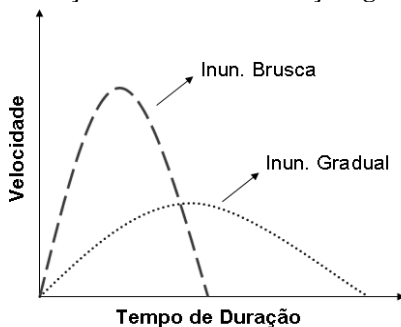
Goerl e Kobiyama (2005) elencaram vários conceitos encontrados na literatura para cada tipo de inundação, com o objetivo de elucidar e entender as definições utilizadas para inundações graduais e bruscas. Concluíram que até hoje, diversas vezes, as inundações graduais são registradas como inundações bruscas e vice-versa. Isto nem sempre é devido à falta de conhecimento, mas sim devido à dificuldade

de identificação do fenômeno em campo e à ambiguidade das definições existentes. Além disso, algumas características são semelhantes para ambas as inundações, o que contribui para a complexidade da análise dos fenômenos.

Embora os alagamentos não sejam citados na literatura no que tange a complexidade conceitual na identificação dos eventos de inundação, acredita-se que estes fenômenos também podem ser registrados erroneamente, já que é comum a associação das enxurradas e alagamentos, dando margem a interpretações diferentes sobre um mesmo tipo de evento. Nesse sentido, Goerl (2009) menciona que é muito comum o registro incorreto dos desastres.

Assim, há uma grande dificuldade em estabelecer um limiar que diferencie os tipos de inundação. Este tempo limite pode variar muito de acordo com a bacia hidrográfica, já que cada uma possui sua precipitação, características fisiográficas, tempo de concentração e socioeconômicas próprias, conforme observam Kobiyama e Goerl (2011).

**Figura 10: Diferença básica entre inundações graduais e bruscas**



Fonte: Kobiyama *et al.*(2006).

No entanto, a distinção entre as inundações bruscas e graduais é necessária, visto que a Defesa Civil Nacional mantém e gerencia um sistema de registro de desastres, que é explicado no próximo item.

O objetivo deste trabalho não é propor metodologias para a padronização destes tipos de inundação, mas deixar claro que a confusão e registros errôneos destes desastres são muito comuns. A identificação correta destas inundações é importante para os registros históricos, a fim de se conhecer as características locais que possam ser associadas a ocorrência dos desastres. Para construir uma história mais próxima à

verdade, é preciso descrever ocorrências mais precisas possíveis, já que “a história é um enorme sistema de aviso prévio<sup>1</sup>”.

### 3.3.5 Registro Oficial dos Desastres

No Brasil, as informações oficiais sobre um desastre podem ocorrer pela emissão de dois documentos distintos: o Formulário de Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED) e/ou o Formulário de Avaliação de Danos (AVADAN). Quando um município encontra-se em situação de emergência ou calamidade pública<sup>2</sup>, um representante da Defesa Civil do município preenche o documento e o envia simultaneamente para a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil e para a Secretaria Nacional de Defesa Civil. Após, há a oficialização da ocorrência do desastre por meio de um Decreto Municipal exarado pelo Prefeito. O Prefeito Municipal pode oficializar a ocorrência de um desastre diretamente pela emissão do Decreto, quando não é possível preencher um dos dois documentos.

Na sequência, ocorre a homologação do Decreto pela divulgação de uma Portaria no Diário Oficial da União, emitida pelo Secretário Nacional de Defesa Civil ou Ministro da Integração Nacional, como forma de tornar pública e reconhecida uma situação de emergência ou um estado de calamidade pública. A Figura 11 ilustra o processo de informações para a oficialização de um registro de um desastre.

Anteriormente ao AVADAN, os desastres eram registrados por um Relatório de Danos, que foi utilizado pela Defesa Civil até meados de 1990, sendo substituído posteriormente pelo AVADAN. Os documentos são armazenados e arquivamento sob responsabilidade das Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil.

Até 2010, qualquer município que decretasse situação de emergência ou estado de calamidade pública, por ocorrência de um desastre natural, deveria enviar o AVADAN à Defesa Civil estadual. Para o seu preenchimento deveria ser especificada a Codificação de

---

<sup>1</sup> Norman Cousins, jornalista norte americano.

<sup>2</sup> Situação de Emergência (SE) é uma situação anormal provocada por desastre, dando origem a *prejuízos vultosos*, que causam danos suportáveis (ou superáveis) à comunidade afetada, ao passo que no Estado de Calamidade Pública (ECP), a situação anormal origina *prejuízos muito vultosos*, cujos danos são dificilmente suportáveis (ou superáveis) pela comunidade afetada (Castro, 1998).

Ameaças e Riscos (CODAR), que adota as definições de inundações propostas por Castro (2003), que as separa em bruscas e graduais, sem especificar a diferença entre elas. Ressalta-se que nem todas as inundações e alagamentos são registrados nestes relatórios; apenas aqueles eventos que causaram danos significativos.

Nos AVADANs, além da quantificação dos danos e prejuízos, também constam informações relacionadas às características físicas do evento, como magnitude e intensidade.

**Figura 11: Diagrama do registro de desastres.**



Fonte: UFSC (2012).

Com a criação da lei nº 12.340 (Brasil, 2010b), que dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil (Sindec), sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre e sobre o Fundo Especial para Calamidades Públicas, o sistema para registros de desastres sofreu alterações. Esta lei informa, em seu artigo 17, que para o município ou Estado receber recursos para a execução de ações de reconstrução destinadas ao atendimento de áreas afetadas por desastres, ele deve enviar para a Secretaria Nacional de Defesa Civil do Ministério da Integração Nacional três documentos:

- 1- Decreto declaratório do estado de calamidade pública ou da situação de emergência;
- 2- NOPRED (Notificação Preliminar de Desastre), emitido pelo órgão público competente;



3- Plano de trabalho, com proposta de ações de reconstrução em áreas atingidas por desastres.

Embora esta lei tenha tirado a obrigatoriedade do AVADAN, no NOPRED deve constar igualmente o CODAR, ou seja, ainda deve-se especificar o tipo de inundação que acometeu determinada localidade. Embora não mais necessário, o AVADAN é uma importante fonte de informações históricas e pode ser utilizado para levantamentos de desastres ocorridos ao longo de um determinado período. Um cadastro de ocorrências de inundações, de acordo com Araújo *et al.*(2005), funciona como a memória dos eventos históricos e pode auxiliar tanto os tomadores de decisão, como a sociedade como um todo; a empreender e fazer valer medidas de ordenamento territorial, com a finalidade de minimizar as consequências de eventos adversos futuros.



## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Escolha da Área de Estudo

Para escolher a bacia hidrográfica estudada, quantificou-se, primeiramente, os desastres por inundações e alagamentos ocorridos no Estado de Santa Catarina. Após, dividiu-se esses desastres de acordo com a região hidrográfica, o que facilitou sua segregação por bacia hidrográfica (Figura 12). Este resultado permite a observação da bacia hidrográfica mais atingida por desastres de inundações e alagamentos no território catarinense.

**Figura 12: Fluxograma geral para escolha da área de estudo.**



#### 5.1.1 Inventário de Desastres relacionados a Inundações e Alagamentos

Esta etapa consiste basicamente no levantamento de fontes secundárias junto à Secretaria de Estado da Defesa Civil de Santa Catarina (SEDEC/SC) e Secretaria Nacional de Defesa Civil. Utilizaram-se, ainda, as informações do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais<sup>3</sup>, de 1991 a 2010, volume Santa Catarina (UFSC, 2012). Estes órgãos possuem os seguintes documentos que contém informações acerca dos desastres relativos às inundações graduais, inundações bruscas e alagamentos no Estado de SC:

- Avaliação de Danos (AVADAN);
- Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED);
- Decretos Municipais;
- Portarias do Diário Oficial da União;
- Relatórios da Defesa Civil Estadual.

---

<sup>3</sup> Nota: A Autora participou da aquisição e elaboração do Atlas.

Cada documento possui um Código de Desastre, Ameaças e Riscos (CODAR), classificados de acordo com o Manual de Desastres da Secretaria Nacional de Defesa Civil, elaborado por Castro (2003). O CODAR para cada desastre é composto de um item alfabético e um item numérico.

Os códigos de interesse no presente trabalho são:

- CODAR NE-HIG 12.301, que se refere a Inundações graduais ou enchentes;
- CODAR NE-HEX 12.302; que se refere a inundações bruscas ou enxurradas;
- CODAR NE-HAL 12.303; que se refere a alagamentos.
- 

O código é identificado no começo do documento, juntamente com o município atingido e a data em que ocorreu o desastre (Figura 13).

**Figura 13: Cabeçalho de um AVADAN, com destaque para a tipificação do desastre.**

| 1 - Tipificação |             | 2 - Data de Ocorrência |     |     |         |
|-----------------|-------------|------------------------|-----|-----|---------|
| Código          | Denominação | Dia                    | Mês | Ano | Horário |
| NE-HEX          | ENXURRADAS  | 13                     | 04  | 05  | 18:00   |

| 3- Localização |               |
|----------------|---------------|
| UF             | Município     |
| SC             | ABDON BATISTA |

Fonte: Digitalizado do Arquivo da SEDEC/SC.

Para a escolha da série histórica, utilizou-se o período a partir do qual o AVADAN foi instituído, em 1990, o que fornece uma série histórica de desastres de 21 anos – 1990 – 2011.

### 5.1.1.1 Classificação Por Região Hidrográfica e Bacia Hidrográfica

Após o histórico dos desastres elencados por município, procedeu-se a divisão destes por Região Hidrográfica e Bacia Hidrográfica. O Conselho Nacional dos Recursos Hídricos –CNRH-

considera como Região Hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (BRASIL, 2003). Assim, um inventário de desastres de inundações por RH e BH, permite observar e analisar os desastres de forma mais abrangente e integrada aos limites municipais.

Em Santa Catarina pode-se encontrar 3 grandes Regiões Hidrográficas: Paraná, Atlântico Sul e Uruguai (ANA, 2009). Estas 3 regiões subdividem-se em dez Regiões Hidrográficas dentro do Estado (Quadro 2 e Figura 14), que são compostas por 23 bacias hidrográficas, instituídas oficialmente pela Lei nº 10.949 de 10 de novembro de 1998 (SC, 1998b).

**Quadro 2: Regiões e Bacias Hidrográficas de SC**

| RH | Denominação             | Área Total (km <sup>2</sup> ) | Bacias Hidrográficas                     |
|----|-------------------------|-------------------------------|--|
| 1  | Extremo Oeste           | 5.962                         | Peperi-Guaçú e Antas                     |
| 2  | Meio Oeste              | 11.064                        | Chapecó e Irani                          |
| 3  | Vale do Rio do Peixe    | 8.189                         | Peixe e Jacutinga                        |
| 4  | Planalto de Lages       | 22.808                        | Canoas e Pelotas                         |
| 5  | Planalto de Canoinhas   | 11.058                        | Iguaçú, Negro e Canoinhas                |
| 6  | Baixada Norte           | 5.138                         | Cubatão e Itapocú                        |
| 7  | Vale do Itajaí          | 15.111                        | Itajaí-Açú                               |
| 8  | Litoral Centro          | 5.824                         | Tijucas, Biguaçú, Cubatão do Sul e Madre |
| 9  | Sul Catarinense         | 5.991                         | Tubarão e D' Una                         |
| 10 | Extremo Sul Catarinense | 4.849                         | Araranguá, Urussanga e Mampituba         |

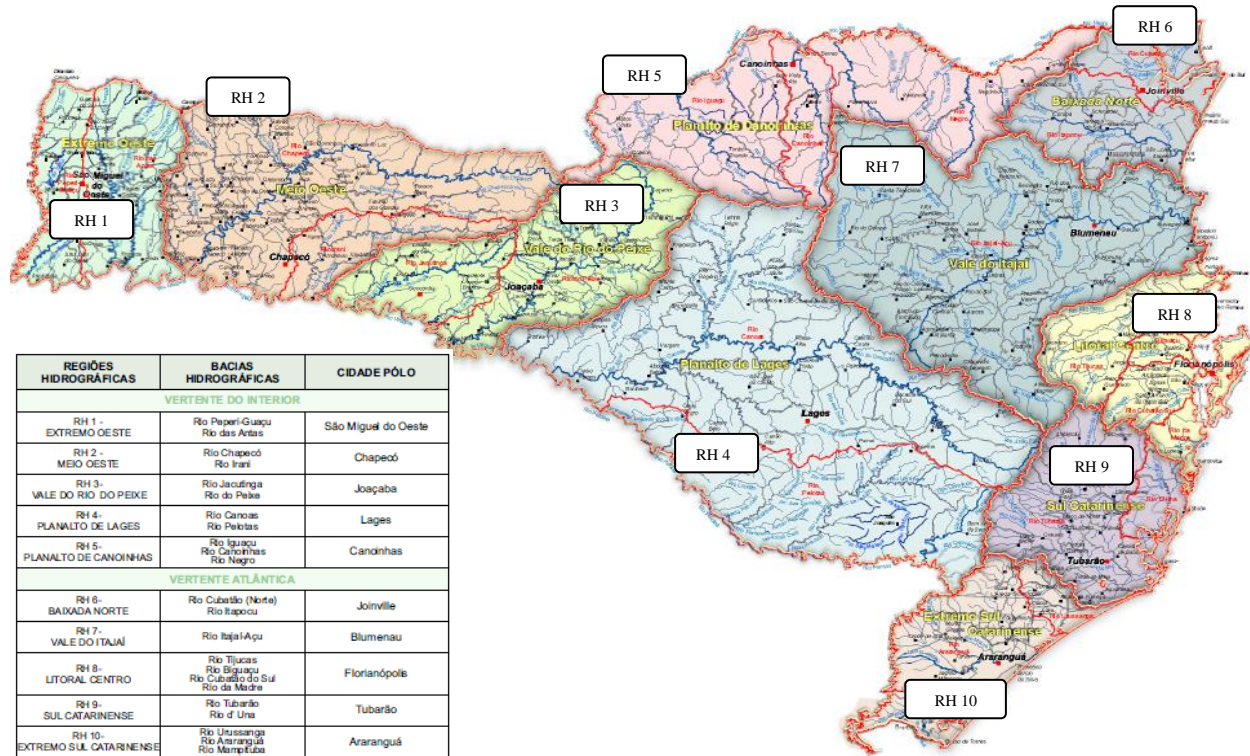
Para os municípios que possuem mais de uma Região Hidrográfica e/ou Bacia Hidrográfica utilizou-se os softwares ArcGis e *Google Earth* para análise dos seguintes critérios, concomitantemente:

- Maior RH no território;
- Maior BH no território;
- Localização da Mancha Urbana e

- Localização do rio principal.

Em caso de dúvidas persistentes, procedeu-se a consulta dos AVADANs, em busca de situar o local do desastre através da descrição do evento.

Figura 14: Regiões Hidrográficas de SC.



Fonte: SDS (2007).

### 5.1.2 Bacia Hidrográfica Seleccionada

A bacia hidrográfica do Rio Itajaí Açu é a bacia mais atingida por desastres de inundações em todo o Estado de Santa Catarina, onde se registrou 480 desastres em um período de 21 anos.

A bacia do Itajaí é a maior bacia da Vertente Atlântica do Estado de Santa Catarina, com uma área de drenagem de 15.500Km<sup>2</sup> e densidade de drenagem de 1,61Km/Km. Tem como limites geográficos os estabelecidos pelas configurações fisiográficas da Serra Geral e da Serra dos Espigões a Oeste, das Serras da Boa Vista, dos Faxinais e do Tijucas ao sul, e das Serras da Moema e do Jaraguá ao norte (Comitê do Itajaí, 2006).

A bacia do Itajaí- Açu é ocupada por 53 municípios, dos quais 47 têm sua sede dentro da bacia encontrados em três sub-regiões – o Alto Vale do Itajaí, Médio Vale do Itajaí e Foz do Rio do Itajaí – com características demográficas e socioeconômicas próprias (BOHN e FRANK, 2000).

O maior curso d'água da bacia é o rio Itajaí-Açu, que é formado pela junção dos rios Itajaí do Oeste e Itajaí do Sul, no município de Rio do Sul. Seus principais afluentes são o rio Itajaí do Norte, o Benedito e o Luís Alves, na margem esquerda e o Itajaí Mirim pela margem direita (Comitê Itajaí, 2006). Estes rios dão nome às sub-bacias que integram a bacia do rio Itajaí (Figura 15): Itajaí do Sul, Itajaí do Oeste, Itajaí do Norte, Benedito, Luis Alves, Itajaí-Açu e Itajaí Mirim.

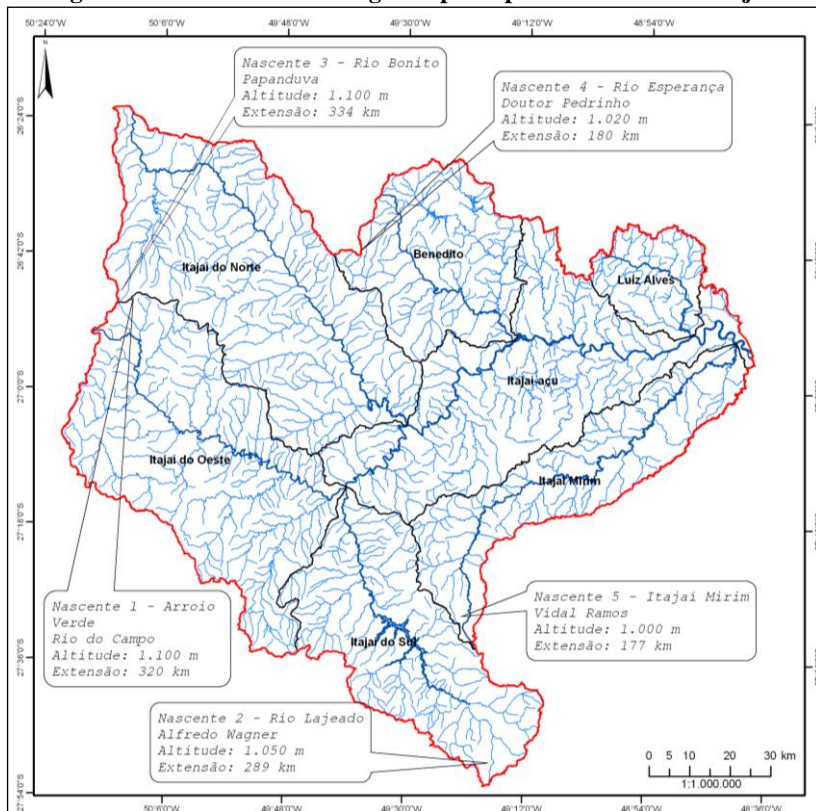
A bacia possui seus rios formadores em regiões mais elevadas, razão pela qual seus deflúvios atingem a parte baixa da bacia com muita rapidez (FURB, 2012). Aumond *et al.* (2009) descrevem esta rede de drenagem: As cabeceiras dos rios Itajaí do Sul e Oeste localizam-se na Serra Geral, em cotas entre 1000 e 900 m. A partir de Rio do Sul a altitude média do rio é de 327 m, percorrendo um trecho de declividade acentuada de 5,21 (m/km) até a foz do rio Hercílio. A partir desse ponto, a altitude é de 129 m, mas a declividade é mediana (1,60 m/km) até a Usina Salto, em Blumenau, onde a altitude é de 18,5 m. Do centro urbano de Blumenau até a foz do rio Itajaí, a declividade é muito baixa (0,013 m/km), o que origina grandes planícies de inundação, justamente onde se concentra a maior população da bacia.

Frank (1995), após análise das séries históricas dos dados de precipitação e vazão das sub-bacias de Rio do Sul, Ibirama e Timbó, constatou que as transformações do uso do solo na bacia influenciaram o regime de escoamento da água, que tiveram um acréscimo dos



coeficientes de escoamento ao longo do tempo. Assim, as características físicas da bacia contribuem para a formação de enchentes, ao passo que as características econômicas e sociais contribuem para a formação dos desastres.

**Figura 15: Sub-bacias e hidrografia principal da bacia do rio Itajaí.**



Fonte: (Comitê do Itajaí, 2006).

Os municípios que possuem sede dentro da bacia, no total de 47, foram selecionados para análise da gestão da drenagem, haja vista representarem a quase totalidade da bacia (Tabela 1).

Os resultados são expostos ora por agrupamento dos municípios em sub-bacias, quando a análise individual for semelhante em toda sub-bacia, ora individualizados; quando a análise é mais facilmente compreendida enquanto o estudo particular destes elementos.

**Tabela 1: Municípios selecionados da BH do rio Itajaí.**

| MUNICÍPIOS                 | CENSO DO IBGE – 2010<br>(Hab) |         |        | Urbanização | Área               | Densidade<br>Demográfica | PIB - 2008   | IDH             |
|----------------------------|-------------------------------|---------|--------|-------------|--------------------|--------------------------|--------------|-----------------|
|                            | Total                         | Urbana  | Rural  | (%)         | (km <sup>2</sup> ) | (hab/km <sup>2</sup> )   | (R\$ mil)    | (PNUD,<br>2000) |
| <b>Agrolândia</b>          | 9.323                         | 5.959   | 3.364  | 63.92       | 207.1              | 45.01                    | 139291       | 0.775           |
| <b>Agronômica</b>          | 4.904                         | 1.858   | 3.046  | 37.89       | 130                | 37.73                    | 65777        | 0.811           |
| <b>Alfredo Wagner</b>      | 9.410                         | 2.868   | 6.542  | 30.48       | 732.3              | 12.85                    | 106042       | 0.778           |
| <b>Apiúna</b>              | 9.600                         | 4.288   | 5.312  | 44.67       | 493.5              | 19.45                    | 219988       | 0.768           |
| <b>Ascurra</b>             | 7.412                         | 6.457   | 955    | 87.12       | 111.7              | 66.37                    | 78943        | 0.813           |
| <b>Atalanta</b>            | 3.300                         | 1.368   | 1.932  | 41.45       | 94.5               | 34.91                    | 46967        | 0.810           |
| <b>Aurora</b>              | 5.549                         | 1.931   | 3.618  | 34.80       | 206.9              | 26.81                    | 89451        | 0.812           |
| <b>Benedito Novo</b>       | 10.336                        | 5.804   | 4.532  | 56.15       | 388.2              | 26.62                    | 111692       | 0.802           |
| <b>Blumenau</b>            | 309.011                       | 294.773 | 14.238 | 95.39       | 519.8              | 594.44                   | 7.391.534.32 | 0.855           |
| <b>Botuverá</b>            | 4.468                         | 1.310   | 3.158  | 29.32       | 303                | 14.74                    | 70831        | 0.795           |
| <b>Braço do Trombudo</b>   | 3.457                         | 1.898   | 1.559  | 54.90       | 89.7               | 38.55                    | 110303       | 0.799           |
| <b>Brusque</b>             | 105.503                       | 102.025 | 3.478  | 96.70       | 283.4              | 372.22                   | 2315724      | 0.842           |
| <b>Chapadão do Lageado</b> | 2.762                         | 513     | 2.249  | 18.57       | 124.5              | 22.19                    | 43737        | 0.774           |
| <b>Dona Emma</b>           | 3.721                         | 1.868   | 1.853  | 50.20       | 181                | 20.56                    | 41315        | 0.795           |

| MUNICÍPIOS             | CENSO DO IBGE – 2010<br>(Hab) |         |        | Urbanização | Área               | Densidade<br>Demográfica | PIB - 2008   | IDH             |
|------------------------|-------------------------------|---------|--------|-------------|--------------------|--------------------------|--------------|-----------------|
|                        | Total                         | Urbana  | Rural  | (%)         | (km <sup>2</sup> ) | (hab/km <sup>2</sup> )   | (R\$ mil)    | (PNUD,<br>2000) |
| <b>Doutor Pedrinho</b> | 3.604                         | 2.019   | 1.585  | 56.02       | 375.8              | 9.59                     | 30082        | 0.802           |
| <b>Gaspar</b>          | 57.981                        | 47.126  | 10.855 | 81.28       | 386.4              | 150.07                   | 1.062.528.27 | 0.832           |
| <b>Guabiruba</b>       | 18.430                        | 17.066  | 1.364  | 92.60       | 173.6              | 106.17                   | 302345       | 0.829           |
| <b>Ibirama</b>         | 17.330                        | 14.813  | 2.517  | 85.48       | 246.7              | 70.25                    | 193873       | 0.826           |
| <b>Ilhota</b>          | 12.355                        | 7.898   | 4.457  | 63.93       | 253.4              | 48.75                    | 117.157.86   | 0.795           |
| <b>Imbuia</b>          | 5.707                         | 2.515   | 3.192  | 44.07       | 121.9              | 46.82                    | 79227        | 0.777           |
| <b>Indaial</b>         | 54.854                        | 52.927  | 1.927  | 96.49       | 430.5              | 127.41                   | 1007689      | 0.825           |
| <b>Itajaí</b>          | 183.373                       | 173.452 | 9.921  | 94.59       | 289.3              | 633.75                   | 10183448     | 0.825           |
| <b>Ituporanga</b>      | 22.250                        | 14.832  | 7.418  | 66.66       | 337                | 66.03                    | 383922       | 0.825           |
| <b>José Boiteux</b>    | 4.721                         | 1.611   | 3.110  | 34.12       | 405.5              | 11.64                    | 47787        | 0.771           |
| <b>Laurentino</b>      | 6.004                         | 4.374   | 1.630  | 72.85       | 79.5               | 75.52                    | 131899       | 0.825           |
| <b>Lontras</b>         | 10.244                        | 7.014   | 3.230  | 68.47       | 198.4              | 51.63                    | 101993       | 0.777           |
| <b>Luiz Alves</b>      | 10.438                        | 3.256   | 7.182  | 31.19       | 260.1              | 40.13                    | 189.976.04   | 0.84            |
| <b>Mirim Doce</b>      | 2.513                         | 1.202   | 1.311  | 47.83       | 336.3              | 7.47                     | 30609        | 0.790           |
| <b>Navegantes</b>      | 60.556                        | 57.402  | 3.154  | 94.79       | 111.5              | 543.29                   | 700759       | 0.774           |

| MUNICÍPIOS                    | CENSO DO IBGE – 2010<br>(Hab) |        |       | Urbanização | Área               | Densidade<br>Demográfica | PIB - 2008 | IDH             |
|-------------------------------|-------------------------------|--------|-------|-------------|--------------------|--------------------------|------------|-----------------|
|                               | Total                         | Urbana | Rural | (%)         | (km <sup>2</sup> ) | (hab/km <sup>2</sup> )   | (R\$ mil)  | (PNUD,<br>2000) |
| <b>Petrolândia</b>            | 6.131                         | 2.225  | 3.906 | 36.29       | 306.2              | 20.03                    | 89451      | 0.783           |
| <b>Pomerode</b>               | 27.759                        | 23.823 | 3.936 | 85.82       | 215.9              | 128.57                   | 660.122.83 | 0.849           |
| <b>Pouso Redondo</b>          | 14.810                        | 9.024  | 5.786 | 60.93       | 359.5              | 41.19                    | 218463     | 0.786           |
| <b>Presidente<br/>Getúlio</b> | 14.887                        | 10.535 | 4.352 | 70.77       | 295.7              | 50.35                    | 281396     | 0.810           |
| <b>Presidente<br/>Nereu</b>   | 2.284                         | 808    | 1.476 | 35.38       | 224.7              | 10.17                    | 33234      | 0.774           |
| <b>Rio do Campo</b>           | 6.192                         | 2.632  | 3.560 | 42.51       | 506.2              | 12.23                    | 84186      | 0.797           |
| <b>Rio do Oeste</b>           | 7.090                         | 3.390  | 3.700 | 47.81       | 245.6              | 28.86                    | 117648     | 0.799           |
| <b>Rio do Sul</b>             | 61.198                        | 56.785 | 4.413 | 92.79       | 258.4              | 236.83                   | 1266448    | 0.827           |
| <b>Rio dos Cedros</b>         | 10.284                        | 5.110  | 5.174 | 49.69       | 555.7              | 18.51                    | 134457     | 0.817           |
| <b>Rodeio</b>                 | 10.922                        | 9.424  | 1.498 | 86.28       | 128.1              | 85.24                    | 116565     | 0.810           |
| <b>Salete</b>                 | 7.370                         | 4.987  | 2.383 | 67.67       | 179.3              | 41.1                     | 87909      | 0.800           |
| <b>Santa Terezinha</b>        | 8.767                         | 1.513  | 7.254 | 17.26       | 716.3              | 12.24                    | 120247     | 0.738           |
| <b>Taió</b>                   | 17.260                        | 9.964  | 7.296 | 57.73       | 693                | 24.91                    | 289538     | 0.809           |
| <b>Timbó</b>                  | 36.774                        | 34.296 | 2.478 | 93.26       | 127.2              | 288.99                   | 799963     | 0.843           |
| <b>Trombudo</b>               | 6.553                         | 4.101  | 2.452 | 62.58       | 108.7              | 60.27                    | 147620     | 0.818           |

| MUNICÍPIOS            | CENSO DO IBGE – 2010<br>(Hab) |        |       | Urbanização | Área               | Densidade<br>Demográfica | PIB - 2008 | IDH             |
|-----------------------|-------------------------------|--------|-------|-------------|--------------------|--------------------------|------------|-----------------|
|                       | Total                         | Urbana | Rural | (%)         | (km <sup>2</sup> ) | (hab/km <sup>2</sup> )   | (R\$ mil)  | (PNUD,<br>2000) |
| <b>Central</b>        |                               |        |       |             |                    |                          |            |                 |
| <b>Vidal Ramos</b>    | 6.290                         | 1.792  | 4.498 | 28.49       | 339.1              | 18.55                    | 95607      | 0.766           |
| <b>Vitor Meireles</b> | 5.207                         | 1.445  | 3.762 | 27.75       | 371.6              | 14.01                    | 63023      | 0.770           |
| <b>Witmarsum</b>      | 3.600                         | 845    | 2.755 | 23.47       | 150.8              | 23.87                    | 53440      | 0.807           |

## 5.2 Avaliação da Cobertura dos Sistemas de Saneamento e do Gerenciamento da Drenagem

### 5.2.1 Informações Primárias

Com o objetivo de avaliar o gerenciamento e, conseqüentemente, a gestão da drenagem urbana na bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu, adaptou-se a metodologia desenvolvida por Pompêo *et al.* (1998). O trabalho realizado pelos autores junto à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDM/SC) revelou que as ações desenvolvidas em drenagem em Santa Catarina são apenas corretivas e executadas em situações emergenciais. A nova metodologia possibilita a observação da evolução no panorama encontrado pela equipe acima citada.

Esta etapa consiste na elaboração de um questionário específico aos municípios da Bacia Hidrográfica selecionada, com base no conceito de gestão (Planejamento, Regularização, Fiscalização, Prestação de Serviços e Controle Social). A finalidade deste levantamento e análise é caracterizar o gerenciamento municipal da drenagem, o que possibilita, inclusive, identificar e avaliar as deficiências existentes.

Para sua criação, utilizou-se a plataforma *Google Docs*, método cada vez mais comum entre os pesquisadores (SILVA, *et al.* 2011) que possibilita a criação de um questionário *online*. É gerado um link de acesso para que o participante possa responder, sendo as respostas recolhidas diretamente para o ambiente do aplicativo que fica restrito ao pesquisador.

Os questionamentos, visualizados no Apêndice A, referem-se a instrumentos de planejamento urbano e do saneamento ambiental, a situação do saneamento ambiental, com ênfase na drenagem urbana, e a gestão da drenagem urbana. O questionário foi disponibilizado através da internet, no sítio eletrônico do *Google Docs*:

<https://docs.google.com/spreadsheets/viewform?formkey=dHBJeGV5OUZqNDBSTmxxQi1ieC00bmc6MQ#gid=0>.

Os gestores e agentes públicos foram convidados a participar da pesquisa através de contato telefônico e eletrônico. A recepção das informações ocorreu entre maio e julho de 2012.

### 5.2.2 Informações Secundárias

Para o levantamento de informações secundárias acerca das condições do saneamento básico, utilizou-se:

- Diagnóstico Saneamento em SC, para quantificar a população abastecida com água (SNIS, 2005);
- Relatório Destino Esgotos por Município e Regional de Saúde, para estimar a população atendida com Esgoto (SES, 2005);
- Diagnóstico do Levantamento de Dados dos Resíduos Sólidos nos municípios do Estado, com revisão das diretrizes para a formulação da Política Estadual dos Resíduos Sólidos (SDM, 2001) e os trabalhos de Pereira (2005) e Silveira (2008), para e a população atendida com coleta de Resíduos Sólidos.

O levantamento de informações sobre as condições do saneamento básico, com objetivos de conhecer índices de cobertura específicos relativos à drenagem, interferências e relações com os outros sistemas; possibilita a comparação com as respostas fornecidas nos questionários pelos municípios e serve de auxílio na análise dos dados.

A integração entre municípios de uma mesma bacia, ou microbacias, fundamenta-se no fato de que elas são unidades obrigatórias para a abordagem do planejamento urbano e ambiental, na medida em que o destino do esgoto e dos resíduos sólidos, para citar apenas dois resíduos de aglomerações urbanas, interfere praticamente na vida de todos os usuários de uma mesma bacia (MARICATO, 2000).

Estas informações, levantadas por meio de pesquisas e questionário, espelham as condições dos serviços que compõem o saneamento ambiental e proporcionam elementos para a identificação de problemas nele existentes, o que possibilita esboçar o cenário do saneamento na bacia hidrográfica do rio Itajaí- Açu.





## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 Inventário de Desastres de Inundações e Alagamentos

Apresenta-se, na Figura 16, a compilação dos dados de desastres de inundações para todos os municípios de Santa Catarina.

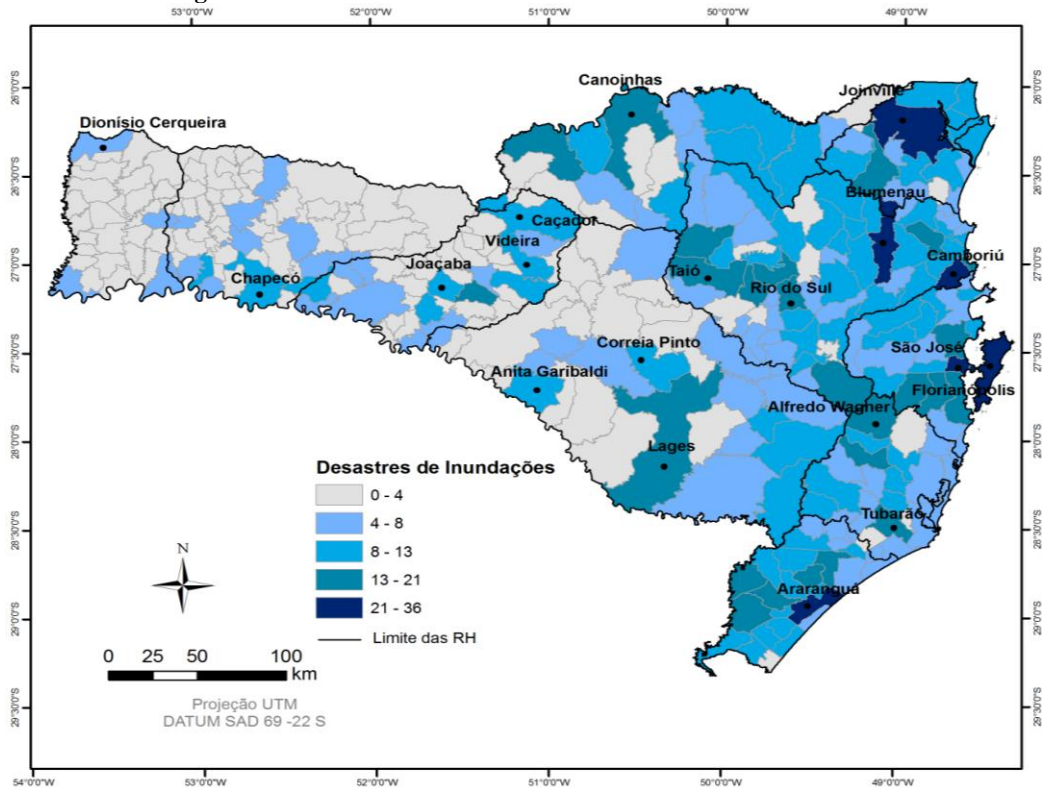
Observa-se que o sistema de drenagem da vertente do Atlântico, que corresponde a 37% da área total do Estado, é o sistema de drenagem mais afetado do território catarinense. Percebe-se, também, que são seis as cidades mais atingidas (Tabela 2): Joinville, Blumenau, Camboriú, São José, Florianópolis e Araranguá. Destas, quatro destacam-se entre as cidades mais populosas do Estado (IBGE, 2011):

**Tabela 2: Cidades mais atingidas por inundações em SC.**

| <b>Cidade</b>        | <b>População (hab)</b> | <b>Ranking População (1-293)</b> | <b>Desastres</b> | <b>Ranking Desastres (1-293)</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|
| <b>Joinville</b>     | 515.288                | 1°                               | 36               | 1°                               |
| <b>Florianópolis</b> | 421.240                | 2°                               | 25               | 5°                               |
| <b>Blumenau</b>      | 309.011                | 3°                               | 27               | 3°                               |
| <b>São José</b>      | 209.804                | 4°                               | 23               | 6°                               |
| <b>Camboriú</b>      | 62.361                 | 17°                              | 29               | 2°                               |
| <b>Araranguá</b>     | 61.310                 | 18°                              | 26               | 4°                               |

Esse resultado é coerente quando se analisa o conceito de desastres, em que é necessária a presença do homem para que existam os danos e prejuízos, e vai ao encontro dos estudos que mostram que a expansão urbana coincide com a ocorrência de inundações. Este resultado não mostra que o homem é o causador do desastre, esta afirmação requer estudos e análises locais, mas mostra que os desastres acontecem porque o homem habita aquele espaço e o torna mais vulnerável.

**Figura 16: Inventário de Desastres do Estado de Santa Catarina.**



A análise dos municípios por Região Hidrográfica deu origem à Tabela 3, em ordem decrescente de desastres.

**Tabela 3: Desastres em SC, por RH.**

| Região Hidrográfica |                         | Nº<br>Municípios | Desastres   | %          |
|---------------------|-------------------------|------------------|-------------|------------|
| <b>RH 7</b>         | Vale do Itajaí          | 51               | 480         | 23.35      |
| <b>RH 8</b>         | Litoral Centro          | 24               | 299         | 14.54      |
| <b>RH 10</b>        | Extremo Sul Catarinense | 24               | 263         | 12.79      |
| <b>RH 9</b>         | Sul Catarinense         | 21               | 183         | 8.90       |
| <b>RH 4</b>         | Planalto de Lages       | 32               | 165         | 8.03       |
| <b>RH 6</b>         | Baixada Norte           | 12               | 145         | 7.05       |
| <b>RH 2</b>         | Meio Oeste              | 50               | 141         | 6.86       |
| <b>RH 5</b>         | Planalto de Canoinhas   | 15               | 123         | 5.98       |
| <b>RH 3</b>         | Vale do Rio do Peixe    | 34               | 168         | 8.17       |
| <b>RH 1</b>         | Extremo Oeste           | 30               | 89          | 4.33       |
| <b>Total</b>        |                         | <b>293</b>       | <b>2056</b> | <b>100</b> |

Neste grupo, observa-se que as RH 7, RH 8 e RH 10 possuem desastres de inundações acima da média (206) dentre todas as Regiões. O desvio padrão é alto (115,06), o que reflete valores bem heterogêneos entre as regiões. Isto é bem perceptível na Figura 16, em que as cidades da vertente do interior, localizadas na parte centro-oeste do Estado, possuem bem menos desastres por inundações que as demais cidades. A RH 7, região mais afetada, possui o registro de desastres cinco vezes maior que a RH 1, região menos afetada.

A análise destes desastres, a partir do somatório da média com o desvio padrão, possibilita um resultado ainda mais preciso. Neste quesito, somente a RH 7 possui desastres acima da média deste somatório, o que reflete o alto índice de desastres desta região hidrográfica.

A desagregação das Regiões possibilita a análise dos desastres sob a ótica de bacias hidrográficas (Tabela 4). Não necessariamente a bacia mais afetada deve fazer parte da região mais afetada; pois uma região hidrográfica nada mais é que o somatório de suas bacias. A RH 8, por exemplo, é a segunda região mais atingida por desastres de inundações no Estado; mas a segunda bacia hidrográfica mais atingida – Araranguá- pertence à RH 10. No entanto, observa-se que a RH 7 é a

única das regiões que possui apenas uma bacia hidrográfica; por isso os dados, tanto para a região quanto para a bacia, são iguais e, assim, a bacia hidrográfica mais atingida no Estado é a do Itajaí-Açu.

**Tabela 4: Desastres em SC, por BH.**

| <b>Bacia Hidrográfica</b> | <b>Desastres</b> | <b>%</b>   | <b>Região Hidrográfica</b> |
|---------------------------|------------------|------------|----------------------------|
| <b>Itajaí Açu</b>         | 480              | 23.35      | RH7                        |
| <b>Araranguá</b>          | 198              | 9.63       | RH10                       |
| <b>Tubarão</b>            | 172              | 8.37       | RH9                        |
| <b>Tijucas</b>            | 155              | 7.54       | RH8                        |
| <b>Canoas</b>             | 122              | 5.93       | RH4                        |
| <b>Chapecó</b>            | 124              | 6.03       | RH2                        |
| <b>Itapocu</b>            | 79               | 3.84       | RH6                        |
| <b>Do Peixe</b>           | 119              | 5.79       | RH3                        |
| <b>Cubatão do Sul</b>     | 106              | 5.16       | RH8                        |
| <b>Das Antas</b>          | 50               | 2.43       | RH1                        |
| <b>Iguaçu</b>             | 63               | 3.06       | RH5                        |
| <b>Cubatão</b>            | 66               | 3.21       | RH6                        |
| <b>Biguaçu</b>            | 27               | 1.31       | RH8                        |
| <b>Pelotas</b>            | 43               | 2.09       | RH4                        |
| <b>Irani</b>              | 17               | 0.83       | RH2                        |
| <b>Urussanga</b>          | 20               | 0.97       | RH10                       |
| <b>Mampituba</b>          | 45               | 2.19       | RH10                       |
| <b>Jacutinga</b>          | 49               | 2.38       | RH3                        |
| <b>Rio Negro</b>          | 39               | 1.90       | RH5                        |
| <b>Canoinhas</b>          | 21               | 1.02       | RH5                        |
| <b>Peperi_Guaçu</b>       | 39               | 1.90       | RH1                        |
| <b>D'Una</b>              | 11               | 0.54       | RH9                        |
| <b>Da Madre</b>           | 11               | 0.54       | RH8                        |
| <b>Total</b>              | <b>2056</b>      | <b>100</b> |                            |

Existem nove bacias hidrográficas com desastres acima da média (89,39) em Santa Catarina: Itajaí, Araranguá, Tubarão, Tijucas, Canoas, Chapecó, Itapocu, Do Peixe e Cubatão do Sul. A bacia hidrográfica Cubatão (do Norte), onde se situa a cidade de Joinville, cidade com maior registro de desastres, é somente a 12<sup>o</sup> mais atingida. Isto porque as demais cidades desta bacia não possuem tantos desastres como Joinville, que responde por mais da metade das inundações desta bacia.

O desvio padrão também é alto (100,81), o que demonstra extremos bem discrepantes: A 1<sup>a</sup> colocada – Itajaí – possui quarenta vezes mais desastres que a última colocada – Da Madre. Ao considerar-se a média mais o desvio padrão, tem-se apenas duas bacias: Itajaí e Araranguá, embora a primeira tenha ainda o dobro de desastres da segunda.

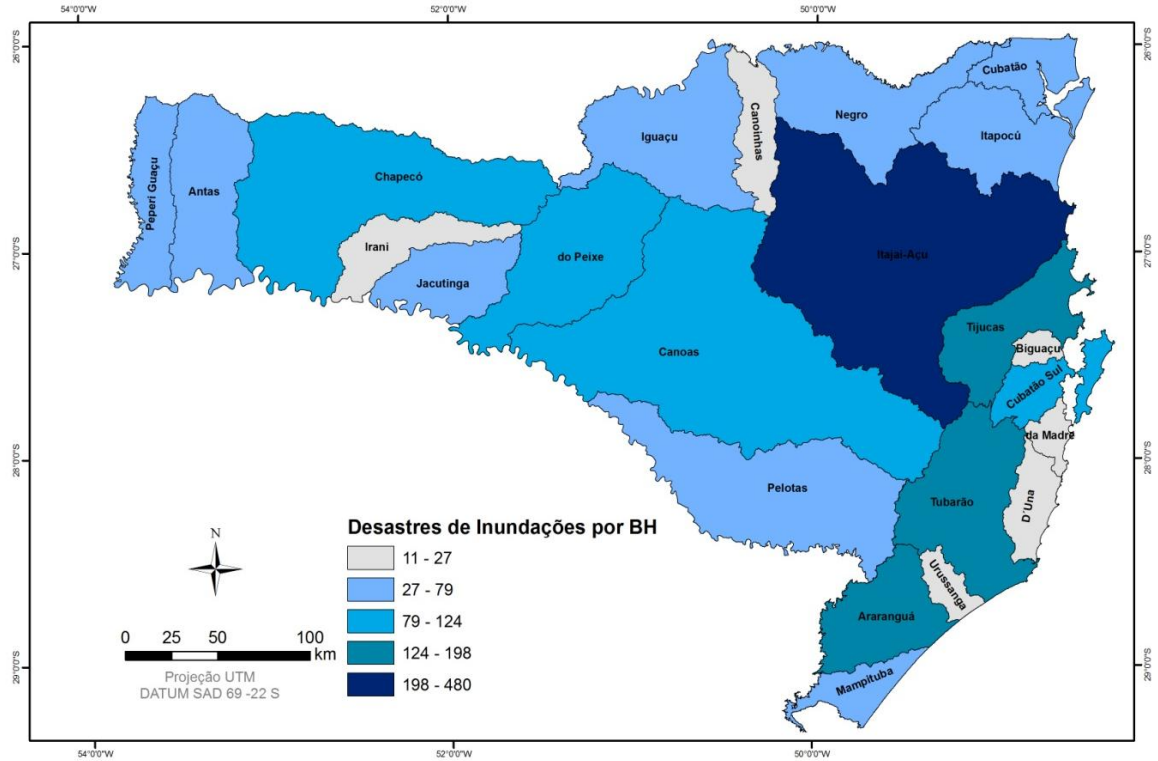
Estes inventários foram necessários para chegar-se à bacia hidrográfica mais atingida por desastres de inundação e alagamentos no Estado: a bacia hidrográfica do rio Itajaí Açu (Figura 17). Esta bacia é conhecida nacionalmente pelas expressivas e recorrentes enchentes, principalmente as de 1983 e 1984, que deram origem à Oktoberfest<sup>4</sup>.

Da posse desta, é possível agrupar ainda os desastres por sub-bacias, o que possibilita a visualização espacial dos desastres dentro da bacia do rio Itajaí (Figura 18). Esta espacialização permite observar que os desastres são bem similares em toda a bacia, ou seja, ocorrem com pouca variação de frequência nas sub-bacias. A sub-bacia Luis Alves, que é a mais atingida por desastres, possui somente três desastres a mais que as sub-bacias menos atingidas. Esta espacialização foi importante para observar que os desastres ocorrem em toda territorialidade da bacia, e não em apenas uma determinada sub-bacia.

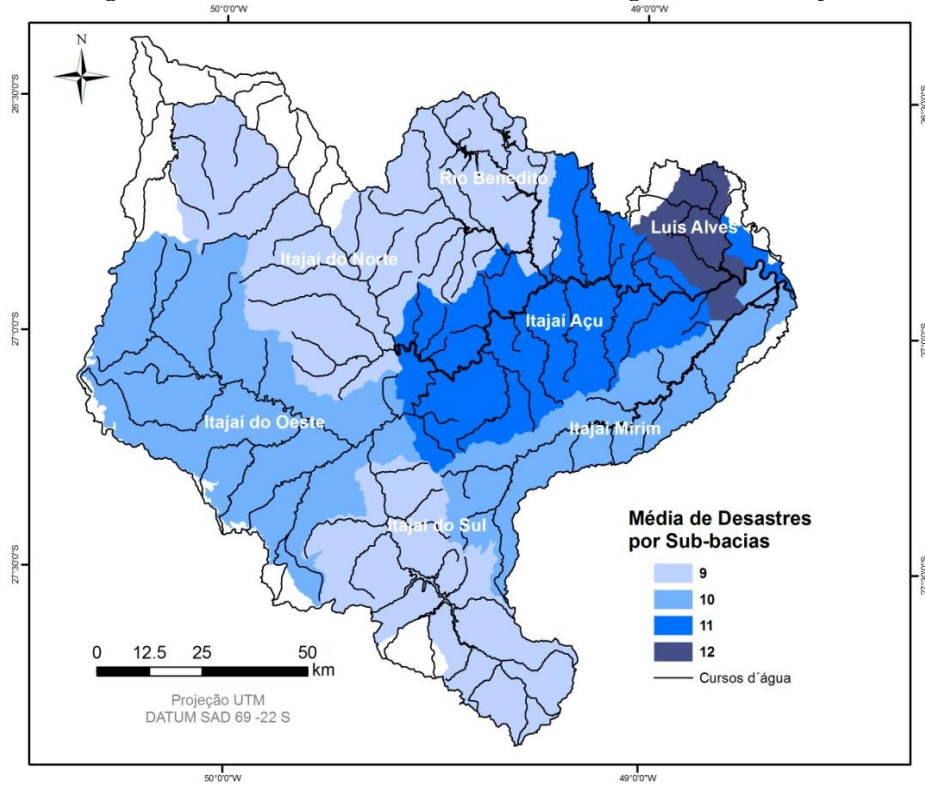
---

<sup>4</sup> Afirmação disponível em: <<http://www.oktoberfestblumenau.com.br/>>

**Figura 17: Inventário de Desastres por BH, em SC.**



**Figura 18: Inventário de Desastres da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí.**



## 6.2 Cobertura dos Sistemas de Saneamento

### 6.2.1 Abastecimento de Água

A bacia hidrográfica do Rio Itajaí - Açú possui um bom índice de atendimento no que se refere ao abastecimento de água, possuindo uma média de 90,4% da população urbana atendida (Tabela 5). Este índice cai quando se considera a população total, pois 16% da população reside em áreas rurais.

**Tabela 5: Índices Urbanos de Abastecimento de Água**

| Sub-bacia       | Abastecimento de Água (%) |       |
|-----------------|---------------------------|-------|
|                 | Urbano                    | Total |
| Itajaí Açú      | 91,37                     | 80,58 |
| Itajaí Mirim    | 89,86                     | 55,02 |
| Itajaí do Norte | 94,38                     | 35,83 |
| Itajaí do Oeste | 93,27                     | 54,11 |
| Itajaí do Sul   | 93,91                     | 45,40 |
| Luis Alves      | 82,15                     | 36,14 |
| Rio Benedito    | 87,82                     | 56,01 |

### 6.2.2 Atendimento de Esgoto

Para a pesquisa acerca do esgoto sanitário dos municípios da bacia em estudo, utilizou-se o relatório de Destino dos Esgotos, diagnóstico elaborado pela Secretaria de Saúde (2005). Apesar de ser um material menos atualizado, com dados relativos ao ano de 2005, é a publicação encontrada com mais dados específicos para os municípios do Estado, com maiores detalhes que até mesmo o Diagnóstico de Água e Esgoto de 2010 (SNSA, 2012). Este relatório pesquisou o destino do esgoto para três alternativas:

- Sistema de esgoto (rede geral) – fezes e urina são canalizadas para o sistema de esgoto (rede pública geral);
- Fossa – qualquer tipo de fossa;
- Céu aberto – no quintal, na rua, em um riacho, etc.

As situações em que o esgoto doméstico era jogado na rede pluvial e, conseqüentemente, lançado em um riacho, rio ou valas sem



tratamento, foram considerados “céu aberto”. Alguns municípios são atendidos por SAMAE - Sistemas Autônomos de Água e Esgoto, mas o relatório não dispõe dos dados de destino de esgoto desses locais (Tabela 6).

**Tabela 6: Destino de fezes e urina na população de cobertura do SIAB, 2005.**

| Sub-bacia              | Esgoto (%) | Fossa (%) | Céu Aberto (%) |
|------------------------|------------|-----------|----------------|
| <b>Itajaí Açu</b>      | 23,18      | 68,13     | 8,69           |
| <b>Itajaí Mirim</b>    | 14,09      | 59,37     | 26,54          |
| <b>Itajaí do Norte</b> | 3,21       | 79,29     | 17,50          |
| <b>Itajaí do Oeste</b> | 19,46      | 71,34     | 9,20           |
| <b>Itajaí do Sul</b>   | 9,00       | 60,78     | 30,23          |
| <b>Luis Alves</b>      | 23,66      | 58,845    | 17,4           |
| <b>Rio Benedito</b>    | 15,64      | 77,30     | 7,06           |

Observa-se na Tabela 6 que a maior parte do esgoto gerado na bacia hidrográfica do rio Itajaí é direcionado à fossa. No entanto, a maioria dos Planos Municipais de Saneamento Básico destes municípios<sup>5</sup>, elaborados em 2010, informa que estes sistemas apresentam um extravasor conectado à rede de drenagem pluvial, e geralmente são executados sem projeto adequado e sem manutenção periódica. Este fato foi confirmado pelo município de Brusque, que afirmou que o esgoto sanitário de todo o município é descarregado nos corpos hídricos, embora boa parte possua tratamento primário através de fossa e filtro. Portanto os efluentes gerados são ligados ao sistema de drenagem municipal, que ao invés de serem tratados por uma estação de tratamento de esgoto são lançados em corpos receptores, rios que cortam o Município. Os Planos informam também que várias cidades possuem coletores de esgoto que deságuam diretamente em rios. Desta forma, os números que retratam o destino dos esgotos a céu aberto devem ser, de fato, muito maiores.

O Diagnóstico do Saneamento em Santa Catarina (SDS, 2006) estimou que, na Região Hidrográfica do Vale do Itajaí, são despejados de forma direta ou indireta nos corpos de água uma carga orgânica bruta,

---

<sup>5</sup> Encontrados em: <<http://geopmsb.sds.sc.gov.br/index3.php>>

ou seja, sem tratamento, da ordem de 62,95 toneladas/dia. Só no Ribeirão da Velha (Figura 19), afluente do rio Itajaí Açu em Blumenau, alcançou a quantidade de coliformes fecais a cada 100 mililitros de água de 2 milhões, 800 vezes mais do que o nível aceitável (FOZDOBASIL, 2012). Esta água segue para o município de Gaspar, pelo rio Itajaí Açu, que se constitui em um dos locais de captação para abastecimento. Contudo, nem só de efluentes domésticos se mata o rio Itajaí. Os efluentes industriais também são responsáveis pela contaminação do rio em vários trechos da bacia. Análises realizadas em um percurso de 73,6 km do rio Itajaí Açu, encontraram 3,7 novas fontes poluidoras, tanto domésticas quanto industriais, a cada km percorrido (RORIG, 2005).

Porath (2004) observa que, muitas vezes, a poluição de um rio é tão grande que já não é mais possível falar em reabilitação, mas em ressuscitação de um rio morto, o que retrata a situação da maioria dos rios da bacia.

**Figura 19: Ribeirão da Velha, em Blumenau.**



Fonte: Foz do Brasil (2012).

Embora a coleta de esgotos pela rede pública seja realizada em 15,46% da bacia, faz-se a ressalva de que a coleta não necessariamente significa o tratamento deste esgoto. O Atlas de Saneamento do Brasil (IBGE, 2011b) vai ao encontro desta afirmação, ao revelar que Santa Catarina possui 35% dos municípios com coleta de esgoto, mas apenas 16% com tratamento deste efluente.

A preocupação com o esgotamento sanitário na bacia é recente, a exemplo da maioria das cidades brasileiras. A falta de investimentos no

setor fez com que o Comitê do Itajaí começasse a se mobilizar, em 2004, com a realização da Semana da Água utilizando a temática Esgotos Sanitários e Efluentes. Devido à baixa qualidade da água em muitos rios da bacia e à distância de soluções, o tema foi abordado novamente em 2005, com o slogan “Do rio que você suja vem a água que você bebe. Pense nisso!”. Em 2007 surgiram novas discussões no Seminário para a Construção de Soluções do Esgoto Sanitário na Bacia. O desejo da melhora da qualidade das águas, através da definição de metas de reenquadramento em 2009, levou a elaboração do Programa de Tratamento de Esgotos, que tem como metas a estruturação da gestão do saneamento básico em 50 municípios, em 5 anos; além do tratamento do esgoto implantado nos municípios da bacia, no prazo de 20 anos, por meio do investimento gradual de 1 milhão de reais na promoção do tratamento de esgoto urbano e rural dos municípios da bacia, iniciando pelos localizados próximos à nascente (COMITÊ ITAJAÍ, 2012).

Os índices municipais relativos ao esgotamento sanitário e abastecimento de água são apresentados no Apêndice B.

### **6.2.3 Resíduos Sólidos**

No ano de 2001, a bacia hidrográfica do rio Itajaí possuía uma média aproximada de 70 % de coleta dos resíduos sólidos da população urbana. O material era destinado a lixões, a exceção de Brusque e Ilhota, cujo destino era em aterros sanitários (SDM, 2001).

Contudo, a situação modificou-se após o advento do Programa “Lixo nosso de cada dia”, através das assinaturas de Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) firmados com os municípios junto ao MP-SC. Nesse período, os parceiros do Programa buscaram acordos com as Prefeituras e incentivaram a adoção de medidas como a celebração de consórcios intermunicipais para a implantação de aterros sanitários e a captação de recursos junto ao Fundo Nacional do Meio Ambiente (PEREIRA, 2005; SILVEIRA, 2008), o que gerou uma revolução na área de resíduos sólidos no Estado.

Atualmente, 98% dos resíduos coletados na região hidrográfica do Vale do Itajaí vão para Aterros Sanitários, dos quais apenas 4% são controlados, ao passo que 2% ainda são destinados a lixões (SILVEIRA, 2008). Ao analisar os municípios deste estudo, somente Rio do Sul ainda deposita seus resíduos em lixões.

O programa trouxe resultados secundários significativos no que tange a divulgação das questões relacionadas com os resíduos sólidos, a

formação de consórcios Intermunicipais e a criação de empresas especializadas no ramo de resíduos sólidos (PEREIRA, 2005).

Como alternativa, muitos municípios da bacia hidrográfica do rio Itajaí optaram por unir-se em consórcios com municípios da mesma bacia ou municípios próximos (Quadro 3), enquanto outros municípios terceirizaram a destinação dos resíduos. As empresas privadas são responsáveis pelos 10 maiores aterros sanitários do Estado, dentre eles a RECICLE – Catarinense de Resíduos Ltda., em Brusque, o Aterro Controlado de Itajaí e o Aterro Sanitário de Timbó, este último considerado pela FATMA exemplo para o Estado de Santa Catarina (PEREIRA, 2005).

**Quadro 3: Consórcios intermunicipais.**

| <b>Consórcio</b>                    | <b>Municípios integrantes</b>  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Entre Rios</b>                   | Agrolândia<br>Agronômica<br>Braço do Trombudo<br>Laurentino<br>Mirim Doce<br>Pouso Redondo<br>Rio do Oeste<br>Trombudo Central |
| <b>Nascentes</b>                    | Alfredo Wagner<br>Outros   |
| <b>Intermunicipal do Médio Vale</b> | Apiuna<br>Ascurra<br>Benedito Novo<br>Doutor Pedrinho<br>Indaial<br>Pomerode<br>Rio dos Cedros<br>Rodeio<br>Timbó              |
| <b>São Miguel</b>                   | Ibirama<br>José Boiteux<br>Lontras<br>Presidente Nereu   |

Fonte: MPSC (2004).

Apesar de os dados expostos indicarem uma grande evolução na área de resíduos, o que pode levar a crença que os mesmos possuem uma destinação correta, os Planos Municipais de Saneamento, dos anos de 2010 e 2011, informam diversos problemas (Quadro 4). Conforme se observa, vários municípios ainda queimam seus resíduos ou dão uma

destinação inadequada, em que até mesmo os rios são locais de despejo do lixo gerado.

**Quadro 4: Problemas identificados quanto ao destino dos RS.**

| <b>Município</b>    | <b>Destino</b>  |
|---------------------|---|
| Agronômica          | 647 domicílios queimam seus resíduos, 81 enterram e 26 jogam em terreno baldio ou logradouro, jogam em rios, lagos ou mar.      |
| Agrolândia          | 366 domicílios queimam seus resíduos, 25 enterram e 13 jogam em terreno baldio ou logradouro, 2 jogam em rios e lagos           |
| Atalanta            | 521 domicílios queimam seus resíduos, 15 enterram e 02 jogam em terreno baldio ou logradouro                                    |
| Alfredo Wagner      | 1.168 domicílios queimam seus resíduos, 76 enterram e 326 jogam em terreno baldio ou logradouro, 74 jogam em rios, lagos ou mar |
| Atalanta            | 521 domicílios queimam seus resíduos, 15 enterram e 02 jogam em terreno baldio ou logradouro                                    |
| Aurora              | 833 domicílios queimam seus resíduos, 94 enterram e 28 jogam em terreno baldio ou logradouro, 01 Joga em rio, lago ou mar       |
| Braço do Trombudo   | 931 queimam, 82 enterram e 17 possuem terreno baldio ou logradouro, 2 jogam em rios, lagos                                      |
| Chapadão do Lageado | 74% dos resíduos são queimados  |
| Doutor Pedrinho     | Ausência de coleta convencional na área rural   |
| Imbuia              | Mais da metade dos resíduos gerados não tem o tratamento adequado em uma estação de tratamento de resíduos sólidos              |
| Mirim Doce          | Falta de cobertura de coleta convencional na área rural   |
| Petrolândia         | 869 domicílios queimam seus resíduos, 30 enterram, 58 jogam em terreno baldio ou logradouro, 04 jogam em rio, lago ou mar       |
| Presidente Nereu    | 294 domicílios queimam seus resíduos, 40 enterram, 22 jogam em terreno baldio ou logradouro                                     |
| Rio do Oeste        | 861 domicílios queimam seus resíduos, 89 enterram, 22 jogam em terreno baldio ou logradouro, 1 joga em rios ou lagos            |
| Trombudo Central    | 803 domicílios queimam seus resíduos, 132 enterram e 29 tem terreno baldio ou logradouro, 08 jogam em rios, lagos e mar         |
| Vidal Ramos         | 964 domicílios queimam seus resíduos, 64 enterram, 86 jogam em terreno baldio ou logradouro, 8 jogam em rios, lagos             |

Fonte: Planos Municipais de Saneamento.

#### 6.2.4 Discussão Parcial

De um modo geral o quadro apresentado indica a necessidade de se ampliar o desenvolvimento de instrumentos de planejamento para os sistemas integrantes do saneamento, principalmente o esgotamento sanitário, que é o elemento menos contemplado nestes instrumentos.

A cobertura do abastecimento de água é ampla já que sempre obteve maior destaque, quando comparada aos demais componentes do saneamento. Afinal, o homem pode viver, em média, 5 dias sem beber água; mas pode viver muitos mais dias se os seus resíduos não forem coletados ou o seu esgoto não for tratado. De modo geral, não se enxerga as implicações que o não tratamento do esgoto e a destinação adequada dos resíduos têm no abastecimento de água. A poluição dos mananciais, por exemplo, contamina a água que bebemos, o que pode ser prejudicial e fatal em muitas localidades.

A cobertura do esgotamento sanitário é precária na bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu, muitos rios já foram apontados como poluídos. A maioria das residências possuem soluções individuais, embora os efluentes também cheguem aos rios por meio da rede pluvial.

O panorama dos resíduos sólidos é mais confortável, quando comparado ao esgoto. Vê-se que houve a integração de diversos municípios para uma destinação aos resíduos sólidos, existindo, por necessidade e imposição, uma gestão integrada. Contudo, há graves deficiências ainda existentes, como a ausência de coleta na área rural e em algumas localidades urbanas, o que leva muitos domicílios a queimarem ou enterrarem seus resíduos, e a falta de reciclagem.

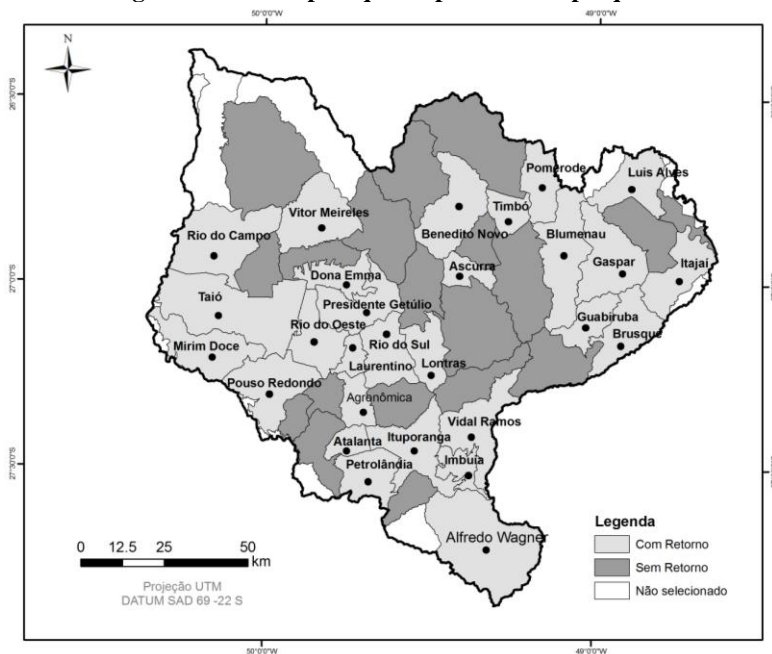
Até o momento fez-se uma avaliação do saneamento, considerando o abastecimento de água, a coleta do esgoto sanitário e de resíduos sólidos. A drenagem, devido ser o foco deste estudo, é analisada na sequência.

A condição ideal consiste na elaboração dos instrumentos de planejamento de esgotamento sanitário e resíduos sólidos em consonância com o de drenagem urbana, devido aos problemas interligados que existem nesses setores.

## 6.2.5 Drenagem Urbana

A Figura 20 ilustra a localização geográfica dos municípios que responderam o questionário. Observa-se que, dos 47 municípios convidados a responder à pesquisa, houve um retorno de quase 60% das cidades; que, juntas, representam 65,6% dos desastres por inundações e 80% da população da bacia. Além disso, a bacia está espacialmente bem representada.

**Figura 20: Municípios que responderam à pesquisa.**



Os resultados obtidos na pesquisa foram ordenados da seguinte maneira:

- Resultados relativos ao Saneamento Ambiental e
- Resultados relativos à Drenagem Urbana.

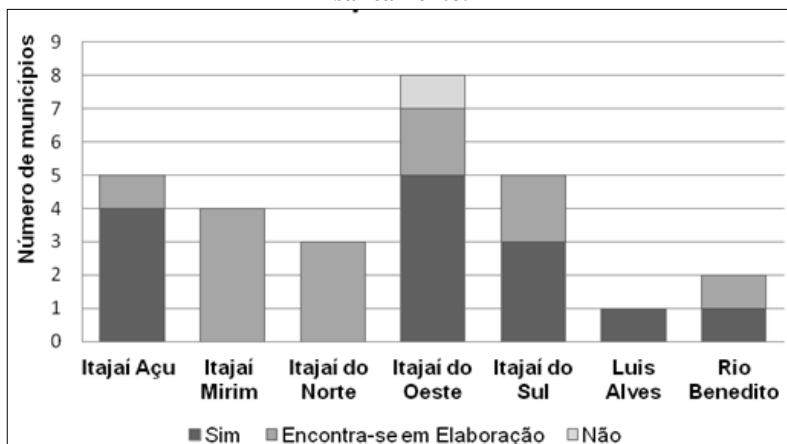
### 6.2.5.1 Resultados relativos ao Saneamento Ambiental

Este item buscou investigar alguns questionamentos acerca da Gestão do Saneamento dentro da bacia do rio Itajaí. Apesar do item 6.2

já possibilitar uma análise bastante ampla da integração entre os constituintes do Saneamento, as respostas fornecidas complementam esta análise, permitindo a observância quanto à gestão destes elementos.

Observa-se, pela Figura 21, que a maioria dos municípios (96,43%) ou possui ou está em processo de elaboração do Plano Municipal de Saneamento, apenas o município de Pouso Redondo declarou não possuí-lo. O município de Ituporanga, apesar ter declarado possuir Plano de Saneamento Básico, abriu processo licitatório para elaboração em maio do presente ano, conforme consta no site do município (G.M.ITUPORANGA, 2012). Ressalta-se que a Resolução Recomendada nº 33/2007 (BRASIL, 2007b), que sugere os prazos para a elaboração dos Planos de Saneamento Básico e instituição de Grupo de Trabalho para formular proposta de planejamento para a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico, recomenda a data final para a elaboração dos Planos Municipais de 31 de dezembro de 2010, já passado.

**Figura 21: Questionamento acerca da existência de Plano Municipal de saneamento.**



No que se refere à participação popular na elaboração destes planos, cinco municípios informaram que os planos não são participativos. Coincidentemente, quatro destes municípios são os mais populosos da bacia: Blumenau (1º lugar), Brusque (3º lugar) Rio do Sul (4º lugar), Ituporanga (10º lugar), além do município de Alfredo

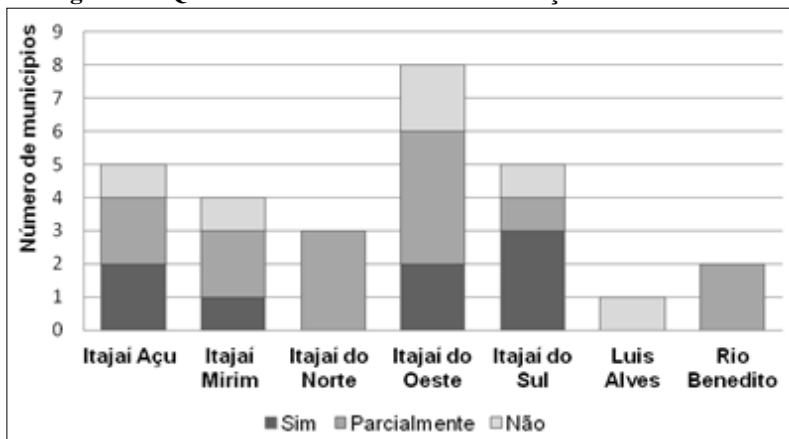


Wagner, que é o 23º mais populoso dentre os municípios selecionados. Um município (Imbuia) deixou esse questionamento em branco. É interessante comentar que o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itajaí, elaborado pelo Comitê do Itajaí (2006), contou com ampla participação popular. Estima-se que 14 mil pessoas foram envolvidas nesse trabalho.

Relembra-se que o Controle Social é um dos princípios fundamentais e estruturantes da Lei Federal 11.445/2007, que garante o processo de participação da sociedade nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico. Tal mecanismo é primordial e constitui-se em um exercício de direito sobre os serviços prestados à sociedade.

No que se refere à fiscalização, com vistas a garantir o cumprimento de normas e regulamentos editados pelo poder público e a utilização, efetiva ou potencial, do serviço público, metade dos municípios declarou acompanhar parcialmente o monitoramento da qualidade ou controle de normas e leis do saneamento (Figura 22). Os municípios que não fiscalizam as leis e os que o fazem parcialmente, somam 72% dos municípios que responderam à pesquisa.

**Figura 22: Questionamento acerca da fiscalização do saneamento.**



Embora a pergunta fosse vaga (“Há algum acompanhamento para monitorar a qualidade ou controle de normas/leis do saneamento?”), não explicitando quais leis ou normas os municípios cumprem, o objetivo era que os responsáveis pela drenagem urbana se indagassem e refletissem sobre as leis que cerceiam o saneamento ambiental, que certamente

necessitam de integração com outras leis para que tenham eficácia, como o Plano Diretor por exemplo.

Oito municípios afirmaram que fazem a fiscalização das leis do saneamento: Agronômica, Alfredo Wagner, Atalanta Blumenau, Brusque, Imbuia, Lontras e Mirim Doce. Algumas destas cidades, contudo, não devem ter considerado o conceito do saneamento, tampouco o conjunto de leis, em sua plenitude. O Quadro 4 já demonstra alguns problemas quanto ao cumprimento da Lei Federal 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e que, conforme já observado, é um dos elementos do Saneamento. Comenta-se, também, que dos municípios que afirmaram ter fiscalização, metade está com o Plano Municipal de Saneamento em processo de elaboração, o que, de certa forma, limita a fiscalização.

Os resultados gerados neste item vão ao encontro do diagnóstico participativo elaborado no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itajaí (Comitê do Itajaí, 2006), em que os principais problemas apontados referem-se à poluição da água por esgoto e/ou dejetos de animais, a contaminação da água por agrotóxicos e o lixo depositado na margem do rio. Situação esta que ainda perpetua em 2012.

### **6.2.5.2 Resultados relativos à Drenagem**

Para analisar a drenagem da bacia do Rio Itajaí, dividiu-se este item em alguns tópicos com vistas a discutir o gerenciamento de cada um para, ao final, analisar a gestão entre esses elementos. Faz-se, primeiramente, as seguintes observações:

- Conforme foi informado aos participantes, a identidade deles não será revelada, por isso não se faz menção ao cargo ou profissão que ocupam junto aos municípios;
- A entrevista com o município de Alfredo Wagner foi realizada por telefone, em virtude das dificuldades explicadas no decorrer da pesquisa;
- Como este item trata de uma pesquisa direta, só se efetuou a análise e discussão dos 28 municípios que responderam aos questionamentos;
- A pesquisa foi respondida de acordo com o entendimento dos funcionários, já que as perguntas são gerais para facilitar o retorno dos questionários, não são detalhadas.

### 6.2.5.2.1 Cobertura

O percentual dos municípios com sistema de drenagem urbana atinge 93% dentre os municípios que responderam à pesquisa, apenas Mirim Doce e Rio do Oeste declararam não contar com este dispositivo.

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Mirim Doce (SDS, 2011) informa que a drenagem urbana no município é subterrânea do tipo separadora numa extensão aproximada de 5,1 km, captados através de bocas de lobo e caixas com grelhas na sarjeta, que encaminham as águas para cursos d'água naturais permanentes (Rio Taió e Mirim Doce). Este sistema de drenagem abrange todas as ruas pavimentadas do município, ou seja, 30% das vias.

O mesmo ocorre em Rio do Oeste, o Plano Municipal de Saneamento Básico (SDS, 2011) cita que as águas pluviais escoam superficialmente pelo canto das ruas e são direcionadas para bocas de lobo do tipo grelha, e encaminhadas pela rede de drenagem até o Rio do Tigre e Ribeirão Águas Verdes. No mesmo documento, a Prefeitura informou que a rede de drenagem pluvial implantada tem aproximadamente 20 km, atendendo praticamente toda a área urbana. Contudo, é coerente a afirmação que o município não dispõe de sistemas de drenagem, já que Rio do Oeste figura em 4º lugar dentre as cidades mais atingidas por desastres de inundações da bacia do Itajaí (considerando todos os municípios, não apenas os selecionados), número superior ao município de Ilhota, cidade conhecida pelas enchentes de 2008.

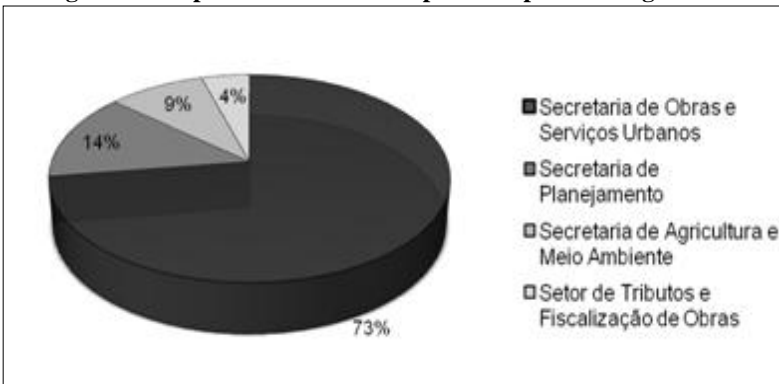
Ambos os municípios são predominantemente rurais, com uma taxa de urbanização de aproximadamente 48% e densidade demográfica de 7,47 e 28,86 respectivamente; índices bem menores que a média desta sub-bacia. Acredita-se que devido ao baixo atendimento, os responsáveis pela pesquisa tenham assinalado “Não”. Há municípios menos urbanizados que Mirim Doce e Rio do Oeste, como Agronômica e Rio do Campo, que afirmaram que existem sistemas de drenagem pluvial.

### 6.2.5.2.2 Setores Responsáveis

A pesquisa concluiu que em 71,5% dos municípios, existe algum setor responsável pela drenagem urbana, ou seja, em 28,5% dos municípios não há nenhum setor a qual a drenagem esteja vinculada. Embora a maioria afirme que existem setores responsáveis, a localização dos responsáveis foi extremamente difícil, o que contribuiu para que alguns municípios não respondessem à pesquisa. Em uma das cidades procuradas, a CASAN foi indicada para responder o questionário por justamente ser o órgão responsável pela “Drenagem do Esgoto”, percepção talvez motivada por possíveis ligações de esgoto na rede pluvial. O município de Pomerode incluiu a SAMAE, juntamente com o setor de Obras, como departamento responsável pela drenagem.

A pesquisa identificou que, na grande maioria dos municípios, a drenagem está vinculada ao setor de obras da prefeitura, o que caracteriza a drenagem como uma ação meramente executiva, em detrimento de uma atividade de planejamento (Figura 23).

**Figura 23: Departamento/Setor responsável pela Drenagem Pluvial.**



Comenta-se o caso de Brusque, que possui 2 setores responsáveis pela drenagem: A microdrenagem é gerenciada pela Secretaria de Obras, ao passo que a macrodrenagem é gerenciada pelo Grupo Gestor do Programa de Aceleração do Crescimento (GPAC). Brusque foi contemplada com mais de R\$ 72,6 milhões do Governo Federal, que serão aplicados em projetos de drenagem das águas pluviais, com a construção de 14 bacias, que devem evitar alagamentos e cheias (PMBRUSQUE, 2009).

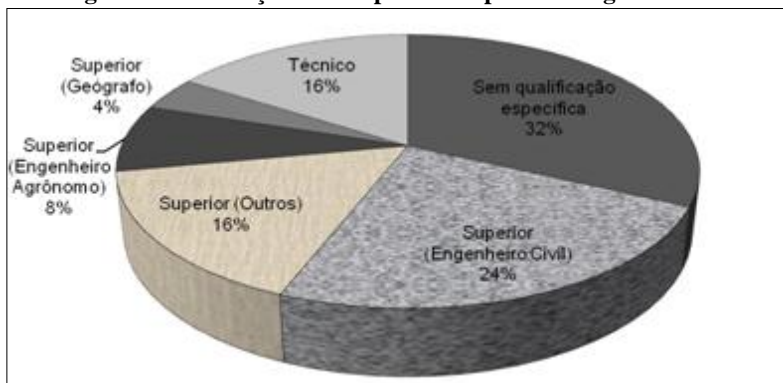
O gestor municipal informa que duas bacias estão em vias de finalização, quatro em execução e oito em processo licitatório. Desta forma, a cidade começa a trabalhar com a prevenção das enchentes, com vistas a reduzir os seus danos. É oportuno citar o comentário do prefeito municipal sobre esse projeto, o que corrobora com a visualização da drenagem como ações executivas, o que relega as medidas não estruturais a um plano secundário:

“Vamos transformar nossa cidade num canteiro de obras. Esse trabalho vai reduzir e até mesmo eliminar casos de alagamentos daquelas pessoas que sofrem com 20 minutos de chuva forte” (PMBRUSQUE, 2009).

No que se refere à formação dos responsáveis pela drenagem, a maioria não possui qualificação específica (Figura 24). Haja vista que a indicação para estes cargos é política, não necessariamente tem-se, no comando destas atividades, uma pessoa com conhecimento técnico em drenagem. Geralmente, o dimensionamento dos sistemas de drenagem baseia-se na “experiência” do executor da obra.

Cabe ressaltar que três municípios que afirmaram ter um setor responsável pela drenagem não responderam acerca da qualificação do responsável. O outro profissional mais requisito para esta função é o engenheiro civil, o que contribuiu para a idealização da drenagem por meio de medidas estruturais.

**Figura 24: Formação dos responsáveis pela Drenagem Pluvial.**

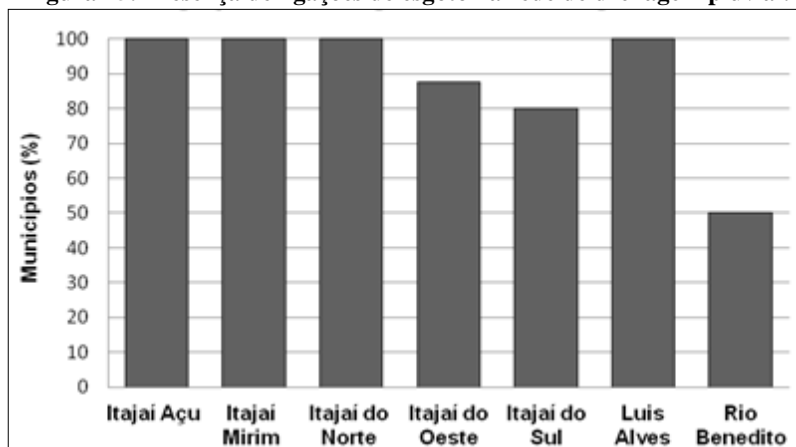


Estes cenários demonstram a ausência de um órgão gestor da drenagem urbana e a fragilidade gerencial e técnica desses sistemas.

### 6.2.5.2.3 Interferência de Esgoto na Rede de Drenagem

Dos municípios que responderam à pesquisa, 89,3% afirmaram que existem ligações de esgoto na rede de drenagem (Figura 25). Desta forma, o sistema que deveria coletar e afastar as águas pluviais, coleta também esgotos, o que contribui e intensifica a poluição dos mananciais destinados ao abastecimento público e recreação.

**Figura 25: Presença de ligações de esgoto na rede de drenagem pluvial.**



Três municípios afirmaram que em seus sistemas de drenagem não há ligações de esgoto: Benedito Novo, Ituporanga e Rio do Sul.

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Benedito Novo (SDS, 2011) não faz menção a ligações clandestinas, contudo afirma que a ausência do sistema de coleta e tratamento do esgoto constitui-se, no maior problema de saneamento no município, e é um dos principais responsáveis pela poluição do Rio Benedito Novo. O mesmo plano aconselha que as soluções individuais sejam fiscalizadas com maior rigor, a fim de que a carga poluidora lançados nos mananciais seja reduzida.

O Diagnóstico de Esgotamento Sanitário de Rio do Sul traz a mesma afirmação, que como os serviços públicos de esgotamento sanitário inexistem, há o lançamento de efluentes domésticos em águas superficiais e no lençol freático (P.M. Rio do Sul, 2010).

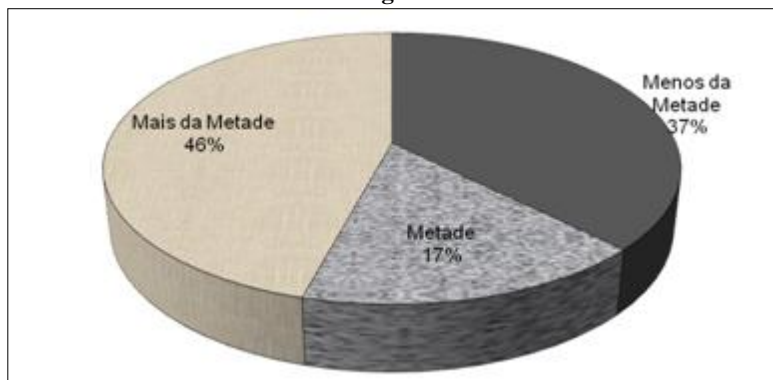
O Diagnóstico participativo da bacia (COMITÊ ITAJAÍ, 2006), cita a poluição das águas superficiais por esgotos um dos principais

problemas nestes três municípios, problemas estes relatados pela população. Ademais, estes municípios relataram possuir sistemas de drenagem, mas a fiscalização destes sistemas é feita de forma parcial ou inexistente, no caso de Itaporanga.

Como a fiscalização é falha e os rios foram diagnosticados como poluídos, há grande possibilidade de existirem ligações clandestinas na rede de drenagem. Isto é ainda mais admissível quando se observa os resultados de Schult (2006), que, na análise da qualidade da água das sub-bacias do rio Itajaí Açu, encontrou os piores indicadores na foz dos rios Itajaí do Oeste e do Rio Itajaí do Sul, justamente as sub-bacias que se situam dois dos municípios que afirmaram não possuir ligações clandestinas na rede pluvial.

Com relação a abrangência das ligações de esgoto nas redes de drenagem pluviais, a maioria dos municípios informou que ocorrem numa área maior que a metade do município (Figura 26), o que reforça que a ausência de esgotamento sanitário é o principal problema na bacia.

**Figura 26: % Área municipal que possui ligações de esgoto na rede de Drenagem Pluvial.**



Estudos como de Gomes (2005) relacionaram positivamente a interligação de esgoto na rede pluvial com a existência de assoreamento nos cursos d'água. As ligações de esgoto proporcionam o depósito dos sólidos em suspensão sedimentáveis, especialmente no período de estiagem.

Este fato reflete que a drenagem sofre principalmente da carência de informação e conscientização da população, além da falta de investimentos no saneamento como um todo.

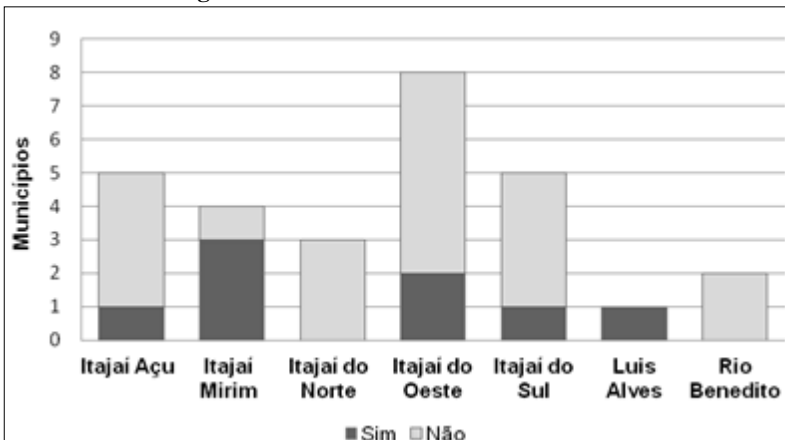
#### 6.2.5.2.4 Intervenções Realizadas nos Cursos d'água

A existência de cursos d'água canalizados nos municípios é mostrada na Figura 27. Em geral, 72% dos municípios disseram não possuir rios canalizados. Contudo, o Programa de Recuperação da Mata Ciliar (Projeto Piava) identificou que muitos rios a serem recuperados possuem grandes trechos retificados. Conclui-se que esta incoerência está relacionada ao conceito de canalização, que não é conhecido plenamente pelos gestores que responderam a pesquisa.

Apesar de Gaspar afirmar que não existem rios canalizados, Santos e Pinheiro (2002) descreveram a canalização de parte do Rio Itajaí-Açu na divisa entre o município com Blumenau. Ali, o alargamento não foi executado em toda a extensão do canal, ocorrendo a retirada de sedimentos somente a montante e a jusante da margem convexa (margem esquerda), com valores compreendidos entre 28 m e 132 m, o que aumentou a velocidade do rio em 40% para o centro de Blumenau. Esta informação vai ao encontro da afirmação anterior, que comenta o não conhecimento do conceito de canalização.

Verificou-se que os municípios mais atingidos por desastres dentro da bacia, como Blumenau, Rio do Sul, Rio do Oeste e Itajaí, possuem rios canalizados, e isto pode ser um indicativo de causa e efeito; já que a canalização/retificação pode aumentar o dano potencial das enxurradas.

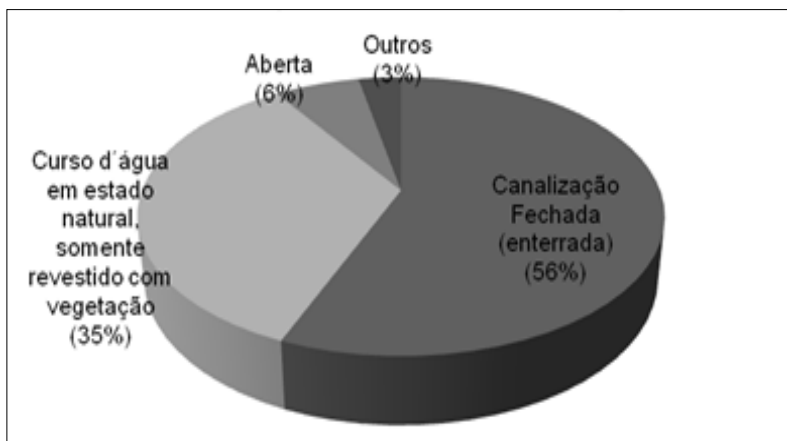
**Figura 27: Existência de rios canalizados.**





Questionou-se, também, qual o tratamento utilizado quando há necessidade de intervenção em um curso d'água. Contabilizaram-se todas as respostas dos municípios que selecionam mais de uma opção. Assim, as intervenções comumente realizadas são constituídas por canalizações fechadas (Figura 28), o que descaracteriza e esconde os rios do município, ao invés de serem utilizados como elementos enriquecedores na construção das paisagens urbanas.

**Figura 28: Intervenções geralmente utilizadas nos municípios da bacia.**



A segunda modalidade de intervenção com maior indicação é o curso d'água natural, revestido por vegetação. O Projeto Piava descreveu que a maioria dos rios canalizados, citados anteriormente, não possuem revestimentos de fundo e das margens. Embora tenham aparência mais natural que as canalizações fechadas, ainda sim são rios canalizados, o que corrobora para a incoerência da Figura 27.

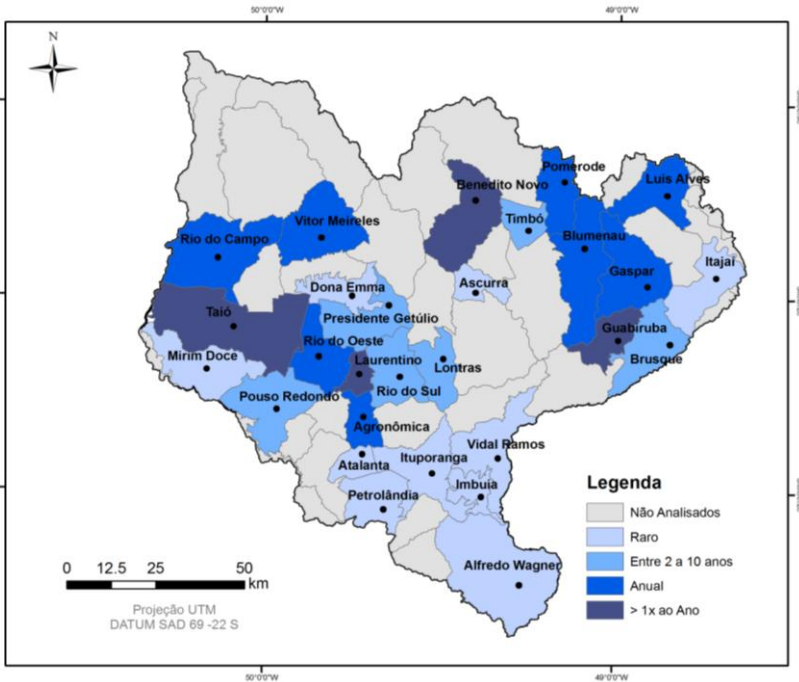
Esses resultados vão ao encontro do que observam Mattedi *et al.* (2009b), que comentam que as intervenções do poder público nos rios e ribeirões em vários municípios da bacia têm sido criticadas pela comunidade. Ainda, devido à falta de critérios técnicos e ecológicos na execução dessas obras, o que remete ao resultado que a maioria dos responsáveis pela drenagem não possui qualificação específica, elas entram no rol das obras que preparam o próximo desastre.

#### **6.2.5.2.5 Problemas na Macrodrenagem**

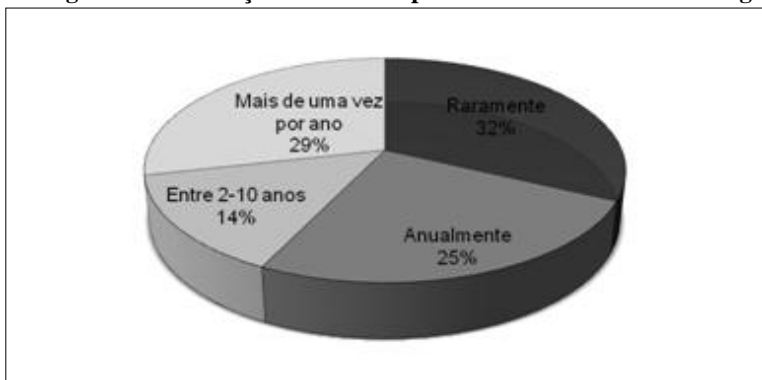
- **Transbordamento de Rios e Córregos**

43% dos municípios informaram que ocorrem inundações por transbordamento dos rios uma ou mais vezes por ano (Figura 29). Boa parte destes municípios são aqueles em que se registra a maior ocorrência de desastres. Exceção feita a Dona Emma, Alfredo Wagner, Itajaí e Ituporanga, que possuem desastres acima da média da bacia, mas declararam ser rara a ocorrência de inundações dos rios e córregos. Interessante comentar que os rios Itajaí Mirim e Itajaí Açu, causam inundações anuais em alguns municípios, mas em Itajaí, na foz da bacia, a ocorrência de inundações anuais é rara.

**Figura 29: Frequência de inundações de rios na bacia do Itajaí.**



A frequência aumenta quando se analisa a ocorrência de inundações causadas por transbordamento de córregos, em que mais da metade dos municípios (54%) declararam sua ocorrência uma ou mais vezes ao ano (Figura 30).

**Figura 30: Inundações motivadas por transbordamento de córregos.**

Os municípios indicaram, também, os rios e córregos que causam inundações nas cidades (Quadro 5). Este panorama explicita o porquê que o planejamento deve ser realizado pela ótica das bacias hidrográficas. As inundações, como fenômenos, transcendem territórios estabelecidos pelo homem, ou seja, um mesmo rio pode causar inundações em cidades diferentes, o que faz da bacia hidrográfica a melhor unidade de planejamento e implementação de medidas de prevenção de desastres.

**Quadro 5: Rios e Córregos que causam inundações nos municípios.**

| Sub-Bacia       | Município          | Rio                                 | Córrego   |
|-----------------|--------------------|-------------------------------------|---|
| Itajaí Açu      | Ascurra            | Ribeirão Santa Bárbara              | --  |
|                 | Lontras            | Rio Itajaí Açu                      | Diversos  |
|                 | Blumenau           | Ribeirão Itoupava                   | Ribeirão Fortaleza  |
|                 | Gaspar             | Rio Itajaí-açu                      | Ribeirão Gaspar Mirim, Rib. Gaspar Grande, Rib. Poço Grande |
|                 | Pomerode           | Rio do Testo                        |   |
| Itajaí do Norte | Dona Emma          | Rio Dona Emma                       | Ribeirão Dona Anna  |
|                 | Presidente Getúlio | Rio Krauel e Rio dos Índios         | Ribeirão Revólver   |
|                 | Vitor Meireles     | Rios Palmito, Sabugueiro e Dollmann | --  |
| Itajaí do Oeste | Agronômica         | Rio Trombudo                        | Ribeirão Mosquitinho e Ribeirão Mosquito                    |

| Sub-Bacia            | Município     | Rio                              | Córrego  |
|----------------------|---------------|----------------------------------|--|
|                      | Laurentino    | Rio Itajaí do Oeste              | Todos os afluentes do Rio Itajaí do Oeste                          |
|                      | Mirim Doce    | Rio Taió                         | --   |
|                      | Pouso Redondo | Rio das Pombas                   | --   |
|                      | Rio do Campo  | Rio do Campo                     | Rio Verde  |
|                      | Rio do Oeste  | Itajaí-Oeste e Rio das Pombas    | Um córrego no centro   |
|                      | Rio do Sul    | Rio Itajaí-açu                   | Ribeirões: Albertina, Canoas, Cobras, Itoupava, Matador e Do Tigre |
|                      | Taió          | Itajaí                           | Diversos   |
| <b>Itajaí do Sul</b> | Imbuia        | Arroio Imbuia                    | Córrego do Centro  |
|                      | Ituporanga    | Itajai do Sul                    | Rio Gabiroba   |
|                      | Petrolândia   | Rio Perimbó                      | --   |
| <b>Itajaí-Mirim</b>  | Brusque       | Itajai-Mirim                     | Diversos   |
|                      | Guabiruba     | Rio Guabiruba do Norte e Sul     | --   |
|                      | Itajaí        | Rio Itajai Mirim, Rio Itajai Açú | Ribeirão da Caetana, Ribeirão Lot. Pe. Jacó, Ribeirão da Murta     |
|                      | Vidal Ramos   | Rio Itajai Mirim                 | Sem nome   |
| <b>Luís Alves</b>    | Luís Alves    | Rio Luís Alves                   | Ribeirão Braço Miguel  |
| <b>Rio Benedito</b>  | Benedito Novo | Rio Benedito e afluentes         | Diversos   |
|                      | Timbó         | Benedito e Rio dos Cedros        | Diversos   |

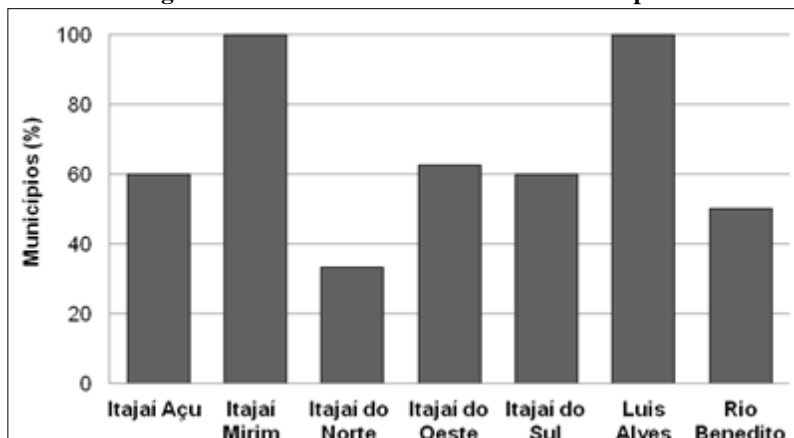
### • Erosão e Assoreamento

O percentual dos municípios com problemas de erosão pode ser visualizado na Figura 31.

Verifica-se que 64,3% dos municípios analisados possuem problemas de erosão na área urbana. Apenas a sub-bacia Itajaí do Norte possui menos da metade dos municípios com essa problemática. A ocupação desordenada, especialmente em áreas de inundação, com retirada da cobertura vegetal, aliada a outros fatores, contribui para a

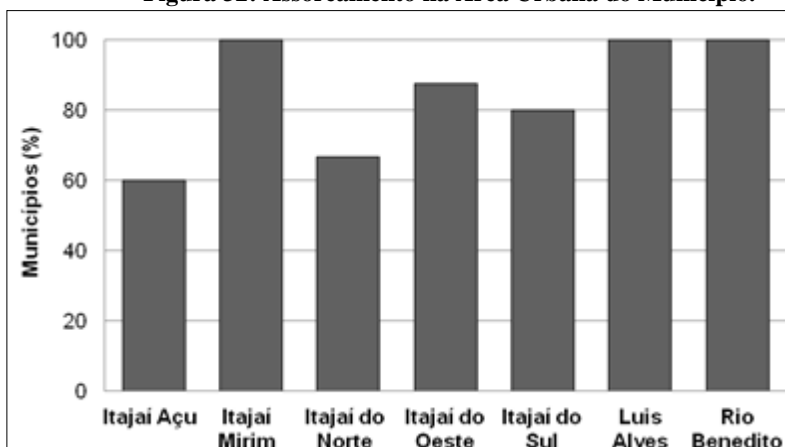
ocorrência destes problemas. Essas erosões têm reflexo nos sistemas de drenagem, por meio do assoreamento das redes e cursos d'água.

**Figura 31: Erosão na Área Urbana do Município.**



Já quando se analisa municípios que possuem assoreamento este índice sobe (Figura 32), chegando a 82,15% na bacia. O índice de erosão menor que o assoreamento pode estar relacionado ao desenvolvimento do Projeto Piava, que consiste em projetos de recuperação da mata ciliar que implantou, entre 2005 e 2007, 1600 projetos em 43 municípios da bacia (GHODDOSI e FRANK, 2009).

**Figura 32: Assoreamento na Área Urbana do Município.**

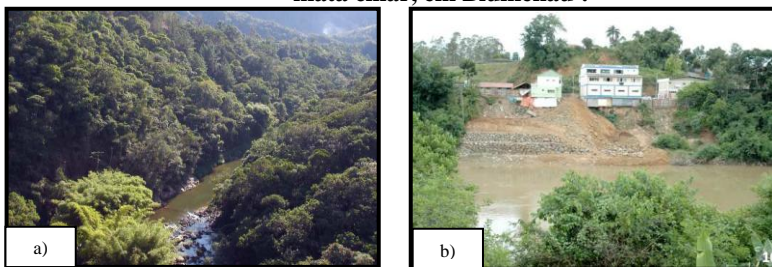


Dentre os municípios que ultrapassaram a meta da área a ser recuperada e que afirmaram não possuir erosão, destacam-se Dona Emma, Presidente Getúlio, Agronômica, Rio do Oeste e Imbuia.

Apesar do presente trabalho não ter elementos suficientes para relacionar o projeto Piava e a resposta dadas pelos municípios, ressalta-se que a relação entre o rio e a mata ciliar é muito intensa e importante para o rio, com prevenção dos processos erosivos e de assoreamento, como é nitidamente perceptível na Figura 33.

O alto índice de assoreamento pode estar associado, também, ao aumento do número de deslizamentos ocorridos nos últimos anos, especialmente em 2008. Apenas cinco municípios afirmaram não ter a ocorrência de assoreamento: Lontras, Pomerode, Donna Emma, Rio do Oeste e Atalanta. Há mais chances das inundações e alagamentos ocorrerem em municípios com assoreamento do que aqueles que não possuem esta problemática (GOMES, 2005).

**Figura 33: Rio Itajaí-açu: a) Com mata ciliar, em Apiúna<sup>6</sup>. b) Sem mata ciliar, em Blumenau<sup>7</sup>.**



- **Rompimento de Tubulações**

Pesquisou-se, ainda, a existência de rompimento das tubulações de drenagem na bacia hidrográfica: 89,29% dos municípios apresentam esse problema. Contudo, a frequência desta deficiência é baixa, ocorrendo “às vezes” em 71,43% das cidades. Apenas cinco municípios afirmaram que possuem rompimento uma ou mais vezes por ano: Ascurra, Rio do Sul, Alfredo Wagner, Brusque e Itajaí.

---

<sup>6</sup> Frank (2009).

<sup>7</sup> Noll e Rudolpho (2010).

O rompimento das tubulações podem estar relacionados ao desgaste do material das canalizações (decorrentes do transporte de sedimentos oriundos das erosões e/ou resíduos sólidos que atingem essas tubulações), ao sub-dimensionamento dos sistemas (que transportam uma vazão acima do limite, o que também é prejudicado pelas ligações de esgoto na rede que elevam as vazões que passam nas tubulações) e obstruções (causadas por sedimentos e resíduos nas redes de drenagem).

Dos cinco municípios supracitados, apenas Rio do Sul e Brusque afirmaram possuir alagamentos ocasionados por redes de drenagem (galerias, sarjetas e bocas e lobo) insuficientes. Ressalta-se que o município de Rio do Sul é o único que ainda destina seus resíduos a lixões, o que pode estar diretamente relacionado ao rompimento de tubulações, associados com as demais deficiências. O município de Brusque afirmou que a rede de microdrenagem é ineficaz, necessitando obras de ampliação e redimensionamento, além de possuir ligações de esgoto na rede de drenagem, problemas estes que podem desencadear o rompimento das tubulações.

#### **6.2.5.2.6 Problemas na Microdrenagem**

Apenas 39% dos municípios afirmaram a ocorrência de alagamentos causados por insuficiência das redes de drenagem (galeria/pontes) uma ou mais vezes por ano (Tabela 7). Essas respostas aproximaram-se das frequências observadas de inundações por transbordamento de rios, o que é coerente se as redes forem subdimensionadas, não escoando a vazão quando das inundações dos rios.

A porcentagem sobe quando se analisa os alagamentos nos sistemas de microdrenagem (54%), indicando que há uma maior problemática de alagamentos em sarjetas e bocas de lobo, o que pode indicar falta de manutenção e limpeza dos sistemas.

Ressalta-se que os alagamentos dificilmente dão origem a desastres, pois são eventos pouco danosos já que, geralmente, as águas são mais calmas. Geram mais transtornos à população, de um modo geral, do que prejuízos aos municípios. Por isso, não se tem um registro extenso deles na forma de AVADANS. Quando a velocidade das águas torna-se mais rápida, tem-se a possibilidade de aumentar os danos e originar um desastre. Contudo, a maioria dos municípios registra este acontecimento como inundação brusca, embora o evento tenha se iniciado por um alagamento. Conforme já foi observado, o registro

correto desses fenômenos possibilita o melhor entendimento de suas causas.

**Tabela 7: Alagamentos observados na Drenagem.**

|                         | Por insuficiência das redes de drenagem (%) | Por insuficiência da microdrenagem (bocas de lobo, sarjetas, etc.) (%) |
|-------------------------|---|--|
| Raramente               | 46,5  | 43,00  |
| Anualmente              | 14,25                                       | 25,00  |
| Entre 2-10 anos         | 14,25                                       | 3,50   |
| Mais de uma vez por ano | 25,00                                       | 28,50  |

O Quadro 6 apresenta as localidades citadas pelos municípios em que ocorrem alagamentos uma ou mais vezes por ano.

**Quadro 6: Locais de Alagamento nos municípios.**

| Sub-Bacia              | Município      | Pontos de Alagamento  |
|------------------------|----------------|---|
| <b>Itajaí Açú</b>      | Lontras        | Vários  |
|                        | Gaspar         | Bairro Coloninha, Sertão Verde, Bela Vista, Margem Esquerda |
|                        | Pomerode       | Diversos  |
| <b>Itajaí do Norte</b> | Dona Emma      | Rua Dona Anna e Rua João Hamm                               |
|                        | Vitor Meireles | Centro e Salto Dollmann                                     |
| <b>Itajaí do Oeste</b> | Agronômica     | Rua 7 de Setembro   |
|                        | Rio do Campo   | Centro  |
|                        | Rio do Sul     | Generalizados   |
|                        | Taió           | Várias Ruas   |
| <b>Itajaí do Sul</b>   | Imbuia         | Centro  |
| <b>Itajaí-Mirim</b>    | Brusque        | Diversos  |
|                        | Vidal Ramos    | Centro – Rua Leoberto Leal                                  |
| <b>Luís Alves</b>      | Luís Alves     | Vila do Salto   |
| <b>Rio Benedito</b>    | Benedito Novo  | Diversos  |
|                        | Timbó          | Diversos  |

#### 6.2.5.2.7 Manutenção dos Sistemas de Drenagem

- Desassoreamento dos cursos d'água urbanos



A fim de caracterizar a problemática da drenagem, a pesquisa procurou também definir a frequência com que é realizada a manutenção dos sistemas de drenagem no âmbito municipal.

A Figura 34 demonstra que o desassoreamento dos cursos d'água urbanos nunca é realizado na maioria dos municípios. Destaca-se a sub-bacia de Itajaí do Oeste, em que o desassoreamento não é realizado em 75% dos municípios. Quando realizado, o desassoreamento é realizado “às vezes” em 39% das cidades. O município de Guabiruba foi o único que afirmou fazê-lo mais de uma vez ao ano, enquanto Taió, Brusque e Ituporanga afirmaram realizar a limpeza dos detritos de canais, córregos e rios uma vez por ano. Estes últimos municípios tem desastres de inundação igual ou acima da média da bacia e, Brusque e Taió afirmaram ter alagamentos mais de uma vez ao ano, o que pode indicar insuficiência dos sistemas.

**Figura 34: Frequência de Desassoreamento.**



Esses resultados são coerentes com o percentual de municípios que afirmaram possuir assoreamento: 82,15% na bacia. Se a opção “As vezes” for sinônimo de “quase nunca”, os percentuais de municípios que não realizam o desassoreamento e os que possuem problemas de assoreamento são quase idênticos. A existência de resíduos sólidos nas margens dos rios, aliadas ao assoreamento, podem constituir elementos que explicam o transbordamento dos cursos d'água das cidades.

- **Manutenção através de Limpeza de margens**

A frequência com que os municípios investigados realizam a limpeza das margens dos cursos d'água urbanos, atividade que ajuda a minimizar o efeito dos alagamentos, pode ser visualizada na Tabela 8:

**Tabela 8: Frequência de limpeza de margens dos cursos d'água**

| Sub-Bacia (% municípios) | Nunca | Às vezes | Uma vez por ano | Mais de uma vez por ano | Somente quando a vegetação fica muito densa e atrapalha o escoamento |
|--------------------------|-------|----------|-----------------|-------------------------|--|
| <b>Itajaí Açú</b>        | 40,0  | 40,0     | 0,0             | 0,0                     | 20,0   |
| <b>Itajaí Mirim</b>      | 25,0  | 25,0     | 25,0            | 25,0                    | 0,0  |
| <b>Itajaí do Norte</b>   | 0,0   | 33,3     | 0,0             | 0,0                     | 66,7   |
| <b>Itajaí do Oeste</b>   | 37,5  | 50,0     | 0,0             | 12,5                    | 0,0  |
| <b>Itajaí do Sul</b>     | 0,0   | 20,0     | 40,0            | 0,0                     | 40,0   |
| <b>Luis Alves</b>        | 100,0 | 0,0      | 0,0             | 0,0                     | 0,0  |
| <b>Rio Benedito</b>      | 0,0   | 100,0    | 0,0             | 0,0                     | 0,0  |

39,29% dos municípios realiza esta atividade de manutenção somente “às vezes” e 25% dos municípios nunca a realizam. Novamente, a junção destas respostas, se considerar “às vezes” sinônimo de “quase nunca”, chega aos 64%, o que situa a maioria dos municípios nesta classificação.

17,86% das cidades só executam este serviço quando a vegetação atrapalha o escoamento, ou seja, de modo emergencial, e uma minoria dos municípios (Rio do Campo e Itajaí) executa mais de uma vez por ano. O Quadro 4 demonstra que muitos resíduos ainda são jogados em cursos d'água, o que demanda, dentre outros fatores, uma limpeza mais frequente, fato que não ocorre na prática conforme se observou neste item.

- **Manutenção e Limpeza das Redes, Galerias e Bocas de Lobo**

A maioria dos municípios, 42,86%, afirmou que só realiza a manutenção de redes e galerias quando a água da chuva não consegue escoar e ocorrem alagamentos, ou seja, a maioria prioriza atividades emergenciais em detrimento das atividades de planejamento. Uma

minoria de municípios afirmou fazê-lo mais de uma vez por ano: Brusque, Laurentino, Mirim Doce e Imbuia. Apesar da manutenção, Brusque afirmou ter mais de um alagamento por ano causado por insuficiência das redes de drenagem.

Quando se analisa os serviços realizados nas bocas de lobo, observa-se uma maior frequência de manutenção: 39,29% dos municípios realizam estas atividades mais de uma vez por ano, contudo, a maioria dos municípios (53,57%) executa esse serviço às vezes. Dentre estes municípios que declararam executar a manutenção da microdrenagem de forma esporádica, cita-se Gaspar, Lontras, Pomerode, Rio do Sul e Taió, que também afirmaram que possuem mais de um alagamento por ano motivados pela microdrenagem insuficiente. Citam-se, também, os municípios de Brusque e Imbuia, que embora realizem a manutenção mais de uma vez ao ano possuem diversos alagamentos por ano; o que pode representar um possível sub-dimensionamento dos sistemas, o que já foi confirmado por Brusque. O funcionário que representou o município de Rio do Sul comentou que as redes antigas são mal dimensionadas, o que contribui para os alagamentos anuais na cidade.

A manutenção de redes e galerias, bem como de bocas de lobo, são um dos principais fatores intervenientes nesses sistemas. De forma geral, a maioria dos municípios da bacia hidrográfica não possui preocupação com a manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem, as ações desenvolvidas são meramente corretivas e executadas de modo emergencial. Estes fatos se traduzem em ocorrências cada vez mais constantes de enchentes e alagamentos, principalmente.

#### **6.2.5.2.8 Gestão da Drenagem Urbana**

- **Deficiências observadas**

Foi pedido para que os responsáveis indicassem as deficiências observadas no setor da drenagem no seu município (Tabela 9). A este questionamento poderiam ser selecionadas uma ou mais alternativas.

Conforme a Tabela 9 permite observar, a deficiência mais apontada está relacionada com recursos financeiros, o que demonstra que as secretarias responsáveis trabalham sem autonomia financeira. Os recursos específicos e sistemáticos alocados para a drenagem urbana, direcionados a manutenção e investimento dos sistemas, ficaram em segundo plano, já que foram menos citados que os recursos gerais. Estes

podem ser direcionados a outras prioridades dentro do orçamento municipal. A falta de recursos impossibilita a execução de todos os demais itens. Este panorama demonstra a necessidade de se obter meios alternativos para o financiamento e sustento dos sistemas de drenagem urbana.

Neste item, cita-se o município de Alfredo Wagner. A dificuldade em realizar a entrevista com o município deu-se em função da secretaria de obras se situar em uma garagem, sem computadores e sem internet para responder a pesquisa. A falta de verba para a secretaria foi apontada como um grande problema. O município de Vitor Meireles apontou que a liberação paliativa e pontual dos recursos estaduais e federais, sem um planejamento e priorização dos trabalhos de forma integrada agravam os problemas. Observou, também, que “sem que seja pensado a solução dos pequenos problemas (grande complexidade), não será possível resolver de forma concreta os grandes problemas.” Este pensamento entra no contexto da Drenagem Urbana Sustentável.

**Tabela 9: Problemas observados nos municipal.**

| <b>Deficiências Apontadas (%)</b>                              |       |
|--|-------|
| Mais recursos  | 75,00 |
| Recursos específicos   | 67,86 |
| Equipe de manutenção   | 67,86 |
| Equipe técnica treinada  | 57,17 |
| Integração com a gestão dos sistemas de Esgoto Sanitário       | 53,57 |
| Campanhas educativas sobre a preservação do Meio Ambiente      | 50,00 |
| Equipamentos para manutenção                                   | 42,86 |
| Instrumento de planejamento (Plano Diretor de Drenagem Urbana) | 42,86 |
| Integração com a gestão dos sistemas de Resíduos Sólidos       | 35,71 |

A falta de equipes de manutenção e equipe técnica treinada foram outros apontamentos mais citados pela maioria dos municípios, seguidas da ausência de uma integração com a gestão dos sistemas de Esgoto Sanitário e campanhas educativas sobre o meio ambiente. Os problemas de esgotamento sanitário podem ser minimizados com a realização de campanhas educativas, que podem conscientizar a população dos efeitos

danosos que as ligações clandestinas de esgoto têm junto aos cursos d'água. As campanhas, se bem executadas, podem contribuir na solução de muitos problemas relacionados à drenagem urbana.

O apontamento de que faltam equipamentos de manutenção foi assinalado por menos da metade dos municípios, o que traz o entendimento que existem os equipamentos, mas não existem funcionários para operá-los.

O Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) não foi considerado problema para a maioria dos municípios, ou seja, a sua ausência não é considerada uma deficiência. A ausência de planos diretores de drenagem urbana pode ser considerada parcialmente responsável por todos os problemas observados na bacia, já que a eficiência do manejo de águas pluviais está diretamente relacionada à criação de um Plano Diretor de Drenagem Urbana, que incluem medidas preventivas de controle de inundações. Esta observação vai ao encontro dos estudos de Gomes (2005), que mostrou que os municípios que não possuem este instrumento tem mais chance de ter inundações (associado também aos fatores naturais e sociais).

Por último, a integração com a gestão dos resíduos sólidos foi considerada um problema para apenas 35,71% dos municípios, o que dá a entender que a problemática do lixo foi resolvida na maioria deles ou que realmente não associam a implicação do lixo nos rios e na rede de drenagem com as enchentes. Isto é um ponto negativo para o alcance da gestão integrada do saneamento ambiental.

Alguns municípios acrescentaram mais algumas deficiências não listadas:

- Rio do Sul: Sub-dimensionamento de tubulações, especialmente as antigas, confirmando o que foi comentado na pesquisa;
- Luis Alves: Planejamento (Cronograma de Limpeza e manutenção das redes), estudos específicos de cada área/microbacia no sentido de ordenar a ocupação, principalmente das áreas de inundação;
- Brusque: Falta detenção do pico de cheia na montante.

Dentre estes três municípios, apenas Rio do Sul assinalou como deficiência o município não possuir um Plano Diretor de Drenagem Urbana, e demonstra que o município reconhece a importância deste instrumento, enquanto a não indicação tanto nos outros dois municípios, como na maioria da bacia hidrográfica, pode indicar o não conhecimento da importância deste plano para a Drenagem

- **Gestão Integrada entre os municípios**

61% dos gestores municipais acreditam que a gestão do sistema de drenagem pluvial integrada é necessária entre os municípios vizinhos, o que reforça a ideia que o planejamento deva ser realizado no âmbito das bacias hidrográficas. Contudo, 25% dos municípios não souberam opinar sobre este questionamento e 11% não veem necessidade. Ou seja, 36% dos municípios investigados, e que representam uma visão parcial da bacia, não tem opinião ou são contra. Neste quesito, o município de Vitor Meireles comentou a gestão integrada é extremamente necessária, mas que não consegue ter capacidade técnica e financeira para promover ações locais, tampouco em conjunto com a bacia.

75% dos municípios já participaram de ações integradas com outras cidades para tratar problemas de enchentes e inundações. O município de Itajaí, cidade que contém desastres por inundações acima da média, afirmou que nunca participou de uma ação conjunta com os vizinhos. Isto demonstra a necessidade de uma gestão integrada da drenagem com todos os entes da bacia.

Por fim, quando indagados se já participaram de ações integradas com outros municípios em outros setores de saneamento, a maioria (54%) afirmou que não. Ressalta-se que os municípios firmaram consórcios intermunicipais com municípios vizinhos ou da mesma bacia, no programa “Lixo nosso de cada dia”, obrigados pela imposição do poder público a mudar a destinação dos seus resíduos. Assim, observa-se que para os resíduos, a solução foi integrada com outros municípios. Contudo, esta solução não contemplou toda a bacia. O gestor do município de Alfredo Wagner, analisa que um dos principais problemas da cidade são os resíduos sólidos. Comentou, também, que seus municípios vizinhos, Chapadão do Lageado e Ituporanga, levam seus resíduos para Lages, onde viram lixo, transferindo seus problemas para outra cidade. O município afirma que as cidades próximas devem se unir, integrar-se mais, e anseia pela criação de um centro de reciclagem em conjunto, no entanto, não tem verba para executar estas atividades sozinho.

Este modelo pode perfeitamente ser utilizado para que os municípios encontrem soluções conjuntas para a problemática do esgotamento sanitário e da drenagem urbana, itens mais deficitários do saneamento da bacia.

## 7 CONCLUSÕES

O presente trabalho procurou conhecer qual bacia hidrográfica é a mais atingida por desastres relacionados a inundações no Estado de Santa Catarina. Ressalta-se que existem bem mais enchentes e inundações como fenômenos do que desastres, pois só há o registro como desastre quando houveram danos aos municípios atingidos. Desta forma, ao se analisar os registros oficiais, pode-se considerar a bacia hidrográfica do rio Itajaí Açu como a mais afetada no Estado. A bacia é conhecida nacionalmente pelos expressivos desastres, especialmente os de 1983, 1984 e 2008, em que houve uma comoção do país a fim de ajudar a população afetada.

Deu-se início ao estudo do saneamento da bacia, para levantar elementos que pudessem subsidiar a análise da gestão da drenagem. A gestão da drenagem urbana na bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu é realizada, de modo geral, por meio das secretarias de obras. Estas são vinculadas diretamente ao poder municipal e apresentam, geralmente, uma estrutura técnica, administrativa e institucional frágil, sem recursos sistemáticos capazes de financiá-la adequadamente. Esta falta de recursos causa uma supressão nos projetos de drenagem, já que estes não são considerados prioridade direta dentro do saneamento.

O levantamento direto e indireto das informações possibilitou constatar a ausência de equipes de manutenção e técnica, além da falta de integração do saneamento como um todo e dos municípios entre si, já que a maioria nunca participou de ações em conjunto. A integração da gestão da drenagem com a do saneamento, juntamente com a integração entre os municípios vai ao encontro dos objetivos e diretrizes da Lei 9.433/97, e é facilitada pela proximidade entre as cidades, o que favorece ações integradas (como propôs o gestor de Alfredo Wagner) e a busca por recursos nas esferas estadual e federal.

A pesquisa apresentou diversos elementos que podem ter relação de causa e efeito, como as ligações de esgoto e o rompimento de tubulações de drenagem; a ausência de coleta de resíduos e os alagamentos causados por insuficiência da microdrenagem, a frequência de inundações e a ausência de planos de saneamento, dentre outros. Por isso, a integração de todos estes fatores é elemento essencial para a funcionalidade da drenagem.

Assim, a suficiência da drenagem urbana está relacionada a sistemas implantados a partir de projetos calcados em estudos hidrológicos adequados inseridos num planejamento urbano adequado. Essa suficiência inexistente nos municípios investigados, pois como visto,

os rompimentos das tubulações, os alagamentos por insuficiência da rede de drenagem e inundações de cursos d'água urbanos, canalizados ou não, acontece nas mais diversas frequências. O planejamento destes sistemas poderia constar em um Plano Diretor de Drenagem Urbana, o que, surpreendentemente, foi considerado desnecessário por mais da metade dos municípios. Isto demonstra a contradição da maioria das respostas, em que se reclama do planejamento e manutenção dos sistemas.

De fato, recentemente é que os recursos foram repassados para a elaboração dos planos municipais de saneamento básico. Não existem recursos para a elaboração, imediata, de instrumentos de drenagem. Contudo, uma maior fiscalização e rigor no cumprimento das leis, em especial as que regulam o uso do solo, podem amenizar o problema das enchentes, já que conforme explanado no trabalho, o desastre precisa do homem para existir, senão as enchentes não seriam problemas, sendo até benéficas em muitas situações. Nesse sentido, a educação ambiental configura-se num instrumento importante para demonstrar a articulação entre os processos de uso e ocupação do solo e a urbanização com os problemas de enchentes e erosão, em que a população pode se sentir corresponsável pelos problemas advindos da falta de observância dos preceitos normativos.

Entende-se que este trabalho atingiu o seu propósito, pois conseguiu caracterizar a situação da drenagem na bacia hidrográfica mais atingida por desastres. Este diagnóstico permite constituir elementos para embasar políticas públicas no setor e, assim, diminuir os danos causados pelas inundações na bacia.



## 8 RECOMENDAÇÕES

- Atualizar dos dados de atendimento do esgotamento sanitário, já que muitos municípios estão com o sistema em implantação;
- Atualizar o inventário de desastres para 2012, a fim de se manter sempre recente;
- Adaptar o questionário para cidades predominantemente rurais, com a inserção de outros questionamentos e opções de resposta (Sugestão do município de Presidente Getúlio);
- Comparar com este trabalho com a pesquisa de Pompêo (1998) para analisar a evolução da gestão da drenagem;
- A visita aos municípios possibilita uma análise minuciosa da drenagem;
- Atualizar o questionário de drenagem para todos os 53 municípios da bacia;
- Replicar a pesquisa para as demais bacias com inundações acima da média.



## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R.; RODRIGUES, R. **Inundações e Enchentes**. In: Tominaga, R; Santoro, J; Amaral, R.(orgs.) / Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo : Instituto Geológico, 2009. 196p.
- Agência Nacional das Águas –ANA. Brasília: 2009. Disponível em: <[http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/rh\\_parana.htm](http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/rh_parana.htm)>. Acesso em Nov. 2011.
- ANDRADE, T. A., LOBÃO, W. J. A. **Tarifação social no consumo residencial de água**. Texto para discussão n0. 438. IPEA : Rio de Janeiro, outubro de 1996.
- ANTÔNIO, M.A. Enchentes em Bauru - SP: efeito da urbanização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 10., 1993, Gramado-RS. Anais. Porto Alegre: ABRH, v. 2,p. 99-108.
- ARAUJO, L. M. N. ; FERREIRA, R. S. ; MOREIRA, D. M. ; TAVARES, J. C. ; PINTO, R. C. ; BENTO, V. G. ; ALMEIDA, I. S. ; PIRES, G. J.. **CADASTRO DE OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÕES**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa - PB. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais. Porto Alegre : ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005.
- AUMOND, J.; SEVEGNANI, L.; TACHINI, M.; BACCA, L. Condições naturais que tornam o vale do Itajaí sujeito aos desastres. *In*: FRAK, B. & SEVEGNANI, L (Org.). Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: Água, Gente e Política. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009b. 192p .
- BAPTISTA, M.B e NASCIMENTO, N.O. **Aspectos Institucionais e de Financiamento dos Sistemas de Drenagem Urbana**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 7.,nº1. Jan/Mar 2002, 29-49.
- BAPTISTA, M.B.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH. 266 p. 2005.

- BOHN, N. e FRANK, B. **A bacia hidrográfica do Rio Itajaí e o processo de criação do Comitê do Itajaí.** In: THEIS, TOMIO e MATTEDI (orgs.). Novos olhares sobre Blumenau. Blumenau: Editora da FURB, 2000.
- BORGES, V. T.; ALMEIDA, F. G. (2006). **Métodos e técnicas aplicados a gestão integrada dos Recursos Hídricos.** Revista Geo-Paisagem. (online), ano 5, nº 9, jan-jun. Disponível em: <<http://www.feth.ggf.br/Revista9.htm>>. Acesso em Dez.2011.
- BRAGA, B.D.F. **Gerenciamento Urbano Integrado em ambiente tropical. URBANO.** In: Seminário de Hidráulica computacional aplicada a problemas de drenagem urbana. São Paulo, ABRH, 1994.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente. 2002. p. 23-33. **Diário Oficial da União.** Brasília, 9 de janeiro de 1997. p.470.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS. Resolução 32, de 15 de outubro de 2003. Disponível em <[http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_details&gid=74&Itemid=>](http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=74&Itemid=>)>. Acesso em Out. 2011.
- BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Gestão de águas pluviais urbanas** / Tucci, Carlos. – Brasília: Ministério das Cidades, 2006. 194p.
- BRASIL. Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 06 jan. 2007a.
- BRASIL, Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios.** CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S; OGURA, A. T. (orgs.), Brasília, 2007b.
- BRASIL, Ministério das Cidades. Resolução nº 33 de 01 de março de 2007. Brasília, 2007b. Disponível em:

[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos\\_PDF/resolucaorecomendada33.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/resolucaorecomendada33.pdf)>. Acesso em: Jul. 2012.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Gasto Público em Saneamento Básico / coord. Manoel Renato Machado Filho. – Brasília : Editora, 2009a. 36p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS). Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico / coord. Berenice de Souza Cordeiro. – Brasília : Editora, 2009b. 193p.(Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos. ; v.2).

BRASIL. Decreto n.7.217. de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências Diário Oficial da União, Brasília, 22 junho de 2010a.

BRASIL. Lei n. 12.340, de 01 de dezembro de 2010. Dispõe sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de resposta e recuperação nas áreas atingidas por desastre, e sobre o Fundo Especial para Calamidades Públicas; e dá outras providências.. Diário Oficial da União, Brasília, 1º de dezembro de 2010b.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. PANORAMA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL. Elementos conceituais para o saneamento básico. Brasília : Ministério das Cidades, 2011. 88p.

BRASIL. Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 11 abr. 2012.

- CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- CARVALHO, P. de B. **Curso de Direito Tributário**. 7. ed., São Paulo: Editora Saraiva, 1995. 374 p.
- CASTRO, A. L. C. Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastres. Brasília: MPO, 1998. 283 p.
- CASTRO, A. L. C. **Manual de desastres: desastres mistos**. Volume 3. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 91p, 2002.
- CASTRO, A. L. C. **Manual de Desastres: desastres naturais**. Brasília: Imprensa Nacional, 2003. 174 p.
- CASTRO, J.E. Gestão democrática nos serviços de saneamento: caderno temático nº 9. In: REZENDE, S.C. (Org.). Cadernos temáticos. Brasília: Ministério das Cidades, 2011. (Panorama do Saneamento Básico no Brasil, v. 7). No prelo.
- CERRI, L.E.S.; AMARAL, C.P. de. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A.M. dos S. & BRITO, S.N.A. de (org). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE-CNPq-Fapesp. 1998. 301-310
- COELHO NETTO, A.L. **Hidrologia de encostas na interface com a Geomorfologia**. In: Guerra, A.J.T.; Cunha, S.B. (Org.) Geomorfologia: uma revisão de conceitos e bases. Ed. Bertrand, cap. 3, p. 93-148, 1994.
- COMITE DO ITAJAI. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí**. Fase A – Diagnóstico e Prognóstico. Blumenau, 2006.
- COMITE DO ITAJAI. Esgoto. Disponível em <<http://www.comiteitajai.org.br/index.php/esgoto.html>>. Acesso em: Jun. 2012.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2005. Resolução Conama nº 357. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em Out 2011.

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2011. Resolução Conama nº 430. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em Out 2011.
- CORRALES , M.E. **Governabilid de los servicios de água potable y saneamiento em América Latina.** Rega – Revista de Gestão da América Latina, Porto Alegre: Vol.1, nº.1, p.47-58, Jan/Jun.2004.
- CRUZ;M.A.S; TUCCI; C.E.M. **Avaliação dos cenários de planejamento na Drenagem Urbana.** RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 13 n.3 Jul/Set 2008, 59-71.
- DAY, A. **Blumenau e Região em alerta com as chuvas constantes.** Disponível em: < <http://adalbertoday.blogspot.com/2009/08/blumenau-e-regiao-em-alerta-com-as.html>>. Acesso em Dez.2011.
- DIAS, F.; ANTUNES, P. **Estudo Comparativo de Projeto de Drenagem Convencional e Sustentável para Controle de Escoamento Superficial em Ambientes Urbanos.** Rio de Janeiro, UFRJ/Escola Politécnica, 2010. 100 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – UFRJ).
- FEW, R.; AHERN, M.; MATTHIES, F.; KOVATS, S. **Floods, health and climate change:** a strategic review. Tyndall Centre, 2004. 138p. (Working Paper 63).
- FILHO, P. ; CORDEIRO, J. **Diagnóstico de Drenagem Urbana na região central do Estado de São Paulo.** XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre-RS; BRASIL, 2000.
- FLEMMING, G. How can we learn to live with rivers? The Findings of the Institution of Civil Engineers Presidential Commission on Flood-risk management. Phil. Trans. R. Soc. Lond., v.A, n.360, p.1527-1530,
- FONTES, A.R.M. e BARBASSA, A.P. **Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbanas.** RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 8 n.2 Abr/Jun 2003, 137–147.
- FOZ DO BRASIL.Foz investe na melhoria do saneamento no bairro da V. Disponível em:

<<http://www.fozdo brasil.com.br/fozwp/blumenau/2012/03/07/esgoto-a-mancha-e-a-solucao/>>. Acesso em Jul.2012.

FRANK, B. Uma Abordagem para o Gerenciamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, com Ênfase no Problema das Enchentes. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção na UFSC. Florianópolis: PPGEPS, 1995. Disponível em <[www.eps.ufsc.br/teses/beate/indice/index.html](http://www.eps.ufsc.br/teses/beate/indice/index.html)>

FRANK, B. (org). **Caderno do educador ambiental : Projeto Piava**. 2. ed. Blumenau : Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí: FURB, 2009. 126 p.

FREITAS, E; FILHO, A; LEITE, F. **Influência da urbanização da bacia do rio Jundiá-Mirim nas áreas de deságüe e no risco de deslizamentos**. In XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (2011:Maceió) Maceió: ABRH, Anais, 2011. CD-rom. 12p.

Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. **Avaliação de Impacto na Saúde das ações de saneamento**. Brasília. Ministério da Saúde, 2004.

Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. **Manual de saneamento. Orientações Técnicas**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p.

Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB. **Observatório do Desenvolvimento Regional**. Disponível em: [https://www.furb.br/especiais/download/658371-766805/09\\_04\\_23\\_3.3%20Recursos%20Hidricos.PDF](https://www.furb.br/especiais/download/658371-766805/09_04_23_3.3%20Recursos%20Hidricos.PDF) Bruna.pdf. Acesso em Jun.2012.

GALVÃO, J.; CASTRO, A. **Regulação procedimentos de fiscalização em sistemas de abastecimento de água**. Expressão Gráfica e Editora Ltda. Fortaleza, 2006. 159p.

GEORGAKAKOS, K. P. **On the design of natural, real-time warning systems with capability for site-specific, flash-flood forecast**. Bulletin American Meteorological Society, v 67, n.10, pp. 1233-1239. (1986).

GHODDOSI, J. & FRANK, B. **Caderno de recuperação de matas ciliares: orientação para os grupos de trabalho municipais: Projeto**



- Piava.** Blumenau : Fundação Agência de Água do Vale do tajaí: FURB, 2009. 94 p.
- GIGLIO, J. N. Caracterização das Áreas de Inundação em Rio Negrinho - SC.** Florianópolis: UFSC/CTC/ENS, 2010. 85 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental - UFSC).
- GOERL, R. F. Reflexões sobre o registro de desastres naturais no Brasil** (Pós-fácio). In: SILVEIRA, W. N.; KOBİYAMA, M.; GOERL, R. F.; BRANDENBURG, B. História de Inundações em Joinville 1851 - 2008. Curitiba: Organic Trading, 2009, p. 149 – 153.
- GOERL, R.F.; KOBİYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (16: 2005: João Pessoa) Porto Alegre : ABRH, anais 2005. CD-rom. 10p.
- GOMES, L.A.; CHAUDHRY, F.H. Aspectos qualitativos das águas de escoamento superficial urbano.** Anais do IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, 3, 541-552, Fortaleza, 1981.
- GOMES, C. A. B. de M. Drenagem urbana – Análise e proposição de modelos de gestão e financiamento.** Tese (Doutorado em Saneamento, Meio ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 290 f., 2005.
- GOMES, C.A.B. de M.; NASCIMENTO, M.B.P. Financiamento da Drenagem Urbana: Uma Reflexão.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos *Volume 13 nº 3 Jul/Set 2008, 93-104.*
- GOVERNO DO MUNICÍPIO ITUPORANGA.** Disponível em: <<http://www.ituporanga.sc.gov.br/site/EDITALTP10PLANOMUNICIPALDESANEAMENTOBASICO.pdf>>. Acesso em Jul.2012.
- HELLER, L. e GOMES, U.** Elementos conceituais para o saneamento básico. In: HELLER, L. (coord.). In: Cadernos temáticos. Brasília: Ministério das Cidades, 2011. (Panorama do Saneamento Básico no Brasil, v. 7). No prelo.
- HERRMANN, M. L de P. (org.). Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis: IOESC, 2007, 146 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Censo Demográfico 2000*. Governo Federal. Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000a.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)** – 2000b. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -IBGE. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980 – 2050**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <[http://www.previdenciasocial.gov.br/arquivos/office/4\\_081010-120048-289.pdf](http://www.previdenciasocial.gov.br/arquivos/office/4_081010-120048-289.pdf)>. Acesso em: 05.out.2011.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-IPEA. *Desafios do Desenvolvimento*. 2008a. Disponível em: <[http://desafios.ipea.gov.br/003/00301009.jsp?ttCD\\_CHAVE=5133](http://desafios.ipea.gov.br/003/00301009.jsp?ttCD_CHAVE=5133)>. Acesso em Dez. 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -IBGE. PNSB 2008b.

Disponível em:

<[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1691&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=1)>. Acesso em Jun. 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Sinopse Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011a.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística –IBGE. **Atlas de saneamento**. Rio de Janeiro, 2011b.

ISDR - INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. **Hyogo Framework for Action 2005-2015**. Geneva, Switzerland: UN/ISDR, 2001.

ISDR. *Disaster risk reduction 1994-2004*. [Geneva]: United Nations, International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), [2005]. 3 CD-ROM.

JICA, *The Itajai River Basin Flood Control Project, Part I*, Master Plan Study. Japan International Cooperation Agency. 1988

- JUNIOR, R.O.; COELHO, M.F. **Instrumentos legais pertinentes à gestão do solo e da água urbanos e sua inserção nas políticas públicas**. Rega – Revista de Gestão da América Latina, Porto Alegre: Vol.2 – nº.2 - Jul./Dez. 2005.
- KELSCH, M. “*COMET flash flood cases: summary of characteristics*”. Preprints, 16 th Conference on Hydrology , American Meteorological Society, Boston, MA, pp 42-46. (2002).
- KLUEGER, U. *O dia que descobri que amava o meu pai*. Disponível em: <http://adalbertoday.blogspot.com/2008/05/o-dia-em-que-eu-descobri-que-amava-meu.html> . Acesso em Dez.2011.
- KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.; RUDORFF, F. **Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109 p.
- KOBIYAMA, M.; GOERL, R.F. **Quantitative method to distinguish flood and flash flood as disasters**. SUISUI Hydrological Research Letters, Tokyo, v.1, p.11-14, 2007.
- KOBIYAMA, M. **Aplicando a hidrologia**. Emergência, Ed.19, p.42, 2010.
- KOBIYAMA, M.; GOERL, R.F. **Identificação dos riscos**. Emergência, Novo Hamburgo, Ed.25, p.48-52, 2011.
- KRON, W.. “**Keynote lecture: Flood risk = hazard x exposure x vulnerability**”. Proceedings of Second International Symposium of Flood Defense, Beijing, pp 82-97. (2002).
- LEOPOLD, L.B. 1968. **Hydrology for urban planning: a guide book on the hydrologic effects on urban land use**. Circular. United States Department of the Interior. Geological Survey, Reston, n.554, p.1-18.
- LIMA, W.P. **O Que é manejo de bacias hidrográficas**. In: Manejo de microbacias hidrográficas. São Paulo: USP, Departamento de Ciências Florestais, Laboratório de Hidrologia Florestal, cap. 1, 2003. Disponível em: <<http://lcf.esalq.usp.br/lhf/apostila/cap01.pdf>> . Acesso em Dez.2011.

- MACCAULEY, D.S.; HUFSCHMIDT, M.M. **Gerenciamento de Recursos Hídricos: Planejamento e Implantação**. HASHIMOTO, M. (ed.). Diretrizes para o gerenciamento de lagos. Japão. 1995. v.2, 39 p.
- MAFFRA, C.; MAZZOLA, M. **Vulnerabilidade Ambiental – Desastres Naturais ou Fenômenos Induzidos?**. Org. por SANTOS, R.F., ed. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2007, pp.10 - 12.
- MAKSIMOVIC, C. 2001. **General overview of urban drainage principles na practice**. In: TUCCI, Carlos E. M. Urban drainage specific climates:urban drainage in humid tropics. Paris: UNESCO. IHP-V. Technical Documents in Hydrology. Nº 40. v.I. cap.0, p 1-23.
- MARCELINO, E. V.; GOERL, R. F. **Distribuição espaço-temporal de inundações bruscas em Santa Catarina (período 1980-2003)**. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. (CD-ROM).
- MARCELINO, E; NUNES, L. KOBAYAMA, M. **Mapeamento de risco de desastres naturais do Estado de Santa Catarina**. Caminhos de Geografia. 8 (17) 72 - 84, fev/2006.
- MARICATO, E. As Ideias Fora do Lugar e o Lugar Fora das Ideias. In: ARANTES, O., VAINER C., MARICATO, E. A Cidade do Pensamento Único: Desmanchando Consensos. Petrópolis, RJ: Vozes ,2000.
- MARQUES, C.E.B. **Proposta de método para a formulação de planos diretores de drenagem urbana**. 2006, 168p. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Publicação MRARH.DM-092/06. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília.
- MATTEDI, M.A.; BUTZKE, I.C. **A relação entre o social e o natural nas abordagens de Hazards e de Desastres**. Ambiente & Sociedade. Anos IV – n.9. p 2-2, 2001.
- MATTEDI, M.A. **O significado sociológico dos desastres: a rede de gestão das enchentes em Santa Catarina**. SBS - RIO DE JANEIRO JULHO/2009a.

- MATTEDI, M.A.; FRANK, B.; SEVEGNANI, L.; BOHN NOEMIA. O desastre se tornou rotina... In: FRAK, B. & SEVEGNANI, L. (Org.). Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: Água, Gente e Política. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009b. 192p .
- Ministério de Meio Ambiente. 2000. 155p. MATTOS, S.H.V.L; PEREZ FILHO, A. **Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema.** Revista Brasileira de Geomorfologia, Goiânia, vbrasi. 1, p. 11-18, 2004.
- MEIER, M.A.; FOLETO, E.M. **A gestão das águas no Rio Grande do Sul. In XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (2011:Maceió)** Maceió: ABRH, Anais, 2011. CD-rom. 20 p.
- MENDIONDO, E. M. **Flood risk management in urban areas of humid tropics: early warning, protection and rehabilitation. Workshop on Integrated Urban Water Management in Humid Tropics,** Foz de Iguaçu, 2005, p. 1-14.
- MENDES, H; MENDIONDO, E. **Histórico da Expansão Urbana e Incidência de Inundações: O Caso da Bacia do Gregório, São Carlos – SP.** RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 12 n.1 Jan/Mar 2007, 17-27.
- MINISTÉRIO PÚBLICO ESTADUAL - MPSC. **Programa Lixo Nosso de Cada Dia.** Florianópolis, Dezembro de 2004.
- MONTENEGRO, M.H; TUCCI, C.E.M. Saneamento Ambiental e Águas Pluviais. In: Gestão do território e manejo integrado de águas urbanas. Ministério das Cidades. Capítulo 1, 13 págs. 2005.
- NASCIMENTO, N. O., CANÇADO, V. L., CABRAL, J. R., MACHADO, A. R. **Drenagem Urbana – Características econômicas e definição de uma taxa sobre os serviços.** Belo Horizonte: Financiamento de Estudos e Projetos – FINEP, 2003, 308 p. Relatório.
- NOBRE, C.A.; YOUNG, A.F; ORSINI, J.A; SALDIVA, P.H.N.; NOBRE, A.; OGURA, A.; THOMAZ, O.; VALVERDE, M.; PÁRRAGA G.; SILVA, G.C.M; SILVEIRA, A.; RODRIGUES, G. **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo.** In: Mudança do clima no Brasil : aspectos

econômicos, sociais e regulatórios / editores: Ronaldo Seroa da Motta ... [et al.]. Brasília 440 p: Ipea, 2011.

NOLL, J.F.; Rudolpho, L. **Projeto de Arquitetura Paisagística: Intervenção em APP: Rio Itajaí Açu**. Blumenau, 2010.

OLIVEIRA, E.L.A. **Áreas de Risco Geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS: Zoneamento e Hierarquização**. Porto Alegre: UFRGS, 147f. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

OLIVEIRA, E. F. C. C de, Bernardes, R.S, Carvalho, B. E. F. C e Souza, A. P. **A aplicabilidade dos instrumentos de gestão no saneamento e o arcabouço legal- institucional vigente**. In XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Frande- MS: ABRH, Anais, 2009. CD-rom. 16p.

Organização das Nações Unidas – ONU. **Dia Mundial das Casas-de-Banho 2011: “Falta de investimento no saneamento”**. Disponível em: < [OSTROWSKY, M. S. B. \*\*Sistemática Integrada para Controle de Inundações em Sub-Bacias Hidrográficas Urbanas. Estudo de Caso: A Bacia do Córrego Pirajuçara\*\*. 2000. Tese de Doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.](http://www.unmultimedia.org/radio/portuguese/2011/11/dia-mundial-das-casas-de-banho-2011-%E2%80%9Cfalta-de-investimento-no-saneamento%E2%80%99%E2%80%99/> Acesso em: Dez. 2011.</a></p></div><div data-bbox=)

PEREIRA, J. S. **A Cobrança pelo Uso da Água como Instrumento de Gestão dos Recursos Hídricos: da Experiência Francesa à Prática Brasileira**. 2002. 61f. Tese de Doutorado, IPH/UFRGS, Porto Alegre/RS.

PEREIRA, A.V.R.P. **Indicador para avaliação de desempenho de aterros de resíduos sólidos urbanos**. Florianópolis: UFSC/CTC/ENS, 2005. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

PEREIRA, J. S.; SPEZIALI, R. (2005). **Estágio Atual da implementação da Cobrança pelo uso da água no Brasil**. in Anais do I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul, Santa Maria/RS, Mar. 2005, CD-ROM, 22 p.

Pesquisa Nacional de Saneamento Básico , 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 218 p. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoivedida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoivedida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf)>. Acesso em: Jun. 2011.

POMPÊO, C.A; DA ROSA, F.Z; OLIVETTI, S.M.P. **Urban draingae diagnosis in Santa Catarina state (Brazil)**. In Proceedings of the workshop on nonstructural flood control. São Paulo, Brazil: IRTCUD/UNESCO, 1998.

POMPÊO, C. A. **Drenagem Urbana Sustentável**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, RS, v. 5, n. 1, 2000a.

POMPÊO, C. A. **Development of a State policy for sustainable urban drainage. Urban Water**. Elsevier Science, Londres, 2000b.

PORATH, S.L. **A paisagem de rios urbanos**. A presença do rio Itajaí Açú na cidade de Blumenau. Florianópolis:UFSC/CTC/ARQ, 2004. 150f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BRUSQUE (PMBRUSQUE). Disponível em: <[http://www.brusque.sc.gov.br/web/noticia.php?noticia=647:Prefeitura\\_conclui\\_licitacao\\_para\\_topografias\\_do\\_Pac](http://www.brusque.sc.gov.br/web/noticia.php?noticia=647:Prefeitura_conclui_licitacao_para_topografias_do_Pac)>. Noticiado em 2009. Acesso em Jul. 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE (PMPOA). **PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA. Manual de Drenagem Urbana**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 188f.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE (PMPOA). **PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA. Manual de Drenagem Urbana**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 167f.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO DO SUL (PMRIODOSUL). Diagnóstico do Esgotamento Sanitário de Rio do Sul. Produto 5. Rio do Sul, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (PMSP). **Diretrizes Básicas para projetos de de Drenagem Urbana no município de São Paulo.** Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. São Paulo, 1999. 289 f.

REBELATTO, D. A. N. A influência do processo de ocupação do solo na Bacia do Rio Gregório em São Carlos (SP) sobre a incidência de enchentes nas áreas próximas ao Mercado Municipal. São Carlos: EESC-USP, 1991, 149 p. Dissertação de Mestrado.

RIGHETTO, A.M.; MOREIRA, L.F.F.; SALES, T.E.A. **Manejo de águas pluviais urbanas.** In: Righetto, A.M. (coordenador). Manejo de Aguas Pluviais Urbanas. Rio de Janeiro: ABES, 2009, 396p.

ROBAINA, L.E.S. **Espaço urbano: relação com os acidentes e desastres naturais no Brasil.** *Ciência e Natura*, UFSM, 30 (2): 93 -105, 2008.

ROCHA, J.; KURTZ, S. Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas. 4 ed. Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 2001. 302p.

RORIG, L.R. Usos Múltiplos e Qualidade das águas da bacia do baixo Itajaí Açu – SC: Elementos para um gerenciamento integrado. São Carlos-SP, UFCar, 2005, 295 f. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Governo de Santa Catarina. **Diagnóstico da drenagem urbana em Santa Catarina.** Florianópolis, 1998a. 29 p.

SANTA CATARINA. Lei nº 10.949 de 10 de novembro de 1998. **Dispõe sobre a caracterização do Estado em 10 (dez) Regiões Hidrográficas.** Florianópolis, 09 de novembro de 1998b.

SANTOS, M.C. Águas Revoltas: história das enchentes em Santo André. Santo André: Semasa / PMSA, 2002. 106 p.

SANTOS, G.F. dos; PINHEIRO, A. **Transformações Geomorfológicas e Fluviais Decorrentes da Canalização do Rio Itajaí-Açu na Divisa dos**



**Municípios de Blumenau e Gaspar (SC).** Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 3, Nº 1 (2002) 1-9.

**SCHULT, S. I. M. Desafios da Gestão Integrada dos recursos naturais: e relação entre a gestão do território e a gestão dos recursos hídricos em bacias urbano-rurais. Um estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Itajaí (SC).** São Paulo, 2006. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo.

**SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE – SDM.** Diagnóstico do Levantamento de Dados dos Resíduos Sólidos nos municípios do Estado, com revisão das diretrizes para a formulação da Política Estadual dos Resíduos Sólidos. Florianópolis, 2001.

Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina **SES: SISTEMA DE INFORMAÇÃO DA ATENÇÃO BÁSICA (SIAB).** Relatório: Destino Esgotos por município e Regionais de Saúde, segundo SIAB e CASAN . Estado de Santa Catarina, 2005.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Relatório Parcial: Sistemas de Esgoto em Operação. Estado de Santa Catarina, 2006.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Plano Estadual de Recursos Hídricos -PERH/SC. Relatório Temático I. Santa Catarina, 2007.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Plano Municipal de Saneamento Básico de Mirim Doce. VOLUME I: Consolidação do Plano Municipal de Saneamento Básico. Governo do Estado de Santa Catarina, 2011.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Plano Municipal de Saneamento Básico de Rio do Oeste. VOLUME I: Consolidação do Plano Municipal de Saneamento Básico. Governo do Estado de Santa Catarina, 2011.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Plano Municipal de Saneamento Básico de Benedito Novo. Relatório II – Lote 2: Diagnóstico da situação atual do Saneamento e seus impactos na vida da população. Governo do Estado de Santa Catarina, 2011.

- SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2010. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2012.
- SEIBT, A.C.; DA SILVA, T.M.F; FORMIGA, K.T.M. **Avaliação do Impacto da Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Córrego Serrinha, em Goiânia (GO) empregando o Storm Water Management Model – SWMM.** In XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió: ABRH, Anais, 2011. CD-rom. 18p.
- SHEAFFER, J.R; WRIGHT,K.R. **Urban storm drainage management.** New York, Marcel Dekker, Inc., 1982.
- SILVA, J.F; SANTANA, C.M.A; FRANCISCO, D.J. **Indicações para a utilização de questionário online em pesquisa científica por meio do aplicativo Google Docs.** – VIII Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância (ESUD). Ouro Preto, 3 – 5 de outubro de 2011.
- SILVA, J. B. Chuvas Fortes em Blumenau. Disponível em: <<http://jaimebatistadasilva.blogspot.com.br/2012/07/fotos-chuva-forte-em-blumenau-deixa.html>>. Acesso Em Jul. 2012.
- SILVEIRA, A. L. L. 2001. *Problems of urban drainage in developing countries.* In: International Conference on Innovative Technologies in Urban Storm Drainage, 1, 2001, Lyon. Novatech, p. 143-150.
- SILVEIRA, R.C.E. **Gestão consorciada de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte: Uma contribuição para a sustentabilidade nas relações socioambientais.** Florianópolis: UFSC/CTC/ENS, 2008. 284f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.
- SILVEIRA, G.L.; FORGIARINI, F.R. e GOLDENFUM, J. A. **Taxa não é Cobrança: Uma Proposta para a Efetiva Aplicação do Instrumento de Gestão dos Recursos Hídricos para a Drenagem Urbana.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 14 n.4 Out/Dez 2009a, 71-80.
- SILVEIRA W.N., KOBAYAMA M., GOERL R.F. e BRANDENBURG B. **História de Inundações em Joinville 1851 - 2008.** Ed. Organic Trading, Curitiba, 2009b.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2005. Disponível em:

<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=62>>. Acesso em: Mar. 2012.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Dimensionamento das Necessidades de Investimento para Universalização dos Serviços de Água Esgotos no Brasil**. Disponível em:

<[http://www.snis.gov.br/Arquivos\\_PMSS/7\\_PUBLICACOES/7.6\\_Palestras/2institucional/necessidade\\_investimentos\\_062006.pdf](http://www.snis.gov.br/Arquivos_PMSS/7_PUBLICACOES/7.6_Palestras/2institucional/necessidade_investimentos_062006.pdf)>. Acesso em: Out.2011.

TACHINI, M.; KOBIYAMA, M.; FRANK, B. **Descrição do desastre: as enxurradas**. In: FRANK, B.; SEVEGNANI, L. (orgs.) Desastre de 2008 no Vale do Itajaí. Água, gente e política. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009. p.92-101.

TAVARES, A.C; SILVA, A.C.F. Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 3, n.1, p. 4-15, jan./jun. 2008.

TUCCI, C.E.M. **Coefficiente de Escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas**. Rio *RBRH* – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 5. n.1, p.61-68. Jan/Mar. 2000.

TUCCI, C.E.M; Hespanhol, I; Netto, C.M.C. **Gestão da água no Brasil**– Brasília : UNESCO, 2001. 156p.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. *RBRH* – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.7, n.1, p. 5-27, 2002.

TUCCI, C. E. M. (2003). Águas urbanas. In: J. Carlos E. M. Tucci, **Inundações Urbanas na América do Sul**. ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, p.156, 2003.

TUCCI, C.E.M. *Programa de Drenagem Sustentável Apoio ao Desenvolvimento do Manejo das Águas Pluviais Urbanas*. Ministério das Cidades, 2005a.

- TUCCI, C.E.M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Carlos E. M.Tucci – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - Wolrd Bank – Unesco 2005b.
- TUCCI, C. E. M *et al.* Hidrologia – ciência e aplicação - 4ª ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007a.
- TUCCI, C. E. M. E MELLER, A. **Regulação das águas pluviais urbanas**. Rega – Revista de Gestão da América Latina, Porto Alegre: Vol.4 – Nº1 - Jan./Jun. 2007b.
- TUCCI, C.E.M. **Águas Urbanas**. Estudos Avançados (USP.Impresso), v. 22, p. 97-112, 2008.
- UNDP - United Nations Development Program. **Reducing disaster risk: a challenge for development**. New York: UNDP, 2004. 130p.
- Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010**: volume Santa Catarina/ Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012.
- WETCHSELGARTNER, J. Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited. **Disaster Prevention and Management**, v. 10, n. 2, 2001. p. 85-94.
- World Meteorological Organization -WMO. **Guide to hidrological practices**. Publication No. 168, WMO, Geneva, pp. 735, 1994.

## Apêndices



## Apêndice A – Questionário: Gestão da Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí

| <b>Gestão da Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí</b>  |  |
|---|--|
| <p>Esta pesquisa faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na área de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O objetivo da pesquisa é estabelecer um panorama da gestão da drenagem urbana em sua região, a fim de auxiliar a elaboração de Políticas Públicas no setor de Drenagem. Sua participação é voluntária e suas respostas auxiliarão na caracterização dos problemas em seu município, o que permite a compreensão da gestão da drenagem no Vale do Itajaí. Caso você não aceite fazer parte do estudo, comunique-nos em tempo hábil, e, se possível, forneça o contato de outra pessoa que possa ser consultada. Em caso de dúvidas, entre em contato com Fabiane Tasca através do endereço eletrônico (<a href="mailto:fabitasca@gmail.com">fabitasca@gmail.com</a>)</p> |  |
| <b>Sobre você</b> <i>(sua identidade não será publicada na pesquisa)</i>  |  |
| Nome do Entrevistado:   |  |
| Profissão:  |  |
| Cargo ocupado e Local de Trabalho:  |  |
| Município que representa:   |  |
| <b>Saneamento e Drenagem</b>  |  |
| 1- Seu município dispõe de um Plano Municipal de Saneamento?  | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não<br><input type="checkbox"/> Encontra-se em elaboração.  |
| 2- Com relação à pergunta anterior: É um plano participativo?   | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não   |
| 3- Há algum acompanhamento para monitorar a qualidade ou controle de normas/leis do saneamento?   | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não<br><input type="checkbox"/> Parcialmente  |
| 4- Existe sistema de Drenagem em seu município?   | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não   |
| 5- Quando há necessidade de intervenção em um curso d'água no seu município, qual o tratamento utilizado?   | <input type="checkbox"/> Canalização Fechada (enterrada).<br><input type="checkbox"/> Canalização Aberta: Parte inferior revestida e superior coberta por vegetação.<br><input type="checkbox"/> Canalização Aberta Totalmente revestida por concreto.<br><input type="checkbox"/> Canalização Aberta totalmente revestida por gabião.<br><input type="checkbox"/> Curso d'água em estado natural, somente revestido com vegetação.<br><input type="checkbox"/> Outro: _____ |
| 6- Há rios canalizados?   | <input type="checkbox"/> Sim   |

| Gestão da Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí  |   |
|--|---|
|  | <input type="checkbox"/> Não<br><input type="checkbox"/> Outro: _____   |
| 7- No seu município, há ligações de esgotamento sanitário no sistema de águas pluviais?                      | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não<br><input type="checkbox"/> Não sei.   |
| 8- Com relação à pergunta anterior: Qual a área abrangida do município?                                      | <input type="checkbox"/> Menos da Metade<br><input type="checkbox"/> Metade<br><input type="checkbox"/> Mais da Metade  |
| 9- Na administração municipal existe algum departamento/ setor responsável pelo sistema de Drenagem Pluvial? | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não  |
| 10- A respeito da questão anterior:  | - Qual departamento e setor responsável?<br>- Qual a formação profissional responsável?<br>- Por gentileza, forneça as informações do responsável para um eventual contato: _____                                   |
| Problemas observados quanto  |   |
| 11- Inundações originadas por transbordamento de rios:   | <input type="checkbox"/> Raramente<br><input type="checkbox"/> Anualmente<br><input type="checkbox"/> Entre 2-10 anos<br><input type="checkbox"/> Mais de uma vez por ano.<br>Nome do rio: _____                    |
| 12- Alagamentos por insuficiência das redes de drenagem:   | <input type="checkbox"/> Raramente<br><input type="checkbox"/> Anualmente<br><input type="checkbox"/> Entre 2-10 anos<br><input type="checkbox"/> Mais de uma vez por ano   |
| 13- Inundações devido a transbordamento de córregos (cursos d'água):   | <input type="checkbox"/> Raramente<br><input type="checkbox"/> Anualmente<br><input type="checkbox"/> Entre 2-10 anos<br><input type="checkbox"/> Mais de uma vez por ano<br>Nome do córrego ou curso d'água: _____ |
| 14- Alagamentos por insuficiência da microdrenagem (bocas de lobo, sarjetas, etc.):                          | <input type="checkbox"/> Raramente<br><input type="checkbox"/> Anualmente<br><input type="checkbox"/> Entre 2-10 anos<br><input type="checkbox"/> Mais de uma vez por ano<br>Local (is) do alagamento: _____        |
| 15- Na área urbana do município ocorrem problemas de erosão?   | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não  |
| 16- Na área urbana do município ocorrem problemas de assoreamento?   | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não  |
| 17- Com que frequência se  | <input type="checkbox"/> Nunca  |



| <b>Gestão da Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí</b>  |   |
|---|---|
| realiza o desassoreamento (retirada de detritos do fundo) de córregos, rios, canais, etc, em seu município?           | <input type="checkbox"/> As vezes<br><input type="checkbox"/> Uma vez por ano<br><input type="checkbox"/> Mais de uma vez por ano   |
| 18- Quando se realiza a manutenção através de podas, limpeza de margens dos córregos, rios e canais em seu município? | <input type="checkbox"/> Nunca<br><input type="checkbox"/> As vezes<br><input type="checkbox"/> Uma vez por ano<br><input type="checkbox"/> Mais de uma vez por ano<br><input type="checkbox"/> Somente quando a vegetação fica muito densa e atrapalha o escoamento  |
| 19- Quando se realiza a manutenção e a limpeza de galerias e tubulações de drenagem em seu município?                 | <input type="checkbox"/> Nunca<br><input type="checkbox"/> As vezes<br><input type="checkbox"/> Uma vez por ano<br><input type="checkbox"/> Mais de uma vez por ano<br><input type="checkbox"/> Somente quando a água da chuva não consegue escoar e ocorrem alagamentos  |
| 20- Quando se realiza a manutenção e a limpeza de bocas de lobo em seu município?                                     | <input type="checkbox"/> Nunca<br><input type="checkbox"/> As vezes<br><input type="checkbox"/> Uma vez por ano<br><input type="checkbox"/> Mais de uma vez por ano   |
| 21- Há o rompimento de tubulações de águas pluviais?  | <input type="checkbox"/> Nunca<br><input type="checkbox"/> As vezes<br><input type="checkbox"/> Uma vez por ano<br><input type="checkbox"/> Mais de uma vez por ano   |
| 22- Quais as deficiências de seu município para o setor da drenagem? <i>(Selecione uma ou mais alternativas)</i>      | <input type="checkbox"/> Recursos específicos<br><input type="checkbox"/> Mais recursos<br><input type="checkbox"/> Instrumento de planejamento (Plano Diretor de Drenagem Urbana)<br><input type="checkbox"/> Equipe técnica treinada<br><input type="checkbox"/> Equipe de manutenção<br><input type="checkbox"/> Equipamentos para manutenção<br><input type="checkbox"/> Integração com a gestão dos sistemas de resíduos sólidos<br><input type="checkbox"/> Integração com a gestão dos sistemas de esgoto sanitário<br><input type="checkbox"/> Campanhas educativas sobre a preservação do meio ambiente<br><input type="checkbox"/> Outro: _____ |
| 23- Como o município veria uma gestão do sistema de drenagem pluvial integrada entre os municípios vizinhos?          | <input type="checkbox"/> Sem necessidade<br><input type="checkbox"/> Necessária: Somente para apoio técnico<br><input type="checkbox"/> Necessária: Somente para a manutenção<br><input type="checkbox"/> Necessária: na gestão como um todo<br><input type="checkbox"/> Não saberia opinar.  |
| 24- Seu município já participou   | <input type="checkbox"/> Sim  |

| <b>Gestão da Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí</b>   |  |
|--|--|
| de ações integradas com outros municípios para tratar problemas de enchentes e inundações?   | <input type="checkbox"/> Não   |
| 25- Seu município já participou de ações integradas com outros municípios em outros setores de saneamento?                                   | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não   |
| 26- Por gentileza, declare ter sido informado que sua participação é voluntária e que gostaria de contribuir com a pesquisa:                 | <input type="checkbox"/> Sim, concordo em participar.<br><input type="checkbox"/> Não, gostaria de desistir. |
| <b>Comentários (Caso seja do seu interesse, deixe um comentário, sugestão ou qualquer informação que julgue relevante à pesquisa): _____</b> |  |

## Apêndice B – Índices Municipais de Abastecimento de Água e Esgoto.

### Sub-bacia Itajaí do Oeste.

| Município         | Abastecimento Água (%) |       | Esgoto |       | Fossa |       | Céu Aberto |       |
|-------------------|------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|------------|-------|
|                   | Urbana                 | Total | Total  | %     | Total | %     | Total      | %     |
| Agrolândia        | 97,49                  | 59,76 | 733    | 29,57 | 2302  | 48,48 | 545        | 21,98 |
| Agronômica        | 93,45                  | 19,6  | 38     | 3,04  | 1001  | 80,02 | 212        | 16,95 |
| Braço do Trombudo | 84                     | 84    | 9      | 0,89  | 938   | 92,78 | 64         | 6,33  |
| Laurentino        | 81,01                  | 53,23 | 442    | 32,84 | 833   | 61,89 | 71         | 5,27  |
| Mirim Doce        | 92,38                  | 39,03 | 11     | 1,47  | 673   | 89,73 | 66         | 8,8   |
| Pouso Redondo     | 89,07                  | 47,36 | 1428   | 36,18 | 2183  | 55,31 | 336        | 8,51  |
| Rio do Campo      | 97,48                  | 37,81 | 490    | 27,09 | 1126  | 62,24 | 193        | 10,67 |
| Rio do Oeste      | 97,47                  | 41,25 | 540    | 40,09 | 704   | 52,26 | 103        | 7,65  |
| Rio do Sul        | 95,66                  | 93,7  | 3053   | 21,75 | 10369 | 73,87 | 614        | 4,37  |
| Salete            | 97,48                  | 66,83 | 419    | 19,34 | 1621  | 74,8  | 127        | 5,86  |
| Taió              | 96,28                  | 50,3  | 1051   | 21,18 | 3725  | 75,06 | 187        | 3,77  |
| Trombudo Central  | 97,48                  | 56,41 | 1      | 0,1   | 872   | 89,62 | 100        | 10,28 |

### Sub-bacia Itajaí do Norte.

| Município          | Abastecimento Água (%) |       | Esgoto |       | Fossa |       | Céu Aberto |       |
|--------------------|------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|------------|-------|
|                    | Urbana                 | Total | Total  | %     | Total | %     | Total      | %     |
| Dona Emma          | 97,49                  | 46,03 | 2      | 0,2   | 942   | 96,22 | 35         | 3,58  |
| José Boiteux       | 97,49                  | 39,29 | 151    | 12,93 | 873   | 74,74 | 144        | 12,33 |
| Papanduva          | 100                    | 50,32 | 74     | 1,65  | 3884  | 86,77 | 518        | 11,57 |
| Presidente Getúlio | 97,48                  | 63,82 | 106    | 2,97  | 2,918 | 81,76 | 545        | 15,27 |
| Santa Terezinha    | 75,63                  | 11,15 | 6      | 0,25  | 2268  | 96,06 | 87         | 3,68  |
| Vitor Meireles     | 95,03                  | 19,42 | 43     | 3,49  | 442   | 35,85 | 748        | 60,67 |
| Witmarsum          | 97,55                  | 20,78 | 10     | 0,97  | 864   | 83,64 | 159        | 15,39 |

**Sub-bacia Rio Benedito.**

| Município       | Abastecimento Água (%) |       | Esgoto |       | Fossa |       | Céu Aberto |       |
|-----------------|------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|------------|-------|
|                 | Urbana                 | Total | Total  | %     | Total | %     | Total      | %     |
| Benedito Novo   | 63,26                  | 34,87 | 55     | 2,06  | 2476  | 92,7  | 140        | 5,24  |
| Doutor Pedrinho | 97,5                   | 54,17 | 263    | 26,75 | 631   | 64,19 | 89         | 9,05  |
| Rio dos Cedros  | 97,47                  | 41,96 | 896    | 31,87 | 1531  | 54,46 | 384        | 13,66 |
| Timbó           | 93,03                  | 93,03 | 188    | 1,87  | 9843  | 97,84 | 29         | 0,29  |

**Sub-bacia Itajaí Mirim.**

| Município        | Abastecimento Água (%) |       | Esgoto |       | Fossa  |       | Céu Aberto |       |
|------------------|------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|------------|-------|
|                  | Urbana                 | Total | Total  | %     | Total  | %     | Total      | %     |
| Botuverá         | 97,51                  | 22,91 | 29     | 2,33  | 468    | 37,59 | 748        | 60,08 |
| Brusque          | 96,86                  | 96,86 | 3976   | 17,92 | 13767  | 62,04 | 4446       | 20,04 |
| Guabiruba        | 63,05                  | 60,64 | 400    | 9,04  | 3614   | 81,71 | 409        | 9,25  |
| Itajaí           | 86,87                  | 86,87 | 14,28  | 50,7  | 11,825 | 41,98 | 2,060      | 7,31  |
| Presidente Nereu | 97,43                  | 36,27 | 22     | 3,16  | 478    | 68,58 | 197        | 28,26 |
| Vidal Ramos      | 97,46                  | 26,59 | 24     | 1,4   | 1105   | 64,32 | 589        | 34,28 |

**Sub-bacia Itajaí Açu.**

| Município          | Abastecimento Água (%) |       | Esgoto |       | Fossa  |       | Céu Aberto |       |
|--------------------|------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|------------|-------|
|                    | Urbana                 | Total | Total  | %     | Total  | %     | Total      | %     |
| Apiúna             | 97,45                  | 42,14 | 888    | 34,45 | 1267   | 49,15 | 423        | 16,41 |
| Ascurra            | 93,94                  | 84,85 | 1189   | 61,99 | 577    | 30,08 | 152        | 7,92  |
| Balneário Piçarras | 97,48                  | 93,83 | 935    | 25,36 | 3583   | 70,06 | 169        | 4,58  |
| Blumenau           | 100,                   | 97,95 | 6,777  | 17,54 | 23,878 | 61,78 | 7,988      | 20,67 |
| Gaspar             | 97,48                  | 97,48 | 4946   | 32,06 | 9487   | 61,5  | 992        | 6,43  |
| Ibirama            | 71,9                   | 61,25 | 304    | 6,93  | 3629   | 82,72 | 454        | 10,35 |
| Indaial            | 90,95                  | 90,05 | 1529   | 11,97 | 10257  | 80,33 | 983        | 7,7   |

| Município  | Abastecimento<br>Água (%) |       | Esgoto |       | Fossa |       | Céu Aberto |       |
|------------|---------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|------------|-------|
|            | Lontras                   | 97,25 | 63     | 184   | 6,94  | 2262  | 85,26      | 207   |
| Navegantes | 92,64                     | 90,63 | 4120   | 42,78 | 4509  | 46,82 | 1001       | 10,39 |
| Penha      | 97,48                     | 93,78 | 487    | 34,01 | 903   | 63,06 | 42         | 2,93  |
| Pomerode   | 97,48                     | 97,48 | 1      | 0,01  | 7146  | 96,7  | 243        | 3,29  |
| Rodeio     | 62,4                      | 54,49 | 129    | 4,12  | 2823  | 90,11 | 181        | 5,78  |

### Índices de Água e Esgoto para a Sub-bacia Luís Alves.

| Município  | Abastecimento<br>Água (%) |       | Esgoto |       | Fossa |       | Céu Aberto |       |
|------------|---------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|------------|-------|
|            | Urbana                    | Total | Total  | %     | Total | %     | Total      | %     |
| Ilhota     | 77,83                     | 48,54 | 1204   | 34,79 | 1973  | 57,01 | 284        | 8,21  |
| Luiz Alves | 86,47                     | 23,75 | 326    | 15,53 | 1584  | 60,68 | 692        | 26,59 |

### Índices de Água e Esgoto para a Sub-bacia Itajaí do Sul.

| Município              | Abastecimento<br>Água (%) |       | Esgoto |       | Fossa |       | Céu Aberto |       |
|------------------------|---------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|------------|-------|
|                        | Urbana                    | Total | Total  | %     | Total | %     | Total      | %     |
| Alfredo<br>Wagner      | 100                       | 29,41 | 233    | 8,22  | 1112  | 39,21 | 1491       | 52,57 |
| Atalanta               | 97,45                     | 35,1  | 203    | 20,1  | 734   | 72,67 | 73         | 7,23  |
| Aurora                 | 75,35                     | 26,36 | 55     | 3,64  | 970   | 64,11 | 488        | 32,25 |
| Chapadão do<br>Lageado | 97,49                     | 97,49 | 5      | 0,67  | 367   | 49,13 | 375        | 50,2  |
| Imbuia                 | 92,16                     | 34,74 | 71     | 4,38  | 1294  | 79,78 | 257        | 15,84 |
| Ituporanga             | 97,48                     | 63,38 | 668    | 12,3  | 4007  | 73,75 | 758        | 13,95 |
| Petrolândia            | 97,46                     | 31,32 | 256    | 13,72 | 871   | 46,78 | 739        | 39,6  |