

Mapeamento de Risco em Itajaí-SC

M. Eng. Helenne Jungblut Geissler ¹

Camila Cesário Pereira ²

Prof. Dr. Carlos Loch ³

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGECC – UFSC

CEP 88040-970 Florianópolis SC

[1 hjgeissler@yahoo.com.br](mailto:hjgeissler@yahoo.com.br)

[2 camila@cesariopereira.net](mailto:camila@cesariopereira.net)

[3 loch@ecv.ufsc.br](mailto:loch@ecv.ufsc.br)

Resumo: Esse artigo observa a questão do risco no município de Itajaí-SC. Apresenta uma revisão bibliográfica e visa prospectar as possibilidades de implementação de Cartografia de Risco na foz do rio Itajaí-Açu. Para tanto utiliza diretrizes para o estudo de vulnerabilidade e mapeamento de risco à inundações em zonas costeiras. A área de estudos é a bacia hidrográfica do rio com drenagem Atlântica (vale) e, em específico, o estuário do rio. O método inclui considerar o mapeamento existente, a geomorfologia do meio físico, os episódios pluviais intensos, padrões de parcelas e urbanos, assentamentos subnormais e outros. Os resultados esperados são de avaliar o potencial de implementação do mapeamento de risco para auxiliar a decisão do poder público, setores produtivos, comunidades, da Defesa Civil e gerar recomendações para embasar o reordenamento territorial de áreas críticas.

Palavras chaves: mapeamento de risco, inundações, cadastro técnico multifinalitário

Abstract: This paper observes the risk theme in Itajaí-SC. Presents a bibliographical review and aims to search possibilities of Risk Cartography in Itajaí-Açu firth. Use vulnerability directives study and floods risk mapping in coastal áreas. The research area is the river basin with Atlantic drainage (valley) and specifically the estuary. The method includes the preexisting maps evaluation, geomorphology, heavy rain events, land and urban patterns and other. The expected results are evaluate the map potential to subsidize stakeholders decision of different social actors, Emergency Preparedness and provide recommendations land reordenation in critical areas.

Keywords: risk maps, floods, multipurpose cadastre

1 Introdução

O artigo tem por objetivo caracterizar a situação do município de Itajaí foca na Região Metropolitana da Foz do Rio Itajaí-Açu sob a abordagem do Risco e suas interfaces, realizando uma revisão bibliográfica prospectando possibilidades de implementação de Cartografia de Risco.

A gravidade consiste em inundações que superam a cota de inundação 17 metros, o que de fato ocorreu inúmeras vezes, durante o século XX nas áreas de várzea. Além disso, Itajaí possui um problema fundiário bastante sério. Da área efetiva, cerca de 40% encontra-se, hoje, em situação irregular em virtude de invasões.

A falta de planejamento é uma tônica comum a essas áreas, onde a população de baixa, média e alta rendas ocupa e adensa de maneira preocupante terraços médios e várzeas do respectivo rio, sujeitas a solapamentos¹ e subsidência², que são colapsos do solo resultando em escavações e afundamentos

1 Solapamento - colapso de rochas que quebram/rompem e/ou solo, que cede devido à escavações realizadas pela água, que escoam junto as zonas de contatos em rochas de permeabilidade diferentes, ocasionando a erosão subterrânea, que remove o material fino superior, formando espaços internos que podem provocar de terrenos que quando ocupados por moradias, se constitui em risco, pois abala as fundações/ mina os alicerces, Scariot, Pires e Robaina (2008).

2 Subsidência - em geologia, engenharia e topografia a subsidência consiste no movimento de uma superfície (geralmente a superfície da Terra) à medida que se desloca para baixo relativamente a um nível de referência, ex. o nível médio do mar, Wikipedia

“naturais”, respectivamente.

Na maioria das bacias hidrográficas brasileiras afetadas por inundações *a priori* a ocupação humana ocorreu de jusante (foz) para montante (cabeceras). Isso é uma tônica em Santa Catarina e vale do Itajaí, uma vez que trata-se de grande bacia com drenagem Atlântica. Por sua vez implica que a medida que a bacia se desenvolve, os picos de vazão de afluentes e as canalizações nos trechos situados a jusante aumentam, compatibilizar a capacidade de drenagem torna-se uma solução dificultada ou mesmo inviabilizada pelo adensamento de atividade antrópicas, da presença da urbanização, que consolida-se junto a áreas baixas, faixas ribeirinhas junto aos córregos.

Para Oliveira (2004) a inserção das várzeas no contexto do planejamento físico-territorial regional pode otimizar o controle de cheias urbanas e contribuir para definir critérios para a Restauração Ecológica de áreas situadas ao longo dos cursos d'água. Sob essa ótica, avaliar o impacto da urbanização na dinâmica hidrológica, sobre o escoamento superficial direto, comparando o cenário original com um cenário provável de urbanização completa é um aspecto chave. As planícies de inundação atuam como um reservatório natural, que amortece a onda de cheia.

É sumariamente importante destacar que as Áreas de Preservação Permanente (APPs) *a priori* não são suficientes para garantir a proteção das planícies de inundação na maior parte de uma bacia hidrográfica. Logo, é necessário elaborar propostas e proceder à Restauração Ecológica mediante critérios científicos para viabilizar a conservar áreas de várzea. Realizar a modelagem hidrológica, determinar vazões de pico limitando a taxa de impermeabilização do solo na bacia, mapear geoambientes sujeitos a inundações temporárias, brejosos e de terra firme, contribui inclusive para indicar as espécies nativas adaptadas distribuídas por grupos ecológicos e fornecer subsídios para a Recuperação de Áreas Degradadas (RAD) ao longo dos cursos d'água aproveitando as características naturais das planícies de inundação.

A área de estudos e inserção na bacia hidrográfica do Itajaí, constitui região, cuja relevância tanto histórica, quanto sócio-econômica no vale é notável, inclusive, no quadro estadual catarinense. Porém, a prerrogativa de intervenção foi adotar medidas estruturais – **obras de engenharia** – que **não eliminam o Risco, isentas do foco na questão** da disponibilidade quali-quantitativa **da água**. Ao mesmo tempo, as barragens construídas a montante no Alto Vale e retificações e canalizações no Médio no vale causaram impactos a jusante no Baixo Vale - estuário - foz do Itajaí-Açu.

Os procedimentos “convencionais” transferem os problemas de um lugar para outro ampliando os impactos sociais, ambientais e econômicos envolvidos. Retificação aumenta a velocidade das vazões (**quantidade**), aumenta significativamente os picos das enchentes (**qualidade**), transporta a carga poluente afluente, implica em maiores investimentos em obras a jusante e outros. Isso indica a necessidade de rever conceitos “clássicos” de engenharia sanitária.

Ademais em partir de um novo paradigma no planejamento em favor da pesquisa e prevenção - compatibilizar a urbanização ao meio físico evitando o caos *a posteriori*. Outra premissa é a abordagem ecossistêmica de bacia hidrográficas, Planos Diretores de Drenagem Urbana e Hídricos integrados aos Planos Territoriais (área rural e urbana) recomenda Canholi (2005). Para tanto, é essencial auferir importância o papel desempenhado pela informação cadastral e altimétrica precisas uma vez que constituem a base para o mapeamento de risco.

2 Referencial Teórico

2.1 A conjuntura do Risco no Brasil

É inerente considerar que o cenário político e contexto social têm influência preponderante sobre a piora da exposição ao risco da população brasileira. A crise econômica e social, cuja solução tende a ocorrer apenas a longo prazo, somados à política habitacional para baixa renda historicamente ineficiente, ineficácia dos sistemas de controle do uso e ocupação, inexistência de apoio técnico para essas populações, inexistência de legislação adequada para as áreas suscetíveis, a cultura popular de “*morar no plano*” pioram, sobremaneira, a situação e aumentam o número de áreas de risco, afirma o Instituto de pesquisas Tecnológicas/ IPT et al. (2007).

A recomendação para solucionar o risco e reduzir a vulnerabilidade consiste em reduzir ou minimizar os

(2008) disponível em : < pt.wikipedia.org/wiki/Subsid%C3%A2ncia > acesso 31 de março de 2008.

problemas agindo diretamente sobre o processo e também sobre as consequências. Esse modo de atuação visa evitar a formação assentamentos humanos sobre áreas de risco. A conscientização da população acerca do risco e do perigo pode ser facilitada através de participação popular, pois normalmente os fluxos migratórios (para o litoral catarinense) em busca de melhores condições de trabalho e/ou qualidade de vida e ignorância de características do meio físico subjacente; baixa estabilidade de solos, áreas de escorregamento de rolamento de matações, entre outras e alvo de inundações, e eventual descaso pelo risco contribuem para a invasão e ocupação em densidade de áreas indevidas.

O planejamento participativo e de Educação Ambiental nesse caso surte efeito mais efetivo do que a fiscalização *pro forma* isoladamente. Quando o acompanhamento das tendências de expansão urbana, ocupação humana no município, seja por assentamentos formais e informais (ocupação irregular) e controle do uso do solo for constante ao invés de periódico é possível conviver com os problemas através de planos de contingência.

O mapeamento de risco é essencial para espacializar **onde** ocorrem os problemas no município e permitir saber **quais** os processos ocorrem e **como** se dão. Ao mesmo tempo, é necessário acompanhar a evolução temporal através de correlação e monitoramento. Possuir um cadastro e sistema de informações geográficas apoiada por banco de dados georreferenciados constantemente atualizado auxilia bastante essa tarefa e a planejar e gerir medidas estruturais, que consistem em obras de engenharia e não-estruturais; por controle de uso e ocupação do solo e direitos de uso de imóveis.

2.2 Conceitos envolvidos no Mapeamento de Risco

Elaborar mapas de risco implica em compreender conceitos, como o que caracteriza Desastres: são episódios de enxurradas, inundações, chuvas de granizo, deslizamentos, epidemias, vendavais ou tornados que causem situações de emergência, mortes, feridos, incapacidades físicas temporárias ou definitivas, danos às propriedades, bens, serviços e meio físico informam o Ministério da Integração Nacional/ MI e Secretaria Nacional de Defesa Civil/ SEDEC (2002):

- a- Desastre é “resultado de eventos adversos, naturais (grifo nosso) ou provocados pelo homem, sobre uma população vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais”.
- b- Risco “probabilidade de ocorrência de um acidente ou um evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos”.
- c- Vulnerabilidade “probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou um risco potencial de desastre...”.

relacionam-se, logo, ao grau de defesa, de sistemas, serviços e medidas de segurança executadas para prevenir, preparar e responder reduzir e minimizar riscos e consequências ao ambiente, população e edificações. A Defesa Civil busca prevenir para evitar ou minimizar os desastres.

Do consenso que há envolvendo *Emergency Preparedness*, ou seja, Defesa Civil e científico acerca de desastres “naturais” há uma classificação de danos :

- a- EVENTO– Fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registrada no tempo;
- b- PERIGO (*HAZARD*)- Condição com potencial para causar consequências desagradáveis;
- c- VULNERABILIDADE- Grau de perda para um dado elemento ou grupo dentro de uma área afetada por um processo;
- d- SUSCETIBILIDADE- Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em áreas de interesse ao uso do solo, expressando a suscetibilidade segundo classes de probabilidade de ocorrência;
- e- RISCO- Probabilidade de ocorrer um efeito adverso de um processo sobre um elemento. Relação entre perigo e vulnerabilidade pressupondo sempre a perda;
- f- ÁREA DE RISCO- Área passível de ser atingida por processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda, como os assentamentos precários.

Os autores consideram, que as classes de danos podem ser aumentadas por ações humanas,

desestabilizando áreas geotecnicamente instáveis por desmatamento, interferindo na hidrologia de bacias hidrográficas, entre outros, além de modificar processos como as mudanças climáticas.

A realização do mapeamento de áreas de risco sujeitas a escorregamentos, enchentes e inundações, desde que acompanhada de capacitação de equipe de técnicos municipais devidamente treinados e preparados e da atualização cadastral e cartográfica periódica permite instrumentalizar a Defesa Civil na prevenção e mitigação desses desastres “naturais”.

O entendimento do Risco em eventos hidrológicos, nesse contexto, são outro elemento-chave conforme Lima (2000); Keller (1996); Murck et al. (1996) e Montgomery (1997) :

- a- Inundação - situação na qual o fluxo de um rio ultrapassa o seu leito normal para limites acima das margens. Pode ocorrer enchente e não existir alagamento;
- b- Enchente - situação em que a vazão do rio ultrapassa a vazão média. Alagamento ocorre a quando a água de precipitação se acumula e forma um corpo d'água em região seca sem haver extravasamento de rio e
- c- Planície de inundação - região plana periodicamente coberta pelas águas de um rio, onde o solo é formado por depósitos sedimentares acumulados.

Os episódios pluviais intensos são a principal causa das inundações. No entanto, elas podem ser aumentadas por outros fatores como o excesso de impermeabilização e de urbanização em áreas de risco. Diversos estudos comprovam o aumento no volume das enchentes nesses locais.

Obviamente, é desejável que a confiabilidade do gerenciamento das áreas de risco municipais precisa ser apoiada por Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Sistema de Prevenção e Alerta e bem como preparados para elaborar o sistema de gerenciamento de áreas de risco.

2.3 O CTM no mapeamento de risco

Para proceder ao mapeamento de risco é necessário entender, primeiramente, aqueles conceitos básicos de risco e de áreas de risco. Além disso é essencial que ocorra identificação, análise de áreas de risco a enchentes, inundações, alagamentos e escorregamentos considerando a tipologia, cenários, indicadores e critérios específicos.

Para tanto, o consenso científico é que a metodologia para o Gerenciamento de Áreas de Risco e para um Plano Preventivo de Defesa Civil tenham base em levantamentos detalhados da realidade encontrada em campo, cuja acurácia possa instrumentalizar a tomada de decisão de forma precisa.

A existência de bases cartográficas em escala grande, ou seja, da Cartografia Cadastral em escala 1: 2.000, ou para melhor acuidade de planos e gestão 1: 1.000 ou maiores; 1 : 500 são essenciais.

Uma vez que a prerrogativa da Defesa Civil é a de proteção da vida humana, a cartografia em escala pequena como 1: 50.000 ou 1: 25.000, ou 1 : 10.000 são, de fato, desaconselháveis para esse tipo de planejamento e gestão. A razão é que não permitem auferir grau confiável de segurança para áreas geotecnicamente instáveis e em virtude de características hidrológicas intrínsecas e susceptíveis a eventos pluviais intensos tornando-se perigosas para ocupação por usos permanentes como a habitação.

O Cadastro Técnico Multifinalitário possibilita agregar valor à questão, pois introduz grau expressivo de certeza na tomada de decisão. Informações relativas às parcelas, feições do meio físico, situação fundiária, posse da terra permite maior controle sobre a edificação no solo urbano.

Mesmo porque é uma premissa básica, que em áreas de risco haja monitoramento das condições de impermeabilização do solo, drenagem e escoamento, seja superficial como subterrâneo.

A sistematização dos dados para alimentar o Cadastro e atualizar a cartografia municipal beneficiam diversas esferas, seja cadastro de moradias irregulares, permite facilitar a análise espacial do risco, as condições de disponibilidade quali-quantitativa da água, entre outros.

A importância do CTM nesse processo é dotar o poder público de material cartográfico, cuja qualidade geométrica possibilite **prever e identificar** áreas de risco (**como e onde**) . Isso porque o cadastro permite definir espacialmente os locais onde poderão ocorrer acidentes.

O geoprocessamento aliado a modelagem hidrológica consistente, também contribuem na previsão, o que indica IPT (2007) inclusive estabelecer as condições e circunstâncias para a ocorrência dos processos, o que constitui a **definição temporal : quando**.

A prevenção é básica porque cria a possibilidade de serem adotadas medidas preventivas a fim de inibir a ocorrência dos processos, ou reduzir suas magnitudes, ou ainda, ao menos, minimizar seus impactos, agindo diretamente sobre edificações e/ou a própria população.

2.4 Modelos recomendados para abordagem do Risco

O recomendado pela *United Nations Disasters* (UNDRO) é de que os riscos sejam identificados e analisados cuidadosamente. Em seguida sugere-se proceder a medidas de prevenção, planejamento para situações de emergência e informações públicas e treinamento. Esses últimos itens não são o escopo do presente artigo, que pretende ater-se ao mapeamento de risco.

A primeira etapa do processo é a identificação dos riscos conforme critérios científicos campos interdisciplinares de conhecimento como a geotecnia, hidrologia, entre outros e entendimento dos processos e causas, que os desencadeiam e/ou pioram.

A segunda etapa refere-se a análise de riscos, integrando diversos aspectos: quantificação: relativa e/ou absoluta das áreas vulneráveis, o zoneamento de risco, o cadastramento de risco, a codificação dos graus de risco (MA= Muito alto, A=Alto, M=Médio, B=Baixo, MB=Muito Baixo) e a elaboração da carta de risco dotada de diferentes classes temáticas respectivamente.

As etapas precedentes subsidiam a terceira etapa, a qual concerne ao planejamento e gestão do risco, que caracterizam-se por meio de **medidas de prevenção de acidentes**, compostas por **medidas estruturais** (obras de contenção, drenagem, proteção superficial, reurbanização, relocação de moradias e população) e também por **medidas não-estruturais** (planejamento urbano, Cartas Geotécnicas e de Risco, Planos Preventivos de Defesa Civil, legislação, educação e capacitação).

A quarta etapa indica ser prudente, ainda, prever atendimentos emergenciais. Nesses casos o CTM e a informação georreferenciada proveniente do cadastro e de SIGs, quando combinada a modelagem hidrológica permite determinar a fenomenologia preliminar, causas, evolução, área de impacto, delimitar a área de risco para remoção da população, subsidiar a decisão em obras emergenciais, orientar no resgate, sistema de monitoramento da área e recomendações para o retorno da população.

A quinta etapa depreende que a informação é fundamental no mapeamento em gestão do risco, seja ela espacial, a qualidade geométrica e temática e a visibilidade para técnicos, gestores e envolvimento da comunidade civil informando o público-alvo em treinamentos (cursos, palestras, seminários, reuniões, publicações técnicas, cartilhas, *folders*, cartazes e simulações).

2.5 A Cartografia de Risco e dificuldades à implementação

Para Tucci (2002) as medidas estruturais atuam no âmbito psicológico do ser humano transmitindo uma falta sensação de segurança. Pode até mesmo induzir e aumentar a ocupação de áreas de risco (inundáveis). Ações não-estruturais como o mapear o risco e controlar o uso e ocupação são mais eficazes e têm custos mais baixos e horizontes mais longos, pois atuam na prevenção.

O mapeamento de risco, compreende o zoneamento de áreas de inundação e engloba as seguintes etapas, Tucci (2004):

- a) **Determinação do risco de enchentes;**
- b) **Mapeamento de áreas de inundação;** os quais instrumentalizam o
- c) **Zoneamento**, que já integram o planejamento territorial de recursos hídricos.

Há dois tipos de mapas de inundação, ou seja, mapas de planejamento e mapas de alerta. O mapa de planejamento define áreas atingidas por cheias em tempos de recorrência escolhidos.

O mapa de alerta irá informar em cada ponto de controle, como um esquina o nível da régua com o qual tem início uma inundação. Aliás, o mesmo possibilita a moradores que habitem em diferentes locais da

cidade acompanhar a evolução da enchente, baseando-se em observações da régua, que pode ser transmitida através de estações de rádio.

Elaborar esses mapas inclui a necessidade da existência de dados ¹ :

- a- nivelamento de régua em zero absoluto;
- b- topografia área urbana no mesmo referencial absoluto da régua linimétrica e cota da rua no meio de cada esquina das áreas de risco;
- c- estudo de probabilidade de inundações de níveis para secção na proximidade da cidade;
- d- níveis de enchente/ marcas ao longo da área urbana, que permitam definir a linha d'água;
- e- secções batimétricas ao longo do rio dentro do perímetro urbano. Se a localização do rio encontrar-se fora do perímetro urbano, recomenda-se que a batimetria seja realizada até a referida secção. Ainda assim, visto que o espaçamento das secções depende de modificações no leito e da declividade da linha da água, verifica-se que são suficientes espaçamentos entre 500 e 1.000 m;
- f- cadastramento das obstruções ao escoamento ao longo do trecho urbano, a exemplo de pontes, edifícios, estradas e outros. Essas obstruções são especialmente importantes, pois reduzem significativamente a secção transversal.

Todavia, na prática, é muito difícil obter todas essas informações supramencionadas. Por conseqüência é bastante conveniente dividir esse tipo de estudo em duas fases:

- a- Na primeira etapa, dita preliminar, são delimitados com precisão reduzida as áreas de inundação baseando-se por em mapas topográficos existentes e marcas de enchentes;
- b- Na segunda etapa tendo a delimitação aproximada das áreas de inundação, a topografia com maior detalhe é realizada em áreas definidas, juntamente com a batimetria do rio e calculados com precisão os dois mapas referidos;

2.5.1 O Mapeamento Preliminar

É essencial considerar, que os mapas topográficos usualmente utilizados com curvas de nível distantes entre si com espaçamento de 5m em 5m não possuem a precisão desejada para o mapeamento de risco. No entanto, pode ser utilizada inicialmente. Os erros existentes nesse tipo de carta podem ser minimizados através de visitas e levantamentos in loco, fotografias aéreas e verificação em campo de pontos característicos.

Sabendo que esse tipo de mapa nem sempre conta com a cota absoluta desejada, talvez seja necessário procurar a Referência de Nível (RN) desejada e estabelecer a referência com o mapa disponível. Após é possível estabelecer relação entre o zero da régua linimétrica e o RN escolhido, utilizado na elaboração do mapa topográfico.

Uma vez que os níveis de enchente são conhecidos na secção da régua para que seja possível transportá-lo para as secções ao longo do trecho urbano é indispensável conhecer a declividade da linha d'água. Essa declividade pode ser medida através das marcas de enchente ou durante a estiagem. Note-se que esse último procedimento pode implicar em erros, se houver obstruções ao escoamento durante as enchentes, quando a declividade pode ser modificada significativamente. Recomenda-se que para determinar a declividade da linha d'água o topógrafo proceda da seguinte forma: nivelar todas as marcas de enchentes existentes na área da cidade; medir o nível da água com o espaçamento de 500 m a 1.000 m ao longo de todo o trecho urbano e anotar a cota da régua para o momento do levantamento.

Além de que o trabalho do topógrafo merece ser verificado.

1. Conferir se a declividade é decrescente em relação à direção do fluxo.
2. Verificar o nivelamento das marcas da vizinhança da secção da régua linimétrica some ao zero da régua os valores observados no linígrafo e observe se correspondem às marcas niveladas. Considerar que a marca de enchente não corresponde ao nível máximo ocorrido, visto que o rio mancha a parede quando o nível se mantém por algum tempo. Se o rio em questão ficar muito pouco tempo no pico, a marca deverá aparecer em níveis menores. Os critérios para determinar a linha d'água e os níveis de enchente ao longo da área da cidade são os que seguem:

2.5.2 Mapas de Planejamento

- a- Conhecer a curva de freqüência de níveis de inundação na secção da régua linimétrica, obter

¹ Quando a declividade da linha d'água ao longo da área urbana é muito pequena e não existam arroios significativos no perímetro urbano os itens 4, 5 e 6 são desnecessários, (Tucci, 2004).

Definir as secções ao longo do rio. As secções são escolhidas baseando-se nas marcas existentes e/ou medidos a cada 500 m ou 1.000 m

- b- Calcular a declividade da linha d'água para os diferentes trechos definidos pelas secções referenciadas. A declividade é calculada cf a distância medida ao longo do rio. Um cuidado necessário é observar a existência de pontes e/ou estradas, que obstruam o escoamento;
- c- Obter as cotas correspondentes para as outras secções, utilizando a declividade da linha de água obtida para os níveis calculados na secção do posto;

2.5.3 Mapeamento definitivo

Para elaborar mapeamento final, ou definitivo, de risco é necessário o levantamento detalhado da topografia das áreas de risco, considerando o tempo de retorno menor ou igual a 100 anos.

A escolha desse tempo de retorno é arbitrária e em muito depende da definição do futuro zoneamento. Caso tenha ocorrido uma enchente com tempo de retorno superior a 100 anos, deve-se escolher esse maior valor ocorrido.

Um levantamento detalhado inclui a determinação das curvas de nível com espaçamento de 0,5 m a 1 m, dependendo das condições do terreno. Em alguns locais o detalhamento pode ser ainda mais detalhado. Nele deve constar o nível do meio da rua de cada esquina das áreas de risco.

Além da topografia é necessário existir o levantamento das obstruções ao escoamento, como pilares e encostos de pontes, estradas com taludes, edifícios, caracterizando em planta e também em secção o tipo de cobertura e obstrução.

Ao mesmo tempo, tendo em mãos a batimetria da cidade é possível determinar as cotas de inundação, conforme o seguinte procedimento:

- a- Utilizar modelo de escoamento permanente para cálculo da linha d'água. O método é utilizado para ajustar a rugosidade embasando-se nas marcas de enchentes e na curva de descarga do posto fluviométrico. A linha d'água é determinada para a vazão máxima registrada no posto fluviométrico, o nível correspondente no sentido de jusante para montante. A rugosidade correta será dada pela linha d'água aproximando-se das marcas da enchente;
- b- Após conhecidas as rugosidades, estabelecer a linha d'água, para as respectivas vazões correspondentes aos diferentes tempos de retorno para elaborar o mapeamento de risco das áreas atingidas;

2.6 Considerações para o Mapeamento de Risco

É indispensável considerar que os processos envolvidos estão associados à degradação ambiental do vale do Itajaí; a influência da interação do desmatamento da mata ciliar, vide Figura 01, nos escorregamentos das margens, cujo poder de destruição está associado à sua geometria, a grande vazão da bacia hidrográfica, que chega à foz (estuário), onde a secção de largura do rio é de cerca de 330 m; à diferença de potencial gravitacional (relacionado a altura) e à declividade.

e considerar, ainda, variáveis emergentes como a elevação do nível dos mares (N.M.), que expõe a maior Risco terrenos planos abaixo de 10 m acima do nível do mar, afirma Nobre, 2007.

Apesar da dificuldade de estimar **quanto** o N.M. deverá se elevar, se de 0,5-1m e 0,8m; média da IPCC/WMO ou mais cf. outros pesquisadores é um consenso que o processo está ocorrendo. A questão é, portanto, inferir **como e quando e onde** o fenômeno assumirá caráter crítico, a exemplo de inundações e erosões graves em áreas costeiras.

Isso depreende o caos, estudos de vulnerabilidades e mapeamento de risco precisos, medidas de preparação, pois o cenário do fenômeno expõe planícies litorâneas extensas regiões de vales de Santa Catarina com Drenagem Atlântica sob risco iminente de graves inundações, erosão costeira, e outras conseqüências ainda não suficientemente conhecidas e que merecem ser pesquisadas.

A Rede Maregráfica para Monitoramento Contínuo (RPMG), do Instituto de Geografia e Estatística/IBGE. Aliás essas estações passaram a ser consideradas estações internacionais do *Programa Global de Monitoramento do Nível do Mar da Comissão Oceanográfica Intergovernamental da UNESCO (GLOSS/IOC)* fornecendo dados para monitorar o nível do mar.

As informações provêm das estações de monitoramento do IBGE, o qual divulgou em 2007 estudo inédito sobre a elevação do nível do mar (N.M) no litoral brasileiro a partir de dados coletados entre dezembro de 2001 e dezembro de 2006 constatando o avanço das águas em diversos locais.

No estado de Santa Catarina, o nível do mar subiu um centímetro (1 cm) em cinco anos, que consiste na média encontrada em todo o planeta aponta a estação de Imbituba, IBGE (2007).

Para pesquisas em glaciologia o nível do mar pode subir de 4 até 6m; 1,63m em média acima do nível atual, em condições climáticas semelhantes. As pesquisas do Centro Nacional de Oceanografia do Reino Unido junto com Centros de Pesquisas em Tübingen - na Alemanha -, Cambridge e Nova York refutam a estimativa do IPCC/WMO, afirma Eelco Rohling et al. (2007).



Figura 01- vista aérea da Foz do rio Itajaí-Açu e conurbação Itajaí-Navegantes. Fonte : Google Earth (2008)

3 Caracterização da Área de Estudo

3.1 Situação, Limites e Clima

Itajaí situa-se a 26° 54' 28 Latitude Sul e 48° 39' 43 de Longitude Oeste de Greenwich. Os limites são a Leste o Oceano Atlântico, nas demais direções confronta-se com municípios limítrofes, ao Norte Navegantes, a Sul Camboriú e Balneário Camboriú e a Oeste Ilhota, Brusque e Gaspar.

A área do município de Itajaí é basicamente plana. A altitude é de 1m acima do nível do mar e a oscilação máxima de marés, hoje, atinge 1,89m o que expõe-no a ressacas e inundações.

A Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí tem o clima mesotérmico úmido, do tipo Cfa- subtropical úmido-conforme a classificação de Köppen, quente e chuvoso, com verão quente. A distribuição da precipitação é quase uniforme durante todos os meses, em razão da superposição de 3 regimes pluviométricos (tropical, frente polar com percurso oceânico e frente polar de percurso continental) que se confrontam na região Sul do Brasil. As chuvas têm regime mais intenso no verão, variando entre 1400 a 2000 mm anuais. A umidade do ar equivale a 84 %, e a pressão atmosférica média é de 1010,0 milibares.

O período de janeiro e fevereiro é crítico, pois nele ocorrem as tempestades convectivas ou chuvas orográficas, que são causadas por convecções tropicais. Tendo em vista, que os municípios da vertente Atlântica situam-se em áreas montanhosas a combinação à elevadas temperaturas e altas taxas de umidade produz episódios pluviais intensos, (Marcelino et al., 2004).

A existência de Serras com montanhas altas a Oeste e Sul também influenciam no clima. Se no inverno

protegem dos ventos frios vindos do sudoeste, por outro lado no verão atuam elevando a temperatura. A Leste e Noroeste predominam pequenas elevações e planícies; diretamente influenciadas pelo mar, amenizando os altos índices térmicos. A frequência de dias quentes com máxima superior a 25°C é alta. A temperatura Média é de 21° C. Durante o inverno, a temperatura raramente atinge a marca de 10 °C. Não ocorrem geadas. Por outro lado, nos dias mais quentes são raros os registros acima de 37° C.

3.2 Relevô e Solos

3.2.1 Relevô

O relevô é caracterizado por duas regiões distintas.

A primeira região apresenta uma topografia acidentada, cuja formação tem estrutura cristalina do período algonquiano. Em termos litológicos é formada por quartzitos, filitos e mármore.

Na parte sul do município de Itajaí, destaca-se a serra de Camboriú, na divisa Itajaí/Camboriú; serra do Brilhante, na divisa Itajaí/Brusque. Dentro da área municipal, na faixa compreendida entre a divisa de Itajaí/Camboriú, até atingir o Rio Itajaí-Mirim, aparece uma série de elevações que recebem as denominações de Morro do Gavião, Morro da Canhanduba, Morro de Cabeçadas.

Na faixa de terras compreendida entre o Rio Itajaí-Mirim e a divisa com o município de Ilhota, aparecem duas elevações denominadas Morro da Onça e Morro da Espinheira.

A segunda região é uma planície constituída de sedimentos recentes, do período quaternário. Do ponto de vista litológico é formada por cascalhos pleistocênicos encontrados nas partes baixas e colinas marginais, e por sedimentos flúvio-marinhos na região nordeste do município.

As restingas são cobertas do modo parcial por aluviões do Rio Itajaí-Mirim, cujas margens são ligeiramente elevadas. Essas planícies costeiras, as quais evidenciam ações e processos marinhos e eólicos, ocorrem no litoral de Piçarras e Navegantes e nos vales dos rios Itajaí-Açú e Itajaí-Mirim.

As planícies fluviais salientam-se, também, no médio vale do rio Itajaí-Mirim, no baixo vale do rio Luís Alves e no vale do rio Camboriú. As Serras do Leste catarinense, com baixa altimetria, aparecem na ponta de Penha e no restante da microrregião. Toda a costa apresenta entremeada por pontas, promontórios, praias, enseadas e ilhas, (Itajaí, 2008)

No que tange à hipsometria predomina a faixa altimétrica de 0 a 200 metros. No noroeste de Ilhota, no sul de Camboriú e em Itapema, a altimetria atinge os 400 metros.

3.2.2 Solos

Os vales dos rios, tanto do Itajaí-Açú, como do Itajaí-Mirim e Luís Alves têm solos Glei Húmico e Glei pouco Húmico, os quais são solos de elevado teor de matéria orgânica, em ambiente com excesso de umidade. São utilizados para o plantio de arroz irrigado, hortaliças e cana-de-açúcar.

Apesar do registro de 44 km² de áreas de mineração, o que representa 14,47% da área do município nas mãos de empresas mineradoras, Itajaí subaproveita sua capacidade minerária.

O uso do solo urbano é predominantemente residencial. As áreas de ocupação antiga são limitadas pelo rio Itajaí-Mirim; encosta do Saco da Fazenda e eixo rodoviário Navegantes - Luís Alves; Balneário de Cabeçadas e Balneário de Praia Brava, enquanto a área de ocupação recente situa-se ao longo da margem esquerda do rio Itajaí-Mirim e ao norte do canal oeste.

3.2.3 Geologia

A cobertura sedimentar quaternária aparece no Litoral e no vale do Rio Itajaí.

O embasamento cristalino, possui predominantemente os xistos, os filitos, os calcários e os quartzitos, surge no vale do rio Camboriú.

As áreas de cobertura-vulcano sedimentar da Era Paleozóica encontram-se ao Norte de Ilhota.

No embasamento cristalino, os granulitos aparecem no Norte da microrregião; os gnaisses e migmáticos e os granitos, salientam-se no Sul da microrregião - geralmente em altos topográficos - em Itapema e Porto Belo.

3.2.4 Geomorfologia

Para o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro/ GERCO (2005) a área abrangida pelo município de Itajaí é extensa, caracteriza grande variação geomorfológica, sobretudo, em suas morrarias. Destaca-se a planície aluvionar, que associada ao Rio Itajaí-Açu e seus afluentes do baixo vale, concentra a maior parte das atividades antrópicas, incluindo o Centro cidade e rodovias as quais ligam a diversos municípios, sendo esta região de suma importância, vide Figura 02.

“cerca de metade do município localiza-se em área de fragilidade média. Na região das morrarias a oeste-sudoeste do município, esta contribuição é dada por porções médias a inferiores das vertentes (abaixo de 200 m) compostas pelo Complexo Metamórfico Brusque associados à classe de declividades de 6-17°, bem como aos depósitos de encostas e aluvionares com declives inferiores a 6°. Tais ocorrências se dão igualmente nas morrarias adjacentes a área urbana principal e a orla litorânea”, GERCO (2005).

3.2.5 Fragilidade ambiental

A planície aluvionar de maior representatividade é ligada ao Rio Itajaí Açu e seus afluentes do Baixo Vale. A mesma ocupa a maior parte da área total da planície costeira e é formada por:

- a- depósitos de diversas fases do rio como:
- b- depósito de dique marginal,
- c- depósito de rompimento de dique,
- d- depósito de barra de meandro e

Os depósitos de planícies de inundação são considerados de fragilidade média e alta. Alguns depósitos paludiais associam-se às planícies de inundação e contêm teor elevado de matéria orgânica e sofrem inundações intermitentes e processos potenciais de subsidência.

Essas áreas têm fragilidade alta. Nelas atividades são antrópicas incompatíveis e/ou impactantes, podendo ocasionar mudanças em padrões de sedimentação e desencadear outros impactos no meio físico adjacente.

A planície aluvionar é bastante vulnerável a processos de inundações e subsidência. O maior problema classe de fragilidade muito alta, apesar de pouca representação em extensão (8,33%), ocorre em muitas localidades do município, como: cadeias montanhosas em declividades de 17° a 25° depósitos de encostas em declives superiores a 17°.

Uma significativa porção deste município (14,59%) enquadra-se em fragilidade muito baixa e são áreas geralmente aplainadas, sempre associadas às terras altas. No extremo oeste, ocorrem elevações residuais aplainadas sobre blocos graníticos e sobre rochas.

No trecho da planície costeira situado no município de Itajaí ocorrem depósitos praias pleistocênicos nas praias Brava, Cabeçadas e Atalaia. Nelas os declives variam entre 0 a 6° , sendo que muitos depósitos estão associados a pequenos depósitos paleolagunares. Entretanto, a maior contribuição em extensão ocorre naquela planície aluvionar do Rio Itajaí-Açu e nas planícies aluvionares associadas à depósitos de encosta em seus afluentes, a exemplo do Rio do Meio, Rio Brilhante, Rio Canhanduba, entre outros.

Bigarella et. al (2007) indicou que os perfis das vertentes dos afluentes do Rio Itajaí Açu e Itajaí-Mirim apresentam-se retilíneos a concâvos, onde ocorrem pedimentos sobrepostos ao retrabalhamento atual. Os grandes depósitos de encosta, *situ* às margens Sul do Rio Itajaí-Açu, estão relacionados com a ocorrência do processo (pedimentação) no passado.

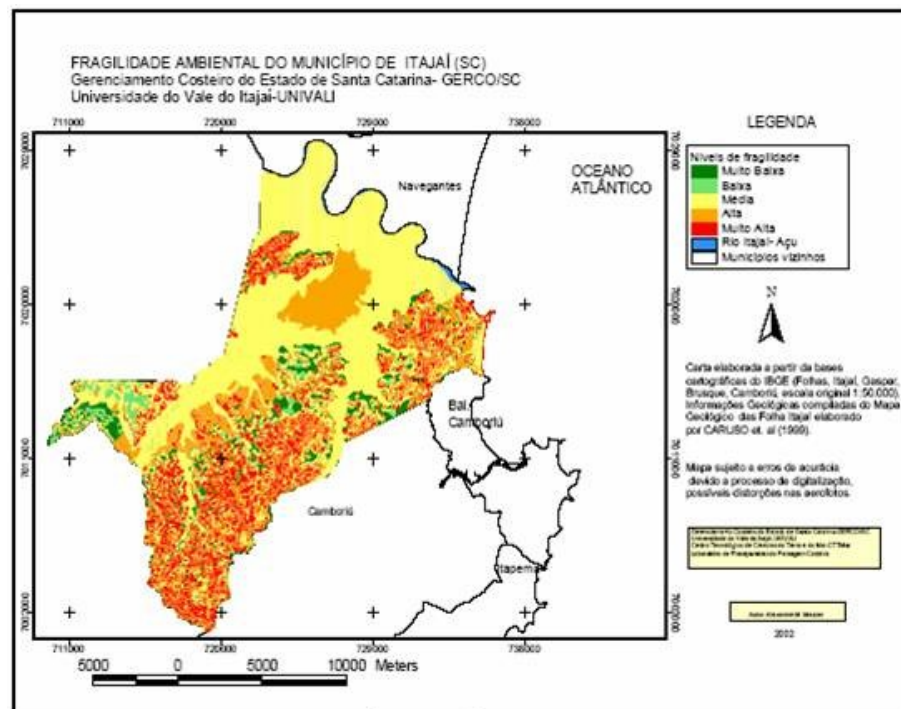


Figura 02- Mapa de Fragilidade Ambiental do município de Itajaí (SC). Fonte : GERCO/UNIVALI (2005)

Ademais, ocorrem ocupações em encostas de alta declividade e áreas de baixa estabilidade geotécnica, as quais não são o escopo desse artigo.

Nesse interim, o retrabalho desses depósitos, juntamente aos depósitos aluvionares forma locais, onde a fragilidade é muito alta, o que ocorre a medida que o declive ultrapassa 25°, inclinação em que há um aumento substancial os processos erosivos intensificam-se.

Na planície aluvionar ocorre um extenso depósito paludial, que localiza-se entre o Rio Itajaí Mirim e seu canal de derivação. Isso ocasiona o aumento da classe média para a alta devido à maior vulnerabilidades a processos relacionados à inundações e subsidência.

A classe de fragilidade muito alta, ainda que pouco representativas em extensão (8,33%), ocorre em diversos locais do município, a exemplo de:

- a- Morrarias do Complexo Brusque - em declividades de 17° a 25°. Essas classes podem ocorrer em elevações isoladas (médio vale do Rio Brilhante), em rupturas de declives em porções médias a superiores das vertentes(cotas superiores a 200 na Serra do Brilhante);
- b- Depósitos de encostas - entulham os vales do Rio do Meio e do Rio Brilhante e também do vale Intermediário em declives superiores a 17°.

Ao mesmo tempo, uma porção significativa de Itajaí (14, 59%) enquadra-se em fragilidade muito baixa. Essa categoria constitui áreas *a priori* aplainadas e/ou pediplanizadas, as quais sempre estão associadas às terras altas. No Extremo Oeste, há elevações residuais aplainadas sobre blocos graníticos (Granito Valsungana) e sobre rochas do Complexo Granulítico de Santa Catarina.

Sob o Complexo Metamórfico Brusque, que situa-se em rampas no sopé de encosta e apresenta declives suaves, tal classe ocorre no curso superior do Rio Canhanduba, e, ainda, dispersas em rampas de pedimento remanescentes ao longo da morraria situadas ao Sul e Leste de Itajaí.

Essas rampas devem estar associadas a superfícies de erosão, que hoje são inativas e recobertas por um solo mais profundo e estabilizador. Bigarella et. al, (2007) alerta, contudo, que possivelmente têm descontinuidades em seu perfil vertical. Essas áreas de fragilidade muito baixa e baixa são locais estáveis, cuja declividade predominante é 0° a 2°; eventualmente antecede os depósitos de encostas e aluvionares e compõem as porções distais de sistemas de encosta bem desenvolvidos ao longo do leito inferior do Rio Itajaí-Açu.

Além disso, a linha de costa foi considerada como área de alta fragilidade em sua extensão. Independentemente de sua litologia e declividade a área costeira sofre alta exposição aos agentes marinhos, terrestres e atmosféricos e considerada zona transicional e dinâmica.

3.3 Hidrografia

Os principais rios são do município são o Itajaí-Açú, do Meio e do Baú (bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açú) e, rio Itapocu, que são rios de planície e pertencem à vertente do Atlântico.

Na proximidade da foz, o Itajaí-Açu recebe as águas do Rio Itajaí-Mirim que tem afluentes como: o Rio do Meio, Rio Conceição, Rio Brilhante e o Rio Sorocaba, além de Ribeirões como: Ribeirão do Capim, Ribeirão da Baía, Ribeirão de Itaipava, Ribeirão do Bendini, Ribeirão dos Souza, Ribeirão Negro e o Rio Novo; que nasceu de um corte da retificação do Rio Itajaí-Mirim. Recebe igualmente águas dos ribeirões isolados como: Ribeirão da Murta, Caetana e Schneider.

Os Mananciais de abastecimento d'água são o Canal Itajaí-Mirim e Canhanduba.

3.4 Vegetação

O município de Itajaí, apresenta uma cobertura vegetal pouco densa, a qual é constituída principalmente de arbustos e restingas típicas de vegetação litorânea. No interior do município, observam-se os maiores remanescentes florestais, sobretudo nas serras e encostas. Há duas áreas distintas de distribuição vegetal. A planície quaternária, na qual as árvores variam de 10 a 15 metros de altura, destacando-se a figueira de folha miúda, a cupiúva, canela amarela e nas regiões mais úmidas, o ipê amarelo.

Nas serras e encostas, a altura do dossel varia entre 25 e 30 metros, sobressaindo-se a canela preta, peroba, a cupiúva e a canela amarela.

3.5 Leitura espacial

Itajaí tem área de 304 km²; 226 km² são ocupados por usos urbanos e 78 km² por usos rurais.

O último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística /IBGE realizado em 2007 informa, que a população de Itajaí é de 163.218 habitantes.

A situação ocorre em foz de rio – estuário do Itajaí-Açu e divisão da morfologia espacial em dois cenários diferentes e importantes: um trecho Costeiro e outro Estuarino, (Itajaí, 2006).

GERCO (2005) define que Zona Costeira é o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo recursos ambientais, abrangendo a faixa Marítima e a faixa Terrestre – é a faixa do continente que sofre influência direta dos fenômenos ocorrentes na Zona Costeira.

Itajaí destaca-se como cidade-pólo da Região Metropolitana da Foz do Itajaí e sede da AMFRI - Associação dos Municípios da Região da Foz do Rio Itajaí. A localização litorânea é estratégica no litoral Centro-Norte. Nela coexistem diversas atividades; turismo, pesca, maricultura, indústria do pescado e porto mercante, vide Figura 03 e 04.

O porto à jusante, uma centralidade na paisagem do rio é o 2º. em movimentação de cargas no Sul do Brasil, o 1º. em *containers*, dinamiza a economia, é diretamente atingido por assoreamento oriundo de impactos à montante da bacia sofre com a redução do calado, que oscila entre 9 a 11 m de profundidade. Logo é necessária informação batimétrica para a manobra segura de navios.

Sob o foco oceanográfico, e da temática da hidrodinâmica e sedimentologia oceânica, implica uma movimentação de correntes estuarinas e antiestuarinas, afluxo de massa d'água com alta taxa de salinidade adentrando o curso rio Itajaí-Açu, muito além da linha de costa (*shoreline*) e em analogia de água doce saindo da bacia pelo exutório e alcançando o mar aberto (*offshore*).

É certo que o processo acarreta interferências no leito de rio e costa, atua na estabilidade de margens, introduz modificações na profundidade, altera a batimetria e na salinização de mananciais de água potável.



Figura 03- vista aérea dos molhes do Porto de Itajaí e foz do rio

Fonte: autor desconhecido. Disponível em: <www.transportes.gov.br/bit/portos/itajai/PITAJAI.HTM> acesso março de 2008



Figura 04 - vista aérea dos molhes do Porto de Itajaí e foz do rio.

Fonte : Carlos Fernando Priess (2008) disponível em: <www.priess.com.br> acesso março de 2008

A atividade de areeiros no estuário, ainda, inspira cuidados uma vez que os sedimentos dragados muito provavelmente são utilizados para a construção civil na região litoral Centro. O material é totalmente desaconselhável para utilizar como agregado devido a alta concentração de sais. Ao mesmo tempo, a retirada de areia do leito do rio em área estuarina altera a hidrodinâmica e desestabiliza, inclusive, as margens.

3.5.1 Atividades econômicas, uso do solo e conflitos

O Vale do Itajaí sofreu grandes transformações desde que iniciou o processo de colonização.

As mudanças mais radicais referem-se a alterações nos padrões de cobertura e uso do solo, derrubando a Floresta Ombrófila Densa ou Mata Atlântica para utilizar o solo para agropecuária, povoamento e urbanização.

Na foz do rio Itajaí-Açu, ou seja na conurbação Itajaí-Navegantes, que é o foco do presente artigo, o grande problema estão nas encostas e proximidade dos rios, onde o padrão de ocupação até as margens, associado ao tipo de solo arenoso, causa constantes desbarrancamentos. Em alguns casos mais graves, inclusive, residências inteiras deslizam rio abaixo. Ao mesmo tempo, também, ocorrem alagamentos e inundações de assentamentos precários em áreas de várzea, por cheia do rio e/ou da maré, devido ao *lôcus* de estuário.

Um dos grandes conflitos nesse trecho da bacia - Baixo Vale, está relacionado à extração de areia. Apregoando o discurso de que “*contribuem para o desassoreamento do rio*” os areeiros geram problemas ambientais, o que já provocou, inclusive, uma intervenção do Ministério Público. Ainda não são

constatados grandes conflitos quanto ao uso na água na Bacia Hidrográfica do Itajaí-Açu. Isso ocorre, muito provavelmente, em função da abundância de água em toda a Bacia. O volume sendo utilizado ao ano é de: 3.000.000 m³ para gerar hidroeletricidade 300.000 m³, para irrigação, 60.000 m³ para abastecimento urbano e 31.000 m³ para a indústria. Demais detalhes podem ser obtidos no Comitê do Itajaí (2006) e relatórios da ANEEL e ANA.

3.5.2 Os assentamentos “subnormais”

A habitações subnormais constituem um caso divergente do modelo urbano convencional e aceito para o mercado imobiliário formal para efeitos de regularidade fundiária e compra e venda legal. As habitações subnormais são “lotes” invadidos por pobres, que não têm a propriedade, onde prevalece autoconstrução. A aglomeração dessas unidades resulta em favelas, (Ribeiro, 2003).

É previsível, que essas construções precárias não suprem condições de desempenho habitacional; abrigo, estrutura, amenidades, acesso e ocupação adequadas e seguras são uma necessidade humana, no âmbito físico, psicológico e cultural.

Nos últimos 30 anos, Itajaí teve um crescimento demográfico da ordem de 131% e conseqüentemente seu espaço urbano vem sendo ampliado muito rapidamente, e de forma desordenada, ocupando as áreas disponíveis, no caso as planícies de inundação do Rio Itajaí-Açu, Rio Itajaí - Mirim e encostas de morros, principalmente pelo aumento da população pobre.

Para a piora do quadro nos pontos de captação de água em mananciais para abastecimento de 225.000 habitantes, de Itajaí e Navegantes há focos de poluição hídrica dos rios, os quais recebem esgotos domésticos de todo vale do Itajaí.

A dinâmica econômica gera contínuo incremento populacional em Itajaí, mas ocorre a par de planos e gestão urbana em assentamentos “subnormais”, onde a informalidade e irregularidade fundiária predominam. O problema das invasões é da maior gravidade segundo o Secretário de Habitação Social e Regularização Fundiária Manoel Jesus da Conceição, pois atualmente cerca de 40% da área do município de Itajaí encontra-se irregular. Isso representa 115,6 km². O Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Urbano Flávio Macedo Mussi, que é responsável pela Elaboração do Plano Diretor também concorda que são desejáveis ações para reverter o quadro.

Hoje estão contabilizados **29** assentamentos considerados “subnormais”, grande parte deles recentes e sobre áreas ambientalmente frágeis. Essa população inclui mais de 4.000 famílias, cuja renda média é igual ou inferior a 02 salários mínimos e exposta a risco social e ambiental. A diagnose indica uma interface entre a problemática da questão habitacional a social e a ambiental. Nesse âmbito, quase 100% das moradias na beira dos rios despejam os esgotos domésticos sem tratamento, ocupam as margens sem respeitar os limites da mata ciliar:

- a) Faixa de 30m para rios até 10m de largura (ex. Ribeirão Schneider);
- b) Faixa de 50m para rios entre 10 e 50m (Rio Itajaí-mirim);
- c) Faixa de 100m para rios acima de 50m (Rio Itajaí-Açu).

Das 29 áreas de ocupações irregulares; 21 ocupações situam-se em encostas de morros e margens dos rios e ribeirões da cidade; 07 ocupações em áreas públicas e privadas; 04 ocupações nas margens dos Rios Itajaí-Açu e Mirim e Canhanduba, Déficit habitacional regional 36.967 unidades (2.000); Déficit habitacional municipal 4.200 unidades;

A comunidade de Canhanduba reúne 150 famílias, os quais ocupam áreas de mananciais, local de captação da água que abastece mais de 50% da cidade de Itajaí. Relocá-los permite atender a população de baixa renda diretamente envolvida e também demais habitantes de Itajaí.

3.6 A problemática da enchentes no vale do Itajaí

O principal problema, que marca profundamente todo o vale são as enchentes, Mais (2003) A questão do gerenciamento dos recursos hídricos tem importância relevante na Bacia do Itajaí.

O histórico das enchentes perspassa por um processo paralelo - a história da colonização e, inclusive, do seu desenvolvimento. Mesmo porque no período compreendido entre 1850 a 1999, foram registrados 68 eventos em Blumenau, primeiro núcleo de colonização da região e atualmente constitui seu pólo

geoeconômico.

Frotscher (1998) ressalta que os imigrantes contribuíram para elaborar um discurso para enfrentamento das enchentes. Relatório e cartas de Hermann Otto Blumenau, Reihnhold Gaertner, Fritz Muller e outros informam, que no século XIX, em 1852 já havia grande tendência de transbordamento do rio Itajaí a cota de inundação atingiu 16,30m e em 1880 de 17,10m,.

É notável a piora das catástrofes. Dos eventos críticos registradas entre 1850 a 2002, 11 deles ocorreram até 1900, nos 50 anos subseqüentes 20 e nos últimos 50 anos outros 38, (Frank, 2000).

Mattedi (2000) afirma que os impactos das enchentes no Vale do Itajaí caracterizam um problema ambiental, cuja origem remonta ao processo de assentamento dos primeiros núcleos humanos na região em meados do século XIX. É notável, que esses impactos foram sendo construídos socialmente ao longo do tempo. No entanto, os mesmos são apenas o ponto mais evidente de um contínuo processo de degradação; sobrecarga da capacidade assimilativa e regenerativa do ambiente natural, cuja causa reside nos processos de produção do espaço estabelecidos pela colonização estrangeira.

É um consenso, que os problemas ambientais, no vale são a ausência de matas ciliares nos rios; uso do solo; a ocupação indevida de encostas; a descaracterização da paisagem natural do relevo por movimentos de terra; a exemplo de cortes e aterros; a intensificação do desmatamento; práticas agrícolas inadequadas; uso intenso de agrotóxicos na agricultura; poluição das águas seja por dejetos industriais quanto domésticos.

Há, ainda, os problemas de ordem social como o afluxo de população rural para às cidades, e o assentamento precário e não planejado dos migrantes, em ocupação de encostas e zonas ribeirinhas, o que acarretou um aumento do contingente da população em áreas de risco.

3.6.1 As inundações em Itajaí

A população do município de Itajaí, tanto a urbana, quanto a rural, convive, periodicamente com o fenômeno de enchentes que assolam o rio Itajaí-Açu. O município tem sido alvo de cheias ao longo dos anos. Há cinco grandes enchentes registradas na história da cidade. A primeira ocorreu em 1855, a segunda em 1880, a terceira em 1911, e, as duas últimas em 1983 e 1984 consecutivamente, vide figura 05, que assumiram feição de tragédias.

Frank (2000) informa que outro problema, além das enchentes em si é a postura com a qual a população das comunidades ribeirinhas lidam com as enchentes. A urbanização somada ao desenvolvimento técnico parecem ter atuado em sentido contrário ao do crescimento do risco.

A discussão eventual e adoção de medidas ocorreu sempre nos meses ou anos que sucedem as grandes enchentes, como 1911, 1927, 1957 (atingiu a cota 12,83m) e 1983 (cota de 15,34m). As enchentes que porventura ocorrem pouco tempo depois destas, ditas "grandes", auxiliam a manter acesa por mais tempo a mobilização e preocupação com os desastres "naturais".

No período pós-enchente surge maior aprofundamento na discussão de alternativas para enfrentamento, seja de defesa e prevenção. Em oposição, permanece inalterada a disposição das comunidades. Os cidadãos parecem mais interessados somente em usufruir de medidas de defesa contra enchentes, sem se prontificar e/ou dispor a arcar com qualquer tipo de ônus.

A figura 06 mostra as áreas atingidas por enchentes mais recentes.

Essa figura, juntamente com a Figura 07, que expressa as Bacias Hidrográficas de Itajaí foram elaboradas tendo como base para o mapa hidrográfico; base referentes a folha Itajaí, na escala 1:50.000, de onde foram realizadas a:

- a- Inscrição dos ribeirões e córregos, ressaltando tais unidades;
- b- Delimitação das grandes bacias por meio dos seguintes procedimentos;
- c- Classificação de acordo com o escoamento global;
- d- Classificação quanto ao padrão de drenagem; Hierarquização fluvial conforme Strahler (1952);
- e- Análise areal da bacia hidrográfica; e
- f- Área da bacia por Sistema de Informações Geográfica.

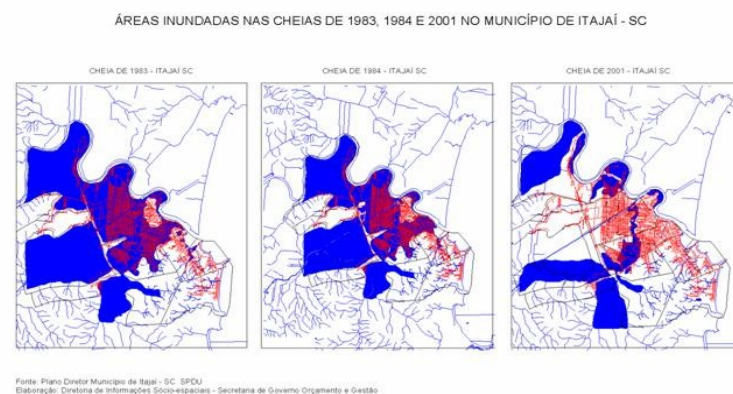


Figura 05 - áreas inundadas nas cheias de 1983, 1984 e 2001 no município de Itajaí
Fonte : Plano Diretor do Município de Itajaí (2006)

Mesmo porque as medidas estruturais, ou seja – barragens - empreendidas desde 1957 não oferecem de 100% garantia de segurança para a população da bacia, ou seja não eliminam o risco. Haja vista que grandes inundações persistem, mesmo, após a conclusão das obras de engenharia.

O estudo de aproveitamento múltiplo do Rio Itajaí e afluentes, do escritório de engenharia Machado da Costa S.A., incluía seis barragens: Norte, Oeste, Sul, Benedito, Subida, Rafael e Itajaí Mirim, vide figura 08. Das cinco barragens de retenção de cheias inicialmente previstas, aquela do Rio Benedito foi considerada dispensável, enquanto a barragem no Rio Itajaí Mirim foi revista após a retificação do rio no seu baixo curso. A construção da Barragem Oeste iniciou em 1964, a Barragem Sul em 1966 e a retificação do Itajaí Mirim em 1963. A obra da Barragem Oeste, com capacidade de $83 \times 10^6 \text{ m}^3$ foi concluída em 1973, da Barragem Sul, com capacidade de $97 \times 10^6 \text{ m}^3$ em 1975. As obras da Barragem Norte iniciaram em 1976, mas enfrentaram muitos obstáculos e foram concluídas em 1992, graças a significativa mobilização popular. A terceira Barragem tem a capacidade de armazenamento de $357 \times 10^6 \text{ m}^3$.

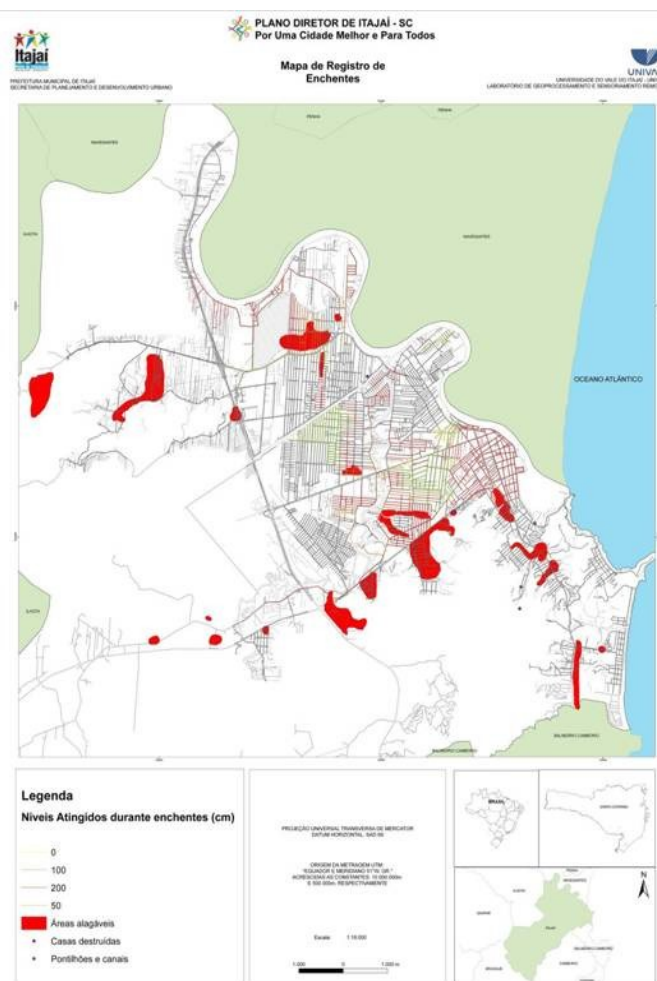


Figura 06- enchentes registradas no município de Itajaí
Fonte : Plano Diretor do Município de Itajaí (2006)

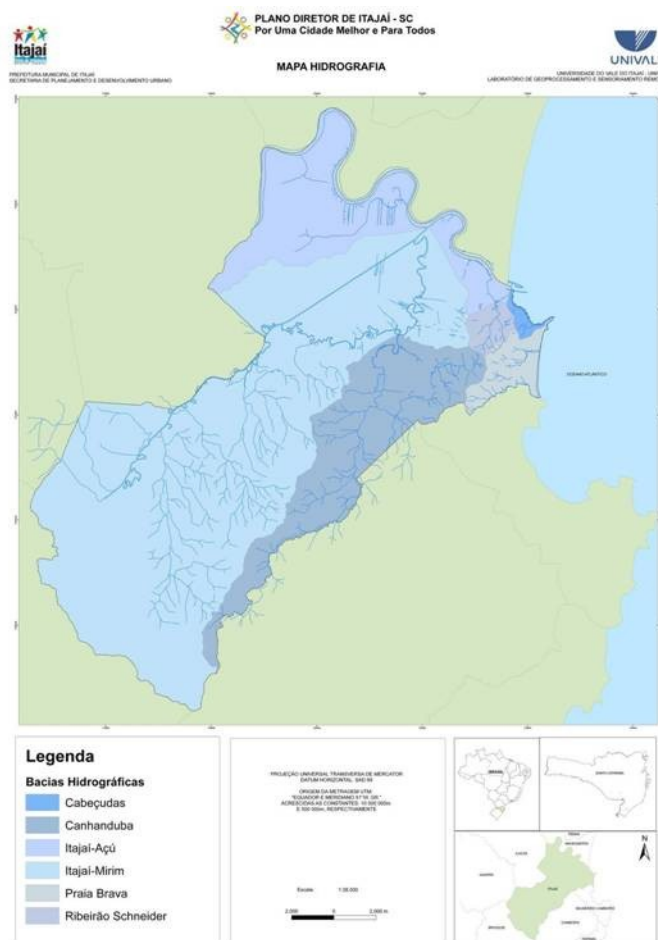


Figura 07 – hidrografia do município de Itajaí
Fonte : Plano Diretor do Município de Itajaí (2006)

Em Itajaí a Defesa Civil foi criada em 1973 através do Decreto lei nº 4.841. A previsão do tempo é fornecida pelo CIRAM- Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia da Empresa de Pesquisas Agropecuárias e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI. Em 2005 foi criada a Coordenadoria de Defesa Civil, através da lei complementar nº 68 de 01 de Dezembro de 2005, subordinada a Secretaria de Segurança e Defesa Social com a finalidade de fazer frente aos desastres que ocorrem no município. A Defesa Civil monitora o nível do rio Itajaí-Açu e transmite *on line* informações de cotas <defesacivil.itajai.sc.gov.br/cotas.php> e picos das enchentes <defesacivil.itajai.sc.gov.br/picos.php> , tábua de marés, entre outras.

A Agência Nacional de Águas/ANA (2008) informa que a confiabilidade da rede telemétrica, que integra o Sistema de Alerta é baixa enfrentando problemas graves de manutenção desde 1990 devido a inconstância no repasse de recursos. **Isso expõe outras vulnerabilidades do Vale.** Das doze (12) estações telemétricas do Vale do Itajaí; de Apiúna, Barragem Oeste, Barragem Bonito,

Blumenau, Brusque, Ibirama, Indaial, Ituporanga, Rio do Sul, Taió, Timbó, Vidal Ramos apenas a de Blumenau encontra-se em perfeito funcionamento. A manutenção das estações é realizada pela Agência Nacional de Energia Elétrica/ ANEEL e Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos/ CLIMERH, mas as estações da Barragem Oeste, Bonito e Indaial do CLIMERH não têm teclado para repassar informações via telemetria.

Atualmente, o Comitê do Itajaí está desenvolvendo um Sistema de Informações da Bacia do Itajaí, assim como um módulo Monitoramento de Cheias como um portal WEB para reunir informações sobre o tema enchentes, bem como temas correlatos. Esse módulo trará informações sobre previsão do tempo, sobre clima, sobre hidrologia. Além disso prevê-se que apresentará uma versão WEB para o sistema de alertas contra enchentes e também serviços para usuários que precisem de informações durante eventos de enchentes ou mesmo similares, (SIBI, 2008).

Muitos moradores de Itajaí defrontam-se ainda com a subida da maré e alagamentos, informa a Defesa Civil. O processo, embora natural, para o Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM) causa inúmeras dificuldades, como exposição a riscos e a doenças como a Leptospirose, (Porto, 2007) e (Zomer, 2007). As marés altas anômalas no município de Itajaí influem diretamente na dinâmica hidrológica do rio Itajaí-Açu e afluentes e, cuja, frequência, nível e intensidade tem sofrido incremento nos últimos anos por elevação do Nível do Mar pelo Aquecimento Global.



Figura 08- barragens na bacia hidrográfica do Itajaí Fonte : IPA / FURB (2004)

4 Conclusões

A mudança do quadro de desastres no vale do Itajaí supõe elaborar planos urbanos, regionais e hídricos conjuntos. Um aspecto bastante positivo é a iniciativa do Comitê do Itajaí em elaborar um Sistema de Informação para Bacia do Itajaí para o Monitoramento de Cheias a nível regional (escala macro), instalação de outras estações telemétricas pela ANA e o Plano Hídrico da Bacia.

Por outro lado, a nível municipal (escala micro) há problemas a serem equacionados, o que prescinde, inclusive, de mapeamentos mais apurados em escala grande na área que é crítica. Isso é premente devido a Itajaí destacar-se no cenário costeiro catarinense, conforme o GERCO “*dentre os municípios que apresentam grande ocorrência de áreas fragilizadas*”.

Os “peixeiros”; habitantes de Itajaí defrontam-se a realidade de um sítio físico, em que : 8,33 % da área municipal é considerada de fragilidade Muito Alta, 23,44 % - Alta, 50,76% - Média, e somente uma área bastante reduzida, onde a fragilidade é Baixa -2,87% e 14,59 % - Muito Baixa.

O cruzamento das áreas inundadas na atualidade, quando comparadas às inundações catastróficas ocorridas em 1983, 1984 e outra menor em 2001, indicam que a área de Risco é significativamente maior do que a considerada pelo poder público em Itajaí.

Isso denota, que o mapeamento de cheias despreza um aspecto prioritário e mais amplo de abordagem- a grande bacia hidrográfica do Itajaí-Açu – que deságua nessa área de foz (jusante) e que por propriedade o estuário, sobre o qual está assentada a cidade é inundável.

Mais ainda, o “mapa de cheias” do Plano Diretor de 2006 para Itajaí tende para o mapeamento temático ignorando a modelagem hidrológica, que imprescindível numa cartografia dessa natureza.

Nesse contexto, as vazões “produzidas” pelas vertentes a montante, bem como a probabilidade de ocorrerem novamente enchentes, cuja recorrência seja igual ou superior ao período de 100 anos que são catastróficas no Itajaí-Açu, superando a cota topográfica 17m, não estão sendo consideradas para efeitos de planejamento e gestão urbanística.

Verifica-se, contudo, que apesar dos estados de alerta, das calamidades a expansão urbana, planejada ou informal, segue desconsiderando o perigo da ocupação humana por usos permanentes. Nelas há, hoje,

diversos assentamentos subnormais, ou formais; persistem loteamentos do mercado-imobiliário, o que inspira medidas para redução de riscos.

O sítio de Itajaí é a foz de rio e exutório de grande bacia hidrográfica em planície litorânea e situadas sobre solos *Glei*, que possuem textura argilosa e baixa capacidade de carga admissível, onde a drenagem para camadas inferiores é dificultada, aumentando o escoamento superficial.

Além de que, são áreas saturadas e alagadiças, cujo lençol freático ocorre próximo à superfície. Nesse locus precisa haver restrição ao uso urbano tendo em vista o tipo de solo e sua instabilidade geotécnica. Além das dificuldades intrínsecas envolvendo as fundações dos edifícios (subsistência, solapamentos), sustentação de aterros, que encarece o custo das obras de drenagem, escavações e das próprias edificações. Logo, merecem ser traçadas medidas preventivas na legislação urbanística, inclusive quanto ao porte das edificações, o que evita a generalização de futuros problemas de patologia estrutural.

Nessa área a hidrodinâmica costeira também influencia na estabilidade geotécnica. Isso depreende uma modelagem hidrológica minuciosa alimentado por dados diversos. O mapeamento de Risco, portanto, é uma condição *sine qua non* para o uso adequado do estuário e das várzeas sobre a qual se assentam os municípios.

Outro problema refere-se à escala. A base cartográfica do IBGE em escala da 1 : 50 . 000, fornece um grau de detalhes muito pequeno para prover a acurácia necessária principalmente para suprir demandas da Defesa Civil instrumentalizar a decisão e conscientizar as comunidades na prevenção no que concerne ao Risco, tanto à inundações como à escorregamentos e outros.

O estudo de fragilidade ambiental realizado pelo GERCO permite identificar em maior ou menor grau a vulnerabilidade, através de *overlays* sobreposição cartográfica (declividade e geologia), junto com dados e observações de outros temas (hypsometria e hidrografia) na escala 1 : 50.000.

É notável, entretanto, que mesmo numa escala pequena há falta de temas disponíveis, como geomorfologia e classes de solos. Obviamente, na escala 1: 50.000 os *overlays* não permitem obter um refinamento maior no mapa final e a análise detalhada de municípios, a exemplo de Itajaí.

Logo, aplicação de escala reduzida para estudos de Risco é bastante discutível.

Numa área onde os riscos são muito altos em função do *locus* predominantemente plano, cuja altitude média é de 1 m acima do nível do mar é indispensável adotar uma base cartográfica em escala 1: 2 .000 e 1: 1 .000 ou maior 1: 500 para ter maior grau de detalhamento altimétrico necessário ao mapeamento de risco e estudo de vulnerabilidade. Caso contrário o traçado de estratégias de enfrentamento de fenômeno e para a área e traçar planos de contingência.

Outro problema é a deficiência do Cadastro Técnico Multifinalitário, desatualização de dados e/ou informações, de base cartográfica em escala compatível, cuja qualidade geométrica e temática seja plausível para elaborar o mapeamento de risco. A recomendação tange ao Re-ordenamento Territorial em larga escala e Restauração Florestal e de Matas Ciliares em diversas áreas de risco de inundação. Isso supõe adotar a GT em áreas críticas com foco ecossistêmico nos conflitos; Cartografia de Risco e SIG instrumentalizando planos e gestão hídrica nas bacias hidrográficas com drenagem Atlântica.

O grande entrave é a falta ou defasagem temporal de mapeamento e sua escala reduzida, o que dificulta a implementação da Cartografia de Risco associada a planos e gestão territorial. Os temas são de grande amplitude e relevância técnico-científica para ambos os países. Inseridos nos grandes temas acima relacionados estão assuntos como: análise espacial, seqüestro de carbono, cartografia de base, cartografia temática, sensoriamento remoto, geoprocessamento, e outros.

Quando se trata de tomada de decisões, é necessário que se consiga identificar e localizar os riscos “naturais” no meio físico e conhecê-los em qualidade e quantidade. É imprescindível sua espacialização, diagnóstico e o conhecimento os conflitos gerados pelo uso de áreas de baixa estabilidade geotécnica e susceptível a inundações, escorregamentos e outros.

Do ponto de vista tecnológico-científico esse tipo de figura representa os erros inerentes a uma abordagem estreita e limitada do problema, uma vez que utiliza base cartográfica, com escala muito reduzida para a finalidade que pretende – mapear enchentes.

Esses erros são produzidos por uma combinação nociva. Primeiro, utiliza cartografia inadequada e precária para a finalidade. Uma vez somada a modelagem hidrológica incoerente e induz a produtos

equivocados, onde o Risco parece ser irrisório.

Mais ainda, esse tipo de Mapeamento de Risco, tão somente não serve ao poder público e à Defesa Civil para prevenir desastres, como coloca a população civil e setores produtivos num patamar bastante perigoso e susceptível a causar danos muito graves e perda de vidas humanas pela ocupação em densidade de áreas de risco muito alto.

A própria Agência Nacional de Águas/ANA reconhece a baixa confiabilidade da rede telemétrica, que integra o Sistema de Alerta do Vale do Itajaí, o que agrava o problema das catástrofes.

Itajaí, por tratar-se de um cidade de porte médio e ainda pouco densa e extensa, ainda tem a possibilidade de preparar-se para o futuro. A maneira mais profícua de evitar e prevenir fenômenos catastróficos é elaborar e implementar medidas não-estruturais como estratégias para reverter o quadro a médio e longo prazos.

5 Referências Bibliográficas

- ANA. Agência Nacional de Águas.** *Hidroweb*. Santa Catarina. Disponível em: <hidroweb.ana.gov.br/> acesso em 30 de março de 2008.
- Aumond, J.; Pinheiro, A.; Frank, B.** *Bacia do Itajaí: Aspectos Físicos e Biológicos*. Blumenau: FURB, 2003
- Barnetche, D. ; Moretti, S. D.** *Mapeamento de risco de deslizamentos e enchentes da bacia do Rio Vadik : aspectos físicos e de ocupação urbana*. In Anais do I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais. UFSC, Florianópolis. 2004.
- Bigarella, J.; Becker, R. ; Santos, G. F.; Passos, E.; Hermann, M. L. P.; Mendonça, M.; Salamuni, E.; Suguio, K.** *Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais*. Vol. I. Florianópolis: Editora da UFSC. 2007. 425p. 2 ed.
- Blumenau, H. O.** *Deutsche Kolonie Blumenau in der Provinz Santa Catarina in Süd-Brasilien*. A colônia alemã Blumenau na província de Santa Catarina no Sul do Brasil. Blumenau : Cultura em Movimento e Fundação Cultural de Blumenau, 2002. 260p.
- Bohn, N. E Frank, B.** *A Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí e o Processo de Criação do Comitê do Itajaí*. In: Novos olhares sobre Blumenau, Blumenau, EDIFURB, 2000.
- Braun, H.** Blumenau: *alles blau*. Florianópolis : Paralelo 27, 1992. 155p.
- Caldasso , A.L.S. et al.** *Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*, Folha Brusque, SG. 22-Z-D-II-1, Estado de Santa Catarina. Brasília: DNPM/CPRM, 1995. Escala 1:100. 000.
- Canholi, A. P.** *Drenagem urbana e controle de enchentes*. São Paulo : Oficina de textos, 2005.
- Caruso, Jr; Araújo, S.A.** *Mapa Geológico da Folha Itajaí*. Escala 1:50. 000. (não publicado) Centro Tecnológico de Ciências da Terra e do Mar-CTTMar/Univali. Itajaí, 1999.
- Caruso Jr., F.; Krebs, A.J.; Wildner, W.; Araújo, S.A.; Diehl, F.L.; Frasson, H. Carmo V.B.** *Mapa Geológico da Folha Camboriú*, escala 1:50.000. Anais do Simpósio Brasileiro de Praias Arenosas. Itajaí, 2000.
- Collischon, E. ; Rauber, A.** *Inundação x crescimento urbano – estudo de caso na cidade de Venâncio Aires – RS*. In Anais do I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais. UFSC, Florianópolis. 2004.
- Comitê do Itajaí. Agência de Água do Vale do Itajaí.** Disponível em: < www.comiteitajai.org.br/hp/index.php > 31 de março de 2008
- Conceição, M. J.** *entrevista concedida aos autores pelo Secretário de Habitação de Interesse Social e Regularização Fundiária* em 21 de setembro de 2007. Itajaí : SHISRF, 2007.
- Cristo, S. S. V. ; Hermann, M. L. P.** *Metodologia aplicada à análise de áreas susceptíveis a riscos naturais no setor leste da bacia hidrográfica do Rio Itacorubi*, Florianópolis-SC. In Anais do I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais. UFSC, Florianópolis. 2004.
- Fraga, N. C.** *Enchentes no vale do Itajaí: obras de contenção*. Blumenau: Cadernos, 2001. Jan.-fev. 12.p.102
- Frank, B. , ...** .In: Interfaces da gestão de recursos hídricos. MUNHOZ, H.R (org.), Brasília: SRH, 2000.
- _____.** *Uma abordagem para gerenciamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu com ênfase no problema das enchentes*. Tese. Doutorado em Engenharia de Produção. Florianópolis : UFSC, 1995. disponível em:<www.eps.ufsc.br/teses/beate/indice/index.html> acesso em março de 2004.
- Frank, B.; Pinheiro, A.** (org.) *Enchentes na bacia do rio Itajaí*. Blumenau : ediFURB/IPA, 2003. 237p.
- Frotscher, M.** *Da celebração da etnicidade teuto-brasileira à afirmação da brasilidade: ações e discursos das elites locais na esfera pública de Blumenau*. Tese. Doutorado em História. Florianópolis : UFSC, 2003. disponível em : <www.tede.ufsc.br/teses/PHST0199.pdf> acesso em março de 2004
- _____.** *Blumenau e a convivência com enchentes*. Geosul. Florianópolis: UFSC, 1998. 26. p.96-108
- Frotscher, M.; Flores, M. B. R.** *Etnicidade e trabalho alemão : outros usos e outros produtos do labor humano*. Florianópolis : UFSC, 1998. 191f.
- Ferreira, C.; Frotscher, M.** *Visões do Vale: perspectivas historiográficas recentes*. Blumenau: NL, 2000.
- Ferreira, M. C.** *Utilização de modelos digitais de terreno na estimativa de enchentes em bacias hidrográficas: uma avaliação preliminar em escala regional*. Geociências. São Paulo: UNESP, 1997.
- GERCO.** Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro. Governo do Estado de Santa Catarina. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável-SDS. Estudo de capacidade/potencial do uso das terras do projeto gerenciamento costeiro integrado nos municípios da península de Porto Belo e entorno, e da foz dos rios Camboriú e

Itajaí – SC. Florianópolis, 2005. Disp.:

<www.sds.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=32&Itemid=46&lang=> Março 2008

Goulart, D.R.; Jacques, P.D.; Dantas, M.E.; Cunha, M.F.R.; Almeida, I.S. Mapeamento do uso do solo para o reordenamento territorial e gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Araranguá região Sul de Santa Catarina. Disponível : <www.cprm.gov.br/rehi/simposio/dehid/decio.pdf> ac. 31 de março de 2008

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades: Santa Catarina- Itajaí*. Disponível em : <www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> acesso em 17 de março de 2008.

_____. *IBGE registra efeitos do aquecimento global na costa brasileira*. Disp.: <www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=916&id_pagina=1> ac. junho 2007

IPA. *Institutos de Pesquisas Ambientais da FURB*. Blumenau : Fundação Universidade Regional de Blumenau. (FURB), 2004. Disponível em : <www.furb.br/2005/ipa.php?secao=4436> acesso março de 2007.

IPT. MCIDADES. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Ministério das Cidades. *Mapeamento e gerenciamento de áreas urbanas com risco de escorregamentos, enchentes e inundações*: curso. Brasília, s/d.

Itajaí. Prefeitura Municipal de Itajaí. *Aspectos físicos e geográficos*. Itajaí : PMI, 2008. disponível em: <www.intranews.com.br/interna.php?url=geral_mostrar%7Cid=34> acesso 30 de março de 2008.

_____. Perfil de Itajaí. Itajaí : PMI, 2006. disp.: <www.itajai.sc.gov.br/sedeer/Perfil_de_itajai_2006.doc>

_____. *Leitura Técnica da Cidade*. Disponível em.: <planoadm.itajai.sc.gov.br/tmp/lt.pdf> Acesso em: 16 de setembro de 2007.

Keller, E A . *Environmental geology*. New Jersey. Prentice Hall. 1996

Konder, M. *Aspectos de Santa Catarina: valle do Itajaí*. Blumenau : Tup. G. Artur Koehles. 19--.

Lessa, H. *Enfrentando as enchentes*. Blumenau: Cadernos BPP, 1999. dez.-jan. no. 76. p 455-47.

Lima, R. E. *Uso dos solos e dos rios*. Curitiba,UFPR –NIMAD. 2000. 194p.

Mais, I. L. *Bacia 19 - Bacia do Rio Itajaí: Santa Catarina*. Blumenau : Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-SC e Instituto de Pesquisas Ambientais da Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB), 2001.Disp. : <www.marcadagua.org.br/bacia19.htm> ac. Março de 2008.

_____. (org). *Projeto Marca d'água.relatórios preliminares 2001: A Bacia do Rio Itajaí, Santa Catarina– 2001* Brasília : Projeto Marca d'água, 2003. Disp. : <www.marcadagua.org.br/itajai.pdf> ac. Março de 2008.

Marcelino, E. V. ; Goerl, R. F. ; Rudorff, F. M. *Distribuição espaço-temporal de inundações bruscas em Santa Catarina*. In Anais do I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais. UFSC, Florianópolis. 2004.

Montgomery, C. W. *Environmental geology*. WCB/ Mc Graw Hill, Boston, 1997.

Murck,B.W.; Skinner, B.J. Porter, S.C. *Environmental Geology*.. New York, Willey & Sons, 1996.

Mussi, F.M. *entrevista concedida aos autores pelo Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Urbano (Secretaria responsável pela Elaboração do Plano Diretor)* em 19 de setembro de 2007. Itajaí : SPDU, 2007.

Nobre, C. *Palestra proferida no XII Encontro Nacional da ANPUR*. Belém: UFPA, 2007.

Oliveira, E. L. A. ; Robaina, L. E. S. ; Recksiegel, B. W. *Metodologia utilizada para o mapeamento de áreas de risco geomorfológico*.. In: Anais Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais. Florianópolis : UFSC, 2004. (a)

Oliveira, F. H. ; Pinto, J. F. ; Wosny, G. C. ; Dal Santo, M. A. *Utilização de geotecnologias para avaliação do risco ambiental da bacia hidrográfica do Rio Itacorubi*. In Anais do I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais. UFSC, Florianópolis. 2004. (b)

Oliveira, P.S.G. *Estudo das várzeas visando o controle de cheias urbanas e a restauração ecológica : o caso do parque linear do Ribeirão das Pedras, em Campinas*.. Tese. Doutorado em Engenharia Agrícola. Campinas : UNICAMP, 2004. disp.: <libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000375856> ac. 31 de março de 2008.

PMI. SMPDU. Prefeitura Municipal de Itajaí. Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. *Plano diretor de Itajaí Versão aprovada pelo Núcleo Gestor em 21/09/2006*. Disponível em: <planoadm.itajai.sc.gov.br/tmp/projeto_de_lei_pd_itajai_09%2028_FINAL.doc> ac. 22 de setembro de 2007.

Porto, M. *Itajaí: Maré sobe e causa alagamento*. Florianópolis : DC, 2007. 12 de julho. Geral.p. 37.(a)

Porath, S. L. *A paisagem dos rios urbanos: a presença do rio Itajaí-Açu na cidade de Blumenau*. Dissertação. Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis: UFSC, 2004. 150p. disponível em : <www.tede.ufsc.br/teses/PARQ0003.pdf> acesso em março de 2004.

Priess, C.F. Diretoria de Indústria, Comércio e Serviços. *Fotos*.<www.priess.com.br>março 2008.

Rauh, R. C. Ruiz, E. A. *Blumenau em imagens: fotografos e fotografias como fonte de estudos da história da colônia Blumenau (1850-1930)*. Dissertação. Mestrado em História . Florianópolis : UFSC, 1992. 389p.

Ribeiro, C. R. V. *A dimensão simbólica da arquitetura*. Belo Horizonte: FUMEC, 2003.

Rohling, E.; Grant, K.; Hemleben, Ch.; Siddall, M.; Hoogakker, B. A. A.; Bolshaw, M.; Kucera. M. *High rates of sea-level rise during the last interglacial period*. In: Nature: Geoscience. London: Nature Publishing Group, 2008. p. 38-42. january. Disponível em: <www.nature.com/ngel/journal/v1/n1/pdf/ngel.2007.28.pdf> acesso em Janeiro de 2008

Santana, C. L. ; Souza, C. R. G. ; Harari, J. *Correlação de dados pluviométricos, fluviométricos e maregráficos em eventos de enchentes/ inundações no baixo Rio Ribeira de Iguape (SP)*. In Anais do I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais. UFSC, Florianópolis. 2004.

Santos, I. Kobiyama, M. *Delimitação espacial de diferentes processos erosivos na bacia do rio Pequeno, São José dos Pinhais-PR*. Anais do I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais. UFSC, Florianópolis. 2004.

Sass, M. D. *Blumenau e sua história*. Florianópolis : Lunardelli, 1980. 780p.

Scariot, N.; Pires, C. A. F.; Robaina, L.E. *Processos de riscos ambientais associados a desastres naturais no*

- município de Santa Maria-RS*. In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Rio de Janeiro : UERJ, 2003. <geografia.igeo.uerj.br/xsbgfa/cdrom/eixo3/3.3/223/223.htm> ac. 31 de março de 2008.
- SIBI**. Sistema de Informação da Bacia do Itajaí : monitoramento das cheias. disponível em: <sibi.furb.br:8083/sibi/monit_cheias.php> acesso 31 de março de 2008.
- Siebert, C. F.** *Indústria e Estado : a reestruturação produtiva e o reordenamento territorial do médio Vale do Itajaí*. Tese. Doutorado em Geografia. Florianópolis : UFSC, 2006. Disponível em : <www.tede.ufsc.br/teses/PGCN0288.pdf> acesso em março de 2008.
- Siebert, C. F.; Pimenta, M. C. A.** *A evolução urbana de Blumenau: o (des)controle urbano e a exclusão sócio-espacial*. Dissertação. Mestrado em Geografia. Florianópolis : UFSC, 1999. 190p.
- Souza, C.M.M.** *Avaliação ambiental estratégica como subsídio para planejamento*. Tese. Doutorado Ciências Humanas. Florianópolis : UFSC, 2003. disp.:<www.tede.ufsc.br/teses/PICH0021.pdf> ac. em Março 2004.
- Souza, C. R. G.** *Risco a inundações, enchentes e alagamentos em regiões costeiras*. In Anais do I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais. UFSC, Florianópolis. 2004.
- Tchud, J. J.** *As colônias de Santa Catarina*. Blumenau : Fundação Casa Dr. Blumenau, 1988. 95p.
- Theis, I. M.** *Processo de Acumulação em Blumenau: Uma Interpretação Crítica*, In: Nosso Passado (In)comum, Blumenau : EDIFURB, 2000.
- Theis, I. M.; Mattedi, M.A.; Tomio, F. R. L.** (org.) *Novos olhares sobre Blumenau: contribuições críticas sobre seu desenvolvimento recente*. Blumenau : EdIFURB, 2000. 400p.
- _____. *Nosso passado (in)comum*. Blumenau : EdIFURB, 2000. 400p.
- Tucci, C.E.M.**(org.) *Hidrologia. Ciência e aplicação*. Porto Alegre: UFRGS/Abrh, 2004. 940p. 3ed.
- Wikipedia**. *Subsistência*. Disponível em : <pt.wikipedia.org/wiki/Subsist%C3%Aancia> ac. março de 2008.
- WMO**. World Meteorological Organization UNEP. United Nations Environment Programme, 2007. *IPCC. International Panel for Climatic Change*. Disp. <www.ipcc.ch> : ac. em 31 de Maio 2007.
- Valente, A.L.S.** *Uma Metodologia para determinação de Áreas de Risco, através de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto*. In: Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador : INPE, 1996. disp. : < marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.03.08.46/doc/T2.pdf> ac. 31 de março de 2008
- Vieira, C. V. ; Oliveira, F.A.** *A cartografia digital como subsídio na análise geomorfológica do Morro dos Sargentos – Joinville/ SC*. In Anais I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais. UFSC, Florianópolis. 2004.
- Zomer, P.** *Itajaí : Mortandade de peixes assusta em Itajaí. Floração de algas nocivas pode ser a principal causa*. Florianópolis: Diário Catarinense, 2007. 23 de agosto. Ambiente. p. 34 (b)

6 Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq)
e Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-HIDRO) pela bolsa de estudos concedida à doutoranda

à Prefeitura Municipal de Itajaí, demais Secretarias, respectivos Secretários e Técnicos pelas entrevistas concedidas