

Maikon Passos Amilton Alves

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS FATORES AMBIENTAIS NOS
EVENTOS DE INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
VALE DO ITAJAÍ: NOVEMBRO DE 2008 E SETEMBRO DE
2011**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação
em Geografia da Universidade Federal
de Santa Catarina, como requisito
parcial à obtenção do título de
Bacharel em Geografia.

Orientador: Profa. Magaly Mendonça,
Dra.

Florianópolis
2013

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

A ficha de identificação é elaborada pelo próprio
autor

Maiores informações em:
<http://portalbu.ufsc.br/ficha>

Maikon Passos Amilton Alves

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS FATORES AMBIENTAIS NOS
EVENTOS DE INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
VALE DO ITAJAÍ: NOVEMBRO DE 2008 E SETEMBRO DE
2011**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Geografia, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação Bacharel em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 21 de Junho de 2013.

Prof.^a, Dr.^a Rosemy Nascimento
Coordenador do Curso de Geografia

Banca Examinadora:

Prof.^a, Dr.^a Magaly Mendonça
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof., Dr. Alberto Elvino Franke
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Maurici Amantino Monteiro
Fundagro

Dedico esta monografia a meus pais, pela educação, incentivo e responsabilidade para formação como cidadão e profissional. Todo respeito e admiração a eles!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, aos meus pais e meus irmãos por tudo, pois sem minha família nada seria possível. Principalmente a minha mãe pelo seu amor imenso, pela dedicação e compreensão, e pelo cafezinho quando voltava da faculdade “tarde” da noite, e ao meu pai, a pessoa que mais me incentivou nos estudos, e pela ajuda financeira ao longo de minha formação acadêmica.

A minha namorada Liz Brazeiro pela paciência, apoio e companheirismo nas horas difíceis.

A toda equipe, de meteorologistas e técnicos em meteorologia, do setor de Previsão de Tempo e Clima da Epagri/Ciram, que de alguma forma contribuíram e incentivaram a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de faculdade, pela troca de conhecimentos durante todo o período da graduação, especial aos meus amigos Leandro Amaral, Leonardo Costa, Jonatta Pereira, Guilherme Albino e Rafael Brito pelas risadas, companheirismo e amizade.

A defesa Civil do Estado de Santa Catarina, pelo fornecimento dos dados referentes aos danos causados pelas inundações, especial ao Frederico Rudorff e a Eliza Macedo pela atenção e atendimento.

Aos convidados da banca que aceitaram o convite, e dispuseram de seu tempo para contribuir com sua experiência e conhecimento.

Ao meu grande companheiro e amigo, Dr. Maurici Monteiro, que teve papel fundamental na elaboração desta monografia, pelas dicas, conversas e principalmente pela sua simplicidade.

Em especial a professora e orientadora desta monografia Prof.^a Dr.^a Magaly Mendonça, pela sua disponibilidade, interesse e orientação.

E por fim, a todos os professores que ao longo do curso compartilharam seus conhecimentos e experiências, colaborando com minha formação acadêmica.

“O mundo é formado não apenas pelo que já existe, mas pelo que pode efetivamente existir.”
(Milton Santos).

RESUMO

Foi desenvolvida nesta monografia uma análise comparativa das inundações de novembro de 2008 e setembro de 2011 na bacia hidrográfica do Vale do Itajaí, do ponto de vista meteorológico, social e econômico. Os procedimentos metodológicos se basearam numa abordagem qualitativa, dividida em duas partes principais, a primeira desenvolvida com intuito de identificar os possíveis sistemas e/ou fenômenos meteorológicos responsáveis pelos eventos de inundações na bacia hidrográfica do Vale do Itajaí no período de novembro de 2008 e setembro de 2011, e a segunda objetivou caracterizar as perdas/prejuízos com base nos registros dos formulários de avaliação de danos (AVADANS) da Defesa Civil, decorrente das inundações nos períodos relacionados acima. Os resultados encontrados demonstraram que, os sistemas meteorológicos atuantes não foram os mesmos nos eventos de inundações estudados, e que a inundação de novembro de 2008 ocasionou maiores perdas para a sociedade do que a de setembro de 2011, embora a de setembro tenha afetado um número maior de pessoas na área em estudo.

Palavras-chave: Desastre, inundação, dinâmica atmosférica, danos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da Bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu.	28
Figura 2 – Bacia do rio Itajaí-Açu, mostrando a rede de canais fluviais e as sub-bacias principais.....	36
Figura 3 – Elevação do nível de um rio provocada pelas chuvas, do nível normal até a ocorrência de uma inundação.	46
Figura 4 – Diferenças entre inundação gradual e brusca	47
Figura 5 – Imagem sinótica do dia 24/07/2009 das 15:45h	56
Figura 6 – Campo de vento das 12UTC do dia 03de Janeiro de 2009 no nível de 200 hPa.....	57
Figura 7 – Imagem sinótica do dia 04/05/2012 as 9:45h.	59
Figura 8 – Carta sinótica das 11UTC do dia 20 de setembro de 2009. .	61
Figura 9 – Corrente de jato do mês de agosto de 2012.	62
Figura 10 – Carta sinótica das 12UTC do dia 09 de dezembro de 2008.	64
Figura 11 – Regiões dos Ni�os.	65
Figura 12 – Série temporal do �ndice de ODP	68
Figura 13 – Anomalias de pressão atmosférica na superfície do mar, em hPa, com respeito a normal climatológica (1961-1990) no período de setembro, outubro e novembro de 2008.....	77
Figura 14 – Gráfico de Distribui�o da chuva no município de Indaial, de Setembro até o início de novembro.	78
Figura 15 – (A) Campo de Pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura para o dia 19 de novembro de 2008 às 12UTC (9h). (B) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 19 de novembro de 2008 às 12UTC	79
Figura 16 – (a) Campo de Pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura para o dia 20 de novembro de 2008 as 12UTC (9h). (b) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 20 de novembro de 2008 as 12UTC.	80
Figura 17 – (a) Linha de corrente em 500 hPa para o dia 21 de novembro de 2008 às 12UTC. (b) Campo de Pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura para o dia 21 de novembro de 2008 as 00UTC (21h). (c) Carta sinótica- Metar- das 08UTC do dia 21 de novembro de 2008. Plotagem e análise realizada por Daniel Calearo. .	82
Figura 18 – (a) Carta sinótica- Metar - das 23UTC do dia 22 de novembro de 2008. Plotagem e análise realizada por Daniel Calearo. (b) Linha de corrente em 500 hPa para o dia 22 de novembro de 2008 as 12UTC. (c) Carta de altos níveis, 500 hPa, do horário das 00UTC do dia	

22 de novembro de 2008, Plotagem e análise realizada por Daniel Calearo.....	84
Figura 19 – (a) Campo de Pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura para o dia 23 de novembro de 2008 as 12UTC. (b) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 23 de novembro de 2008 as 12UTC. (c) Carta sinótica- Metar - das 09UTC do dia 23 de novembro de 2008. Plotagem e análise realizada por Anderson Monteiro. (d) Linha de corrente em 500 hPa para o dia 23 de novembro de 2008 as 00UTC.	86
Figura 20 – (a) Carta sinótica- Metar - das 11UTC do dia 25 de novembro de 2008. Plotagem e análise realizada por Anderson Monteiro. (b) Linha de corrente em 500 hPa para o dia 25 de novembro de 2008 as 12UTC.....	87
Figura 21 – (a) Representação dos sistemas meteorológicos na superfície e no ar superior, sobre uma imagem de satélite Goes 12 – canal infravermelho, do dia 05/09, às 14:15UTC. Fonte: Epagri/Ciram. (b) Carta sinótica- Metar- das 10UTC do dia 05 de Setembro de 2011. Plotagem e análise realizada por Anderson Monteiro. (c) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 05 de setembro de 2011 as 12UTC (d) Corrente de Jato em 250hPa do dia 05/09/11 às 12UTC.....	90
Figura 22 – (a) Imagem de satélite Goes 12– canal infravermelho, do dia 06/09, às 12UTC. Fonte: CPTEC/INPE. (b) Campo de Pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura para o dia 06 de setembro de 2011 às 12UTC (c) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 06 de setembro de 2011às 12UTC. (d) Corrente de Jato em 250 hPa para o dia 06/09/11 às 12UTC.	93
Figura 23 – (a) Representação dos sistemas meteorológicos na superfície e no ar superior, sobre uma imagem de satélite Goes 12 – canal infravermelho, do dia 07/09, às 13:45UTC. Fonte: Epagri/Ciram. (b) Campo de Pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura para o dia 07 de setembro de 2011às 12UTC. (c) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 07 de setembro de 2011 às 12UTC. (d) Corrente de Jato em 250 hPa para o dia 07/09/11 às 12UTC.	95
Figura 24 – (a) imagem de satélite Goes 12 – canal infravermelho, do dia 08/09, às 12UTC. Fonte: CPTEC/INPE. (b) Carta sinótica- Metar- das 10UTC do dia 08 de Setembro de 2011. Plotagem e análise realizada por Anderson Monteiro. (c) Linha de corrente em 850hPa para o dia 08 de setembro de 2011 as 12UTC. (d) Corrente de Jato em 250 hPa para o dia 08/09/11 às 12UTC.	98
Figura 25 – (a) Representação dos sistemas meteorológicos na superfície e no ar superior, sobre uma imagem de satélite Goes 12 – canal	

infravermelho, do dia 09/09, às 17:45UTC. Fonte: Epagri/Ciram. (b) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 09 de setembro de 2011 às 12UTC. (c) Corrente de Jato em 250 hPa para o dia 09/09/11 às 12UTC.	100
Figura 26 – Distribuição diária da precipitação em Blumenau em novembro de 2008.....	102
Figura 27 – Recordes de novembro e respectivos anos de ocorrência (estações da Epagri/Ciram e ANA).....	104
Figura 28 – Recordes de novembro de 2008, comparados com julho de 1983 e outros meses.	105
Figura 29 – Acumulado de precipitação em mm, observada por estações de superfície (dados do INMET, Epagri/Ciram e ANA).	106
Figura 30 – Evolução temporal dos níveis dos rios de Blumenau, Brusque, Rio do Sul, Taió e Timbó entre os dias 22 e 24 de Novembro de 2008.....	107
Figura 31 – Caracterizações das Situações para o enfrentamento de inundações. (NA= Nível da Água).....	108
Figura 32 – Distribuição diária da precipitação em Rio do Campo em Setembro de 2011.	110
Figura 33 – Recordes de setembro e respectivos anos de ocorrência (estações da Epagri/Ciram).	112
Figura 34 – Acumulado de precipitação em mm, observado por estações de superfície (dados do INMET, Epagri/Ciram e ANA).	113
Figura 35 – Evolução temporal dos níveis dos rios de Blumenau, Brusque e Taió entre os dias 07 e 09 de Setembro de 2011.....	114
Figura 36 – Anomalia de TSM em novembro de 2008, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C para anomalias até 1°C. Para anomalias maiores que 1°C, o intervalo é de 1°C.....	115
Figura 37 – Anomalia de TSM em setembro 2011, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C para anomalias até 1°C. Para anomalias maiores que 1°C, o intervalo é de 1°C.....	117

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Municípios por setores da Bacia do Valei do Itajaí.....	29
Quadro 2 – Classificação dos desastres em relação à intensidade.....	44
Quadro 3 – Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais.....	48
Quadro 4 – Alguns conceitos utilizados para definir as inundações bruscas.....	49
Quadro 5 – Tipologia de danos decorrentes de inundações em área urbanas.....	53
Quadro 6 – Localização das estações meteorológicas e hidrológicas ...	71
Quadro 7 – Localização das estações hidrológicas	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação de eventos de El Niño e La Niña por trimestre dos anos de 2008 e 2011.....	73
Tabela 2 – Índice da ODP mensal no período de 2008 a 2011.	73
Tabela 3 - Totais pluviométricos (mm), médias mensais (mm) em municípios da bacia hidrográfica do Vale do Itajaí.....	101
Tabela 4 - Precipitação acumulada em novembro de 2008 nos municípios da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí.	102
Tabela 5 – Totais pluviométricos (mm), médias mensais (mm) em municípios da bacia hidrográfica do Vale do Itajaí.....	109
Tabela 6 – Precipitação acumulada em novembro de 2011 nos municípios da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí.	110
Tabela 7 – Perdas humanas dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de novembro de 2008...	120
Tabela 8 – Perdas materiais dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de novembro de 2008...	121
Tabela 9 – Perdas ambientais dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de novembro de 2008...	123
Tabela 10 – Perdas econômicas dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de novembro de 2008...	125
Tabela 11 – Perdas sociais dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de novembro de 2008...	127
Tabela 12 – Perdas humanas dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de Setembro de 2011....	129
Tabela 13 – Perdas materiais dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de Setembro de 2011....	130
Tabela 14 – Perdas ambientais dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de Setembro de 2011....	132
Tabela 15 – Perdas econômicas dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de Setembro de 2011....	134
Tabela 16 – Perdas sociais dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de Setembro de 2011....	136

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	25
1 APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	27
1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	27
1.2 BREVE HISTÓRICO DA COLONIZAÇÃO E OCUPAÇÃO DO VALE DO ITAJAÍ.....	30
1.2.1 Histórico das inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu	32
1.3 DESCRIÇÃO DOS ASPECTOS NATURAIS E ECOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO	33
1.3.1 Aspectos Naturais e Ecológicos	33
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	38
2.1 BACIA HIDROGRÁFICA	38
2.2 CONCEITOS REFERENTES À RISCO, EVENTOS, ÁREAS DE RISCO E EXPANSÃO URBANA.....	40
2.2.1 Risco.....	40
2.2.2 Evento.....	40
2.2.3 Áreas de Risco.....	41
2.2.4 Expansão Urbana	41
2.3 VULNERABILIDADE	42
2.4 DESASTRE NATURAL.....	43
2.5 INUNDAÇÕES E ENCHENTES	45
2.6 CARACTERIZAÇÃO DO DANO	51
2.6.1 Danos e prejuízos.....	51
2.6.2 Danos associados às inundações	53
2.7 PRINCIPAIS SISTEMAS METEOROLÓGICOS ATUANTES EM SANTA CATARINA	55
2.7.1 Frente Fria	55
2.7.2 Vórtice Ciclônico	56
2.7.3 Anticiclone / Circulação Marítima.....	58
2.7.4 Baixa Pressão a Superfície.....	60
2.7.5 Corrente de Jato	61
2.7.6 Bloqueio Atmosférico	62
2.7.7 Cavado.....	63
2.8 VARIABILIDADES CLIMÁTICAS DE BAIXA FREQUÊNCIA NA AMÉRICA DO SUL	64
2.8.1 El Niño Oscilação Sul – ENOS - (La Niña e El Niño).....	65

2.8.2	Oscilação Decadal do Pacífico (ODP).....	67
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	69
3.1	DADOS UTILIZADOS NA ANÁLISE METEOROLÓGICA ..	69
3.2	DADOS DE PRECIPITAÇÃO E NÍVEL DOS RIOS.....	70
3.3	RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE BAIXA FREQUÊNCIA (ENOS E ODP) COM A PRECIPITAÇÃO.....	72
3.4	DADOS REFERENTES ÀS PERDAS /PREJUÍZOS	75
3.5	PROGRAMAS UTILIZADOS	76
4	ANÁLISE DOS EVENTOS DE INUNDAÇÕES NO VALE DO ITAJAÍ: NOVEMBRO DE 2008 E SETEMBRO DE 2011.....	77
4.1	ANÁLISE DA DINÂMICA ATMOSFÉRICA	77
4.1.1	Principais Sistemas Atmosféricos Responsáveis pela Inundação de Novembro/2008 (período de 19 a 26).....	77
4.1.2	Principais Sistemas Atmosféricos Responsáveis pela Inundação de Setembro de 2011 (período 05 a 09).	88
4.2	DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E NÍVEL DOS RIOS	100
4.2.1	A chuva observada de Novembro de 2008	100
4.2.1.1	Comportamento dos Níveis dos Rios em Novembro de 2008	106
4.2.2	A chuva observada de Setembro de 2011.....	108
4.2.2.1	Comportamento dos Níveis dos Rios Setembro de 2011	113
4.3	RELAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO COM OS ÍNDICES DE VARIABILIDADE CLIMÁTICA DE BAIXA FREQUÊNCIA NAS INUNDAÇÕES DE NOVEMBRO DE 2008 E SETEMBRO DE 2011	114
4.3.1	Relação das chuvas com o ENOS (nas inundações de novembro/2008 e setembro/2011)	115
4.3.2	Relação das chuvas com a ODP (nas inundações de novembro/2008 e setembro/2011)	118
4.4	ANÁLISE DAS PERDAS	119
5	CONCLUSÕES.....	138
	REFERÊNCIAS.....	141
	APÊNDICE A – SITUAÇÃO DOS DECRETOS EMITIDOS PELOS MUNICÍPIOS A DEFESA CIVIL ESTADUAL NA INUNDAÇÃO DE NOVEMBRO DE 2008.....	155

APÊNDICE B- SITUAÇÃO DOS DECRETOS EMITIDOS PELOS MUNICÍPIOS A DEFESA CIVIL ESTADUAL NA INUNDAÇÃO DE SETEMBRO DE 2011.	156
APÊNDICE C– PERDAS MATÉRIAS E HUMANAS DAS SUB-REGIÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO VALE DO ITAJAÍ NA INUNDAÇÃO DE NOVEMBRO DE 2008.	157
APÊNDICE D– PERDAS AMBIENTAIS, ECONÔMICAS E SOCIAIS DAS SUB-REGIÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO VALE DO ITAJAÍ NA INUNDAÇÃO DE NOVEMBRO DE 2008.	158
APÊNDICE E – PERDAS MATÉRIAS E HUMANAS DAS SUB-REGIÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO VALE DO ITAJAÍ NA INUNDAÇÃO DE SETEMBRO DE 2011.....	158
APÊNDICE F- PERDAS AMBIENTAIS, ECONÔMICAS E SOCIAIS DAS SUB-REGIÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO VALE DO ITAJAÍ NA INUNDAÇÃO DE SETEMBRO DE 2011.	158
APÊNDICE G - REPRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS METEOROLÓGICOS NA SUPERFÍCIE E NO AR SUPERIOR, SOBRE UMA IMAGEM DE SATÉLITE GOES 12 – CANAL INFRAVERMELHO, DO DIA 08/09/2011, ÀS 12UTC.....	159
ANEXO A – REPRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS METEOROLÓGICOS NA SUPERFÍCIE E NO AR SUPERIOR, SOBRE UMA IMAGEM DE SATÉLITE GOES 12 – CANAL INFRAVERMELHO, DO DIA 22/11/2008, ÀS 18:15UTC.	160

INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina está localizado numa região de forte contraste de massas de ar tropicais e polares, e de diferentes tipos de tempo. As mudanças atmosféricas ocorrem repentinamente e dentro de poucas horas uma condição de estabilidade passa a instável, com ocorrência de temporal, acompanhado de granizo, ventos intensos, chuvas torrenciais com forte atividade elétrica. Os diferentes tipos de tempo são características peculiares que definem as condições climáticas do Estado de Santa Catarina.

As chuvas persistentes e com intensidade e duração excepcionais geralmente provocam inundações, escorregamentos e queda de barreiras, deixando destruição e prejuízos à sociedade, com um grande número de desabrigados, desalojados e mortes. Hermann et al. (2007) constataram que dos desastres naturais analisados entre 1980 e início de 2003, as inundações foram as responsáveis pelo maior número de desabrigados e mortos.

Conhecer os danos provocados pelas inundações possibilita a melhoria dos planos de ações dos órgãos públicos, na minimização dos prejuízos, tanto de ordem econômica como social; na reconstrução das áreas destruídas ou afetadas; nos futuros planos de contenção de cheias que visam diminuir os impactos causados pelas inundações, e no reordenamento urbano.

O termo inundação é aplicado quando a vazão de um rio supera a capacidade de descarga do canal fluvial, extravasando para as áreas marginais (HERMANN, et al.2007).

Nos anos de 2008 e 2011, nos meses de novembro e setembro, respectivamente, ocorreram situações difíceis para os moradores do Vale do Itajaí, devido às inundações com proporções devastadoras, que surpreenderam pesquisadores e estudiosos das diversas áreas do conhecimento, como geólogos, geógrafos, meteorologistas e hidrólogos, assim como os diversos especialistas em resgate e salvamento, atuantes na Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e Exército Brasileiro.

A Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu, é a maior da vertente atlântica de Santa Catarina, e possui aproximadamente 15.500 Km², 16,15% do território catarinense (SANTA CATARINA, 1997). Conta com um contingente populacional de 1.407.279 moradores, e teve um aumento populacional em relação ao Censo de 2000 da ordem de 27%, sendo que o crescimento médio do Estado foi de 17% nos últimos 10 anos – 2000 a 2010 (IBGE, 2010).

O processo de colonização e ocupação do Vale do Itajaí é acompanhado pela degradação e exploração de seus recursos naturais de forma intensiva, o que deixa o rio sem sua proteção natural, as margens. Na busca por novas áreas para viver e trabalhar, as margens dos rios foram se modificando, dando lugar às novas moradias em substituição às matas ciliares, fruto da especulação imobiliária e da expansão agrícola. Estas modificações têm contribuído para o aumento do número de inundações no Vale do Itajaí.

Os problemas do presente estudo podem ser resumidos em uma única questão: Quais foram as semelhanças e as disparidades nos eventos de inundação (novembro de 2008 e setembro de 2011) ocorridos na Bacia hidrográfica do Vale do Itajaí, no que refere aos sistemas meteorológicos atuantes e aos prejuízos decorrentes dessas inundações?

Partiu-se da hipótese que os eventos foram gerados por sistemas meteorológicos diferentes e que os danos causados pelas inundações não foram os mesmos, principalmente no que diz respeito à intensidade e abrangência.

O objetivo geral, portanto foi analisar e comparar os eventos de inundações de 2008 e 2011, em suas causas e consequências.

Como objetivos específicos, esta pesquisa identificou a dinâmica atmosférica que favoreceu a ocorrência de cada inundação; relacionou os totais de precipitação, o período da chuva e os níveis dos rios atingidos pelas inundações; a relação entre os eventos de precipitação com índices de variabilidades climáticas de baixa frequência na América do Sul, na escala interanual com o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) e na escala decadal como a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e buscou caracterizar as perdas humanas e prejuízos econômicos da região atingida.

No primeiro capítulo, expõe-se a apresentação da área de estudo, com caracterização dos aspectos socioeconômicos, físicos, ecológicos, um histórico sucinto da colonização e ocupação da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí.

No segundo capítulo, são abordados os fundamentos da pesquisa, com os principais tópicos contextualizados e suas definições.

O terceiro capítulo está totalmente focado na apresentação das metodologias que facilitaram o estudo. E no quarto capítulo encontra-se a análise dos resultados propostos nos objetivos, seguindo a metodologia estabelecida no capítulo 3.

Seguem por fim, a conclusão e as referências.

1 APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O primeiro capítulo traz uma apresentação da área de estudo, mostrando a localização e os aspectos socioeconômicos; um breve histórico da colonização e ocupação da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí e a caracterização dos aspectos físicos e ecológicos.

1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

A Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu localiza-se na vertente atlântica do Estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil, entre as coordenadas 26°27' e 27°53' Sul e 48°38' e 50°29' Oeste (figura 1). Esta Bacia é a maior da vertente atlântica de Santa Catarina, e possui aproximadamente 15.500 Km², 16,15% do território catarinense (SANTA CATARINA, 1997).

A Bacia do Rio Itajaí-Açu contempla 48 municípios (quadro 1) divididos em três sub-regiões: Alto, Médio e Baixo Vale do Itajaí (CORRÊA; PEREIRA, 2007). O Alto Vale apresenta 26 km de extensão, desde a área das nascentes dos rios Itajaí do Sul e Itajaí do Oeste até Salto Pilões (Lontras). O Médio Vale apresenta 93 km de extensão, desde Salto Pilões até Salto Waissbach (Blumenau). O Baixo Vale apresenta cerca de 80 km de extensão, desde Salto Waissbach até o Oceano Atlântico (Itajaí) (ROGALSKI, 2007).

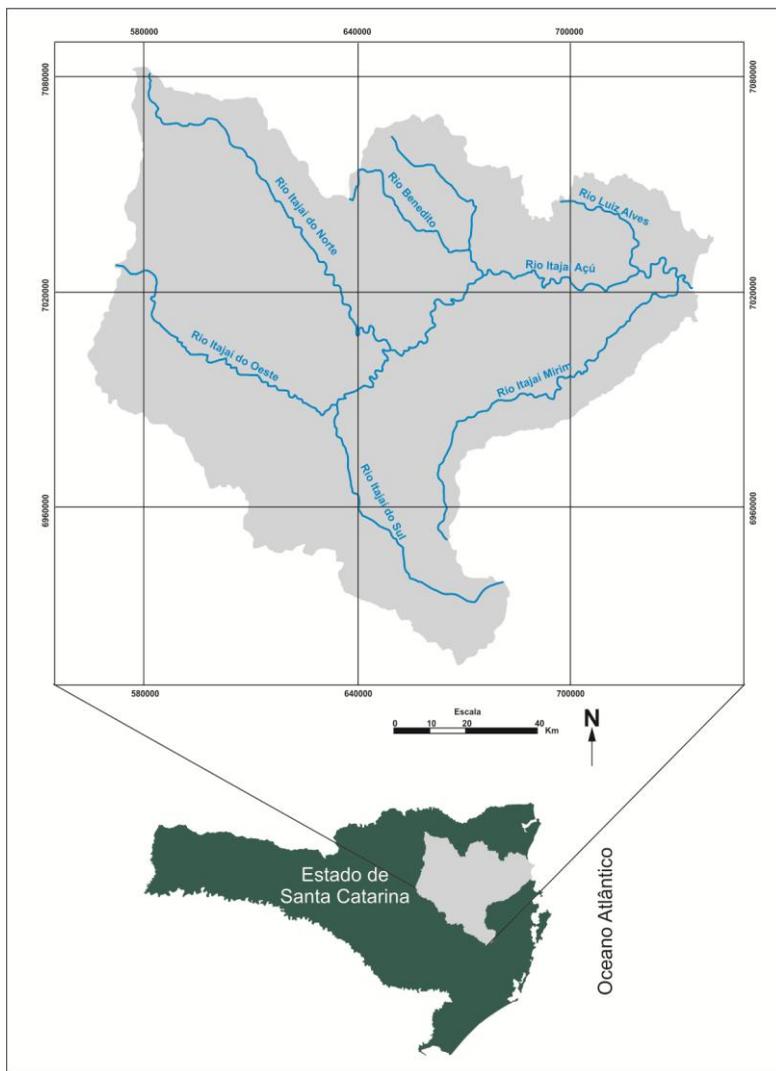


Figura 1 – Mapa de localização da Bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu.
Elaborado por: Fabrício Vidal e Maikon Alves.
Fonte: Relatório JAICA, 2011.

Quadro 1 – Municípios por setores da Bacia do Vale do Itajaí.

Alto Vale	Médio Vale	Baixo Vale
Atalanta	Apiúna	Balneário Camboriú
Chapadão do Lageado	Ascurra	Balneário Piçarras
Imbuia	Benedito Novo	Camboriú
Ituporanga	Blumenau	Ilhota
Petrolândia	Botuverá	Itajaí
Vidal Ramos	Brusque	Navegantes
Agrolândia	Doutor Pedrinho	Penha
Agronômica	Gaspar	
Aurora	Guabiruba	
Braço do Trombudo	Indaial	
Dona Emma	Luiz Alves	
Ibirama	Pomerode	
José Boiteux	Rio dos Cedros	
Laurentino	Rodeio	
Lontras	Timbó	
Mirim Doce		
Pouso Redondo		
Presidente Getúlio		
Presidente Nereu		
Rio do Campo		
Rio do Oeste		
Rio do Sul		
Salete		
Taió		
Trombudo Central		
Vitor Meireles		
Witmarsum		

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Bacia hidrográfica do Vale do Itajaí possui o maior contingente populacional do Estado de Santa Catarina, com 1.407.279 moradores, o

que equivale a aproximadamente 24% da população de Santa Catarina (Adaptado de IBGE, 2010). O aumento da população em relação ao Censo de 2000 foi da ordem de 27%. O crescimento médio do Estado foi de 17% nos últimos 10 anos – 2000 a 2010. Com uma área de 13.108,74 Km², o Vale do Itajaí tem uma densidade demográfica de 115 habitantes por quilômetro quadrado, é a segunda maior densidade do Estado (IBGE, 2010).

Conforme Santos e Aruto (2011) a região da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí ganha destaque como a mais rica do Estado de Santa Catarina, com seu PIB (produto interno bruto) em 2008 atingindo mais de R\$ 33 bilhões, o que equivale a quase 27% do total do PIB catarinense neste mesmo ano.

Os grandes centros urbanos da Bacia Hidrográfica são Blumenau, Itajaí, Rio do Sul e Brusque. E como subcentros encontram-se os municípios de Gaspar, Timbó, Indaial, Ibirama, Ituporanga e Taió (VIBRANS, 2003). Na Bacia se estabelecem três setores econômicos distintos; no Alto Vale prevalece à produção agropecuária e de exploração florestal; na região do Médio Vale o setor industrial e no Baixo Vale predomina o setor de serviços (TACHINI, 2010).

1.2 BREVE HISTÓRICO DA COLONIZAÇÃO E OCUPAÇÃO DO VALE DO ITAJAÍ

Inicialmente o Vale do Itajaí foi ocupado por índios Xokleng nômades e extrativistas, que em pequenos grupos tiravam do meio o necessário para sua sobrevivência, não havendo assim maiores impactos sobre o solo e os rios (SIEBERT, 2009).

O Vale do Itajaí foi colonizado principalmente por imigrantes alemães, mas essa suposta homogeneidade étnica só ocorreu nas primeiras décadas, pois ali também se instalaram outros grupos europeus de diferentes nacionalidades como os italianos, e em menor proporção por poloneses e portugueses (SEYFERTH, 1999). Os imigrantes vinham para o Sul do Brasil, atraídos pela possibilidade de se tornarem donos de terras, já que na região o Governo Imperial (Dom Pedro II) experimentava um novo modelo de ocupação, baseado em pequenas propriedades – Minifúndios – e em mão de obra de colonos agricultores (SEYFERTH, 1999).

De acordo com Siebert (2009, p.40) com a chegada dos imigrantes, “teve início para o Vale do Itajaí, uma nova relação

sociedade natureza, um período, que se estende até hoje, em que o Homem procura adaptar a natureza as suas necessidades”...

Os primeiros imigrantes chegaram à cidade de Blumenau em 1850, tendo como precursor o doutor Otto Hermann Blumenau; e em 1860 foi criada a colônia que hoje é conhecida como o município de Brusque (BELTRAME, 1991; PELUSO, 1991; RENAUX, 1987, p.19-38 apud CORRÊA; PEREIRA, 2007).

A economia do Vale do Itajaí era basicamente agrícola, mas proporcionou a acumulação necessária para o início a industrialização (CORRÊA; PEREIRA, 2007). A exploração de madeira também se destacava na economia do Vale, principalmente na região do Alto Vale do Itajaí (BELTRAME, 1991). O fortalecimento das indústrias se dava pelo processo de extração dos recursos naturais, transformados em bens de consumo. Em 1880, a economia de Blumenau já deixava de ser baseada na economia de subsistência, dando início à economia de indústria/mercado “[...] os antigos postos de troca evoluíram para poderosas casas comerciais [...] que exerciam a função de agentes financeiros [...]” (SIEBERT, 1996, p.92).

Neste sentido, Corrêa (2007, p.5) esclarece que:

O processo de industrialização passa a utilizar os recursos naturais na produção para geração de lucro, onde o esgotamento dos recursos naturais era em prol da viabilidade econômica sem a preocupação com as consequências, resultando em impactos devastadores no ecossistema da região.

O desenvolvimento industrial no Vale do Itajaí se deu logo após a Primeira Guerra Mundial em 1914, devido às iniciativas de artesões e operários, que emigraram da Europa, em sua maioria da Alemanha, e com o surgimento de umas séries de infraestruturas como: transporte, energia elétrica e a utilização da energia a vapor que possibilitou o avanço da produtividade na indústria (CORRÊA, 2007). As primeiras indústrias têxteis datam de 1898, na região de Blumenau (Hering, Karsten e Artex), em Brusque (Renau) e em Indaial (Fecularia Lorenz). (CORRÊA, 2007).

A industrialização trouxe consigo o crescimento populacional, a urbanização crescente e a gradual mecanização do território. O transporte fluvial com barcos a vapor aos poucos foi abandonado, a estrada de ferro foi construída e posteriormente desativada nos anos 1970. O transporte rodoviário consolidou-se como a modalidade de transporte no Vale. A energia elétrica e a rede de gás formaram a base

da matriz energética. A expansão e exploração do território foram transformando a região do Vale do Itajaí, com a construção de obras de infraestruturas como pontes, cortes nos morros para abertura de ruas, ocupação das margens de rios, na canalização dos córregos e retificação de ribeirões (SIEBERT, 2009).

A malha viária trouxe também impactos sociais, pois unidades fabris tiveram que ser deslocadas para outras pequenas cidades, com estruturas urbanas diferentes dos centros nos quais se localizavam o que influenciou nos hábitos, costume, na cultura das famílias que ali residiam, e de certo modo impulsionaram a necessidade da instalação e implementação de serviços de infraestrutura que atendessem a nova estrutura (CORRÊA, 2007).

1.2.1 Histórico das inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu

O crescimento urbano, por vezes, acontece sem considerar as características naturais do meio, muitas vezes aliado a falta de infraestrutura, na qual contribui com impactos negativos para qualidade do meio urbano, como as inundações (AMORIM; CORDEIRO, 2004).

Ao longo do desenvolvimento das cidades ocorrem as ocupações das áreas de fundo de vale, que acabam por romper com o equilíbrio existente naturalmente nos cursos d' água para extravasamento das inundações. Essas áreas que seriam ocupadas pelo curso d' água na época das cheias passam a ter um novo uso, sendo retirada toda a sua vegetação ciliar, resultando numa ocupação de alto risco (AMORIM; CORDEIRO, 2004).

Ferreira et al. (2005) comentam que com o aumento da procura por espaços para habitação e trabalho multiplicou os conflitos sociais nas cidades, locais tradicionais de competição entre classes sociais, cenário onde a maioria da população é empurrada para locais menos privilegiados com serviços e infraestrutura e onde o formal e informal disputam espaço no meio físico.

Além da ocupação inadequada das áreas de fundo de vale, outro problema é a impermeabilização das áreas urbanas e a falta de áreas verdes, que tem como consequência a redução das áreas de infiltração, aumentando assim o escoamento superficial.

Os primeiros registros de inundações no Vale do Itajaí datam do século XIX, quando ocorreram os primeiros assentamentos, oriundos da colonização estrangeira (SILVA, et al.; 2004).

De acordo com Frank (1995) de 1850 a 1997 foram registradas 67 enchentes em Blumenau, das quais 11 (onze) até 1900, 20 (vinte) nos 50 anos subsequentes e 36 nos últimos 46 anos.

Na inundação de 1862 (9 m), foram perdidas imensas planta es de aipim, destinadas a alimenta o dos suínos, parte ficou submersa pelas águas e outra parte apodreceu. Já no ano de 1885 a cheia chegou a 7 metros, o que causou a paralisa o de vários engenhos e moinhos de milho. Atualmente o extravasamento do rio Itajaí-Açu, em Blumenau, ocorre a partir da cota de 8.5 metros (FRANK, 1995).

A inunda o de 1911 (9,86 m) resultou em danos a diversas cidades, entre elas a de Itajaí (SILVEIRA; KOBIYAMA, 2007).

No ano de 1957, o nível do rio em Blumenau chegou a beirar os 13 metros, inundando residências, estabelecimentos fabris, comerciais e depósitos (FRANK, 1995).

Entre os anos de 1983 e 1984 ocorreram duas inunda es de grandes propor es. A Bacia do Vale do Itajaí –  rea mais atingida – teve perdas econômicas, políticas e acima de tudo, sociais. Chuvas de intensidade fortes são registradas desde o m s de fevereiro de 1983, sendo que no início do mês de março o nível do rio Itajaí-Açu já ultrapassava a marca de 9,95 metros, e no começo da segunda quinzena de maio chegou a 12,06 metros, já causando grandes prejuízos. Mas foi no mês de junho de 1983, quando a chuva manteve o nível dos rios na Bacia elevados, que na cidade de Blumenau o Rio Itajaí Açu atingiu 15,37 metros alagando cerca de 90% da área urbana (FRAGA, 2009).

As inunda es mais recentes, como a dos anos de 2008 (Novembro) e de 2011 (Setembro), são objetos de estudo deste trabalho de conclusão de curso, e, portanto serão exploradas no decorrer do mesmo.

1.3 DESCRI O DOS ASPECTOS NATURAIS E ECOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO

Nesta se o serão descritos os principais aspectos naturais e ecológicos da área de estudo.

1.3.1 Aspectos Naturais e Ecológicos

Para Rosa e Hermann (1986) a Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu apresenta aspectos geomorfológicos distintos.

A Região do Alto Vale é composta por altiplanos esculpidos sobre as rochas sedimentares. Esta região apresenta uma paisagem em forma escalonada (em degraus), resultado da erosão dos rios Itajaí do Norte e Itajaí do Sul, desgastando de forma diferenciada os vários pacotes de rochas sedimentares. No Médio Vale os afluentes do rio nascem nas escarpas do altiplano do planalto sedimentar. Os rios apresentam alto poder erosivo e transportador, devido à topografia acidentada (embasamento e planalto sedimentar). O Baixo Vale do Itajaí é caracterizado por serras litorâneas, esculpidas sobre rochas mais antigas do embasamento (granitos, gnaisses, entre outras rochas). Neste trecho ocorre o alargamento da planície sedimentar, onde as cotas altimétricas muitas vezes são inferiores a 100 metros e o escoamento é menor, sendo que neste percurso o rio transporta apenas material mais selecionado de granulação fina, iniciando o processo de deposição com a formação de várzeas e planícies de aluvião (ROSA; HERMANN, 1986).

Portanto a bacia do Itajaí abrange os três domínios geológicos catarinenses, o embasamento catarinense, a bacia sedimentar do Paraná e os sedimentos quaternários recentes (ROSA; HERMANN, 1986).

Os três domínios geológicos determinam também as três grandes unidades geomorfológicas da bacia do Itajaí:

A porção ocidental do planalto dos sedimentos da Bacia do Paraná, com os altiplanos escalonados com as suas escarpas (Rio do Sul, Laurentino e Presidente Getúlio); a porção oriental das serras litorâneas com fortes contrastes topográficos do embasamento catarinense, com vales profundos encaixados pelos principais cursos d'água e um relevo muito movimentado; as planícies aluviais da zona sedimentar recente com os meandros dos Rios Itajaí-Açu e Mirim (ROSA; HERMANN, 1986, p.31-32).

A vegetação primária da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu, integra o Bioma Mata Atlântica, pertencendo principalmente à Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Atlântica no alto Vale do Itajaí (KLEIN et al. 1986). Nas regiões denominadas Médio e Baixo Itajaí, encontrava-se a imponente Floresta Ombrófila Densa Costeira, caracterizada especialmente pela alta densidade e grande riqueza de espécies de árvores, arvoretas e arbustos, além de alta densidade de epífitas e número de lianas relativamente alto (KLEIN et al. 1986).

Apesar de estar localizada numa zona de clima subtropical, a floresta possui características da floresta pluvial tropical, como a existência de vários estratos, de altos valores de biomassa, de alto grau de endemismo, de muitos cipós e lianas, de epifitismo e de espécies raras, de grande especialização das relações entre flora e fauna e dominância de vetores animais nas síndromes de polinização e dispersão das plantas (VIBRANS, 2003).

Atualmente observa-se intensa fragmentação da Floresta Ombrófila Densa, predominando formações secundárias nos estágios iniciais e médios de regeneração no Alto e Médio Vale, devido à acentuada redução das atividades agrícolas, especialmente nas áreas de montanhas, propiciando ampliação de áreas de capoeirinha e capoeira. A desruralização reduziu as grandes pressões sobre as formações florestais remanescentes que se mostram fragmentadas e enquadradas nos estágios médios e avançados de regeneração. As áreas menos degradadas ocorrem apenas nas vertentes mais íngremes. Ao sul de Blumenau com o abandono da atividade agrícola, as principais formas de pressão sobre a floresta vêm da especulação imobiliária e expansão urbana (MEDEIROS, 2006).

Os principais divisores de água da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí encontram-se a Norte: a Serra da Moeama e Jaraguá; ao Sul: a Serra dos Faxinais, a Serra do Itajaí e a Serra do Tijucas; a Oeste: Serra Geral (TACHINI, 2010).

O maior curso d'água da bacia é o rio Itajaí-Açu, formado pela junção dos rios Itajaí do Oeste e Itajaí do Sul, no município de Rio do Sul. O rio Itajaí-Açu tem como principais afluentes o rio Itajaí do Norte, em Ibirama; o rio Benedito, em Indaial; o rio Luiz Alves, em Ilhota, e o rio Itajaí Mirim em Itajaí (AUMOND, et al. 2009).

A Bacia do Itajaí é dividida em 7 sub-bacias hidrográficas principais (Figura 2) que levam o nome do principal rio existente.

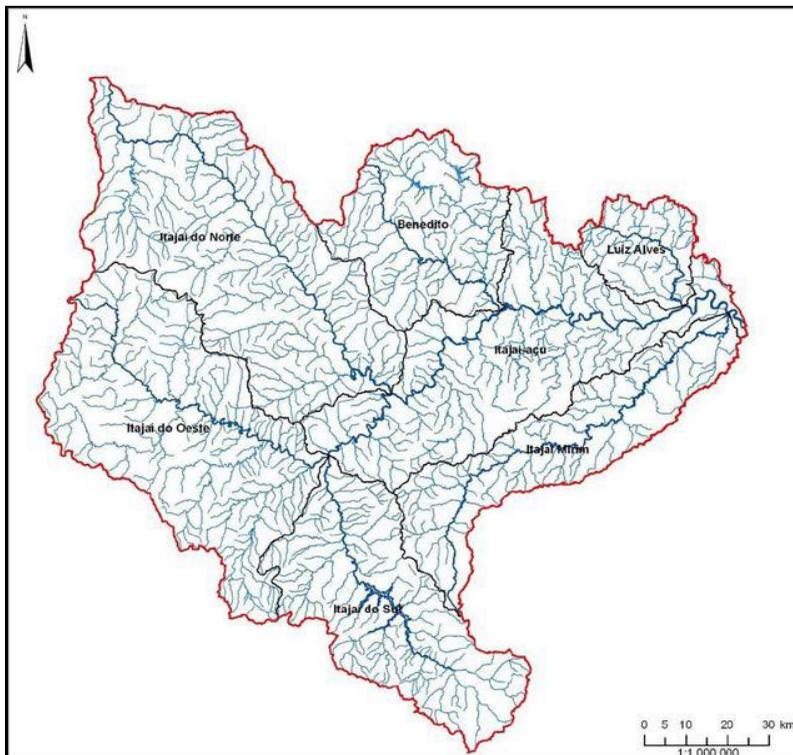


Figura 2 – Bacia do rio Itajaí-Açu, mostrando a rede de canais fluviais e as sub-bacias principais.

Fonte: Taiana Vieira Grando (2011).

O clima na Bacia do Itajaí, segundo a classificação de Koeppen, é caracterizado como temperado úmido de verão quente (Cfa). A temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C, com média máxima de 27,2 °C e média mínima de 15,8 °C, com ausência de estação seca (GAPLAN, 1986).

Sobre o regime de chuvas, SILVA e SEVERO (2003) detalham: “No Vale do Itajaí, a precipitação de origem convectiva predomina no verão, enquanto que a frontal no inverno e, principalmente, na primavera”. A precipitação média anual de cerca de 1.500 mm, variando entre 1.200 a 1.300 mm na foz, podendo atingir mais de 1.800 mm em suas cabeceiras (BRASIL, 1984).

Santa Catarina, por sua posição subtropical, apresenta características climáticas controladas pela penetração, atuação e choque das massas Polar Marítima (mPm) e Tropical Marítima do Atlântico

(mTa), com verões quentes e invernos frescos (NIMER, 1979). Sendo que os sistemas que deixam o tempo instável no Estado são as baixas pressões, cavados à superfície, os sistemas convectivos e principalmente as frentes frias. Estes sistemas são reforçados pela presença de vórtice ciclônicos, cavados e jatos em altitude. Outro sistema que também provoca instabilidade com chuva principalmente no litoral e Vale do Itajaí é a circulação marítima (MONTEIRO, 2007). A frequência de ocorrência destes sistemas varia com as estações do ano, ou seja, de acordo com a sazonalidade.

Conforme Monteiro (2001) no verão as massas de ar continentais tornam-se mais aquecidas e passam a predominar na região Sul do Brasil. O volume de chuva nesta estação do ano esta associada à convecção tropical e também pela passagem dos sistemas frontais.

No outono, período de transição, ocorrem as primeiras incursões de massas de ar frio após a passagem das frentes frias, caracterizando períodos de estabilidade, sem ocorrência de chuva (MONTEIRO, 2001). Nesta época do ano, também é comum a formação de bloqueios atmosféricos que impedem o avanço das frentes frias para menores latitudes. Outro fator que contribui para a queda pluviométrica nesta época é a diminuição da convecção tropical, pois a temperaturas nesta fase tendem a diminuir, devido à menor incidência dos raios solares impostas pela inclinação terrestre (NIMER, 1979).

No inverno as condições do tempo são influenciadas pela sucessão de massas de ar polar. O ar frio é trazido pela aproximação dos anticiclones que se deslocam sobre a Argentina em direção a Região Sul do Brasil, proporcionando tempo estável, com predomínio de céu claro e temperaturas amenas. No inverno também é frequente a passagem dos sistemas frontais a superfície e os vórtices ciclônicos em altitude são os principais responsáveis pelas precipitações nesse período (MONTEIRO, 2001).

Na primavera, época de transição, as condições de tempo são muito instáveis nos meses de setembro e outubro e outros mais estáveis em novembro. Os Complexos convectivos de mesoescala (CCM'S) apresentam grande frequência nesta época, favorecendo a ocorrência de chuva forte, trovoadas, acompanhada de granizo e rajadas de vento (MONTEIRO, 2001).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será realizada fundamentação teórica do tema em estudo, com os principais tópicos contextualizados: Bacia hidrográfica, inundações, riscos, áreas de risco, eventos, expansão urbana, vulnerabilidade, desastre natural, danos e perdas, assim como os conceitos dos principais sistemas meteorológicos atuantes em Santa Catarina e alguns dos índices de variabilidade climática de baixa frequência na América do Sul.

2.1 BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica do Vale do Itajaí vem sofrendo com recorrentes inundações. E diversos fatores contribuem de maneira direta ou indireta para que isso ocorra. Dentre os quais, alguns fatores físicos, como a geomorfologia e outros de cunho social, onde o uso e ocupação da terra acabam por gerar, entre outras coisas, a impermeabilização do solo, devido ao grande processo de urbanização e atividades agropecuárias.

As Bacias Hidrográficas são entendidas como uma área fisiográfica drenada por um curso d'água ou por um sistema de cursos de água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d'água, constituindo uma unidade ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente (BRASIL, 1987).

Uma bacia hidrográfica é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados e é definida como sendo a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial (CHISTOFOLETTI, 1980).

As vertentes “são planos de declives variados que divergem das cristas ou dos interflúvios, enquadrando o vale” (Guerra e Guerra 1997, p. 634). Em planícies as vertentes são muitas vezes mal esboçadas, fazendo com que o rio divague amplamente, já em zonas de montanhas elas podem ser abruptas e formar gargantas. Os declives são inclinações maiores ou menores do relevo em relação ao horizonte.

O divisor de águas de uma bacia hidrográfica é identificado pelas cristas de elevações do terreno que faz a divisão das precipitações que caem em bacias vizinhas (NAGHETTINI, 2000).

As características fisiográficas de uma bacia são elementos de grande importância em seu comportamento hídrico, pois possibilitam o

estabelecimento de relações e comparações entre as características físicas e os dados hidrológicos conhecidos. Dentre eles cita-se a área de drenagem, que é um dado básico para definir a potencialidade hídrica de uma bacia hidrográfica, além de ser o elemento fundamental para o cálculo das outras características físicas. Uma delas é a forma da bacia, importante devido ao tempo que leva a água para chegar à saída da mesma, pois bacias com formas retangulares, trapezoidais ou triangulares são menos propícias a inundações do que aquelas com formas ovais e quadradas ou circulares. Outra é o sistema de drenagem, que é constituído pelo curso d'água principal mais seus tributários, cujo estudo de suas ramificações será importante, indicando se a água deixará a bacia em maior ou menor velocidade. Por último, as características do relevo, que possuem influência sobre os fatores hidrometeorológicos, e a velocidade do escoamento superficial são determinadas pela declividade do terreno e a temperatura, a precipitação e a evaporação são funções da altitude da bacia (VILLELA; MATTOS, 1975 apud CARDOZO, 2009).

Na bacia hidrográfica do Vale do Itajaí, a declividade dos cursos d'água que compõe a rede de drenagem contribui de forma significativa para a ocorrência de inundações na Bacia, com destaque para o trecho que se estende do centro urbano de Blumenau até a foz do rio Itajaí-Açu, compreendendo os municípios de Itajaí e Navegantes, onde tem-se a declividade baixa. Característica essa importante quando tratamos de inundações, pois a baixa declividade possibilita e é responsável pela formação de grandes planícies de inundação, tornando estas áreas vulneráveis aos eventos de inundações (AUMOND, et al. 2009).

Os pesquisadores comentam ainda que:

A paisagem que observamos hoje é resultado de processos geológicos e climáticos, que formaram um relevo acidentado, com encostas muito inclinadas, extremamente dobradas, frequentemente entalhada em forma de 'V' fechado e geralmente associadas a pequenas e estreitas várzeas em torno de ribeirões e rios, sujeitas às inundações frequentes. (AUMOND et al., 2009, p.28).

2.2 CONCEITOS REFERENTES À RISCO, EVENTOS, ÁREAS DE RISCO E EXPANSÃO URBANA.

Neste tópico serão abordadas considerações sobre risco, eventos, as áreas de risco e a expansão urbana.

2.2.1 Risco

Define-se risco como sendo a relação entre a possibilidade de ocorrência de um determinado processo ou fenômeno e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior for a vulnerabilidade, maior será o risco (BRASIL, 2007).

Risco representa a possibilidade de ocorrência de um acidente com perdas materiais ou de vidas, resultante da interação de vários elementos, destacando-se as características do meio físico e as alterações antrópicas (ALHEIROS et al., 2003).

Para os autores um evento (inundação, seca, etc.) representa risco quando de alguma forma há ocupação do espaço, pois os processos naturais só criam riscos quando as pessoas ocupam o lugar onde os eventos naturais ocorrem.

Risco também é definido como a medida de danos ou prejuízos potenciais expressas em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis. É a relação entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou determinado acidente se concretize (CASTRO, 1998).

2.2.2 Evento

Evento é um “fato já ocorrido no qual não foram registradas perdas sociais e/ou econômicas relacionadas diretamente ao fato” (ALHEIROS et al., 2003).

Evento como um acontecimento e na análise do risco seria a ocorrência externa ou interna ao sistema, envolvendo fenômeno da natureza, ato humano ou desempenho do equipamento que causa distúrbio ao sistema. O evento externo seria a ocorrência externa ao sistema em estudo, como terremotos, enchentes, tempestades, dentre outros desastres naturais (CASTRO, 1998).

2.2.3 Áreas de Risco

As áreas de risco são aquelas suscetíveis a desastres, os quais podem ocorrer como consequência do impacto de um risco natural e/ou causado por atividades antrópicas (OLIVEIRA et al., 2006).

As áreas de risco, tais como, encostas de morros inclinados ou à beira de rios, são regiões onde não é recomendada a construção de casas ou instalações, pois são mais expostas a desastres naturais, como as inundações (CERRI, 1993).

A respeito da ocupação das áreas de risco, Cristo, 2002, p-61, comenta que:

a ocupação e o uso do solo em locais que possuem restrições naturais podem gerar instabilidades ambientais e colocar em risco a população que ali está inserida, ressaltando que os deslizamentos e as enchentes são processos naturais, que se caracterizam como perigos quando atingem algumas formas de ocupações relacionadas com as atividades humanas e proporcionam perigo à vida e aos seus bens materiais.

Áreas de risco são locais passíveis de serem atingidos por processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso (BRASIL, 2004). As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais (BRASIL, 2004). Normalmente, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários).

2.2.4 Expansão Urbana

“A expansão urbana é uma das expressões mais concretas do processo de produção do espaço na sociedade contemporânea” (NASCIMENTO e MATIAS, 2011, p-66).

O processo de urbanização constitui-se em uma realidade para a maioria dos países. No Brasil a partir da primeira metade do século XX, ocorreu a expansão dos centros urbanos e o desenvolvimento acelerado das cidades do interior. Neste período surgem os aglomerados urbanos, sendo formados rapidamente e, por vezes, sem planejamento algum (NEVES; KOESTER, 2009).

O tipo de economia que se desenvolveu no Vale do Itajaí, a partir da colonização, acabou contribuindo para o crescimento demográfico. O

Vale do Itajaí primeiramente tinha uma economia voltada para o setor agrícola, que aos poucos foi proporcionando um processo de acumulação, que possibilitou torna-se numa economia voltada para o setor industrial. O desenvolvimento industrial no Vale do Itajaí além do crescimento populacional trouxe também, a urbanização crescente, a degradação ambiental e a gradual mecanização do território.

O crescimento urbano, quando ocorre de forma acelerada, acaba por trazer riscos, tanto para a sociedade, quanto para o meio ambiente, pois muda severamente o ambiente, marcado por diferentes processos do meio físico, em geral associados a alguma degradação ambiental (LORANDI; PEDRO 2004).

Oliveira et al. (2006) comentam que o adensamento da população de forma desordenada é um dos principais agravantes para a ocorrência de desastres em países em desenvolvimento. A falta de um planejamento adequado no uso e na ocupação de um ambiente pode resultar na degradação do mesmo, com consequências danosas, que em muitas vezes, são irreversíveis, seja pela impossibilidade de se retornar às condições originais, ou ainda, pela impraticabilidade econômica de sequer se tentar fazê-lo (LIMA, 2010).

Entretanto muitos conjuntos habitacionais, com arruamento, praças e outras áreas de lazer, supostamente planejados e reconhecidos pelas legislações municipais também são passíveis de desastres naturais, enfraquecendo a tese de que os desastres naturais são consequência de uma expansão urbana não planejada. O que ocorre é que as administrações municipais legalizam a expansão induzida por agentes e interesses imobiliários.

2.3 VULNERABILIDADE

Vulnerabilidade é o conjunto de condições e processos resultantes de fatores físicos, econômicos e ambientais, que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade frente a um impacto e/ou fenômeno perigosos (TOMINAGA et al.; 2009).

Cross (1996) comenta que a vulnerabilidade de uma grande cidade ou pequena comunidade é determinada pela sua exposição social e física, resiliência de desastre, preparação ou mitigação pré-evento e responsabilidade pós-evento. Áreas com um maior grau de risco são consideradas áreas mais vulneráveis e implicam em maiores possibilidades de perdas.

O Vale do Itajaí vem sofrendo com inundações de grandes proporções há algum tempo, desde os primeiros registros de inundações que datam do século XIX, passando pelas históricas inundações de 1983 e 1984, deixando clara a vulnerabilidade da região, o que deve ser fator de atenção de pesquisadores e autoridades. As inundações na região são reflexos tanto de elementos da natureza, quanto de elementos humanos, e apresentam algumas principais causas, entre elas, a geomorfologia da bacia, o relevo, as condicionantes climáticas, o desmatamento das matas ciliares e o processo de ocupação e urbanização do local.

É possível que se reduza o grau de vulnerabilidade de uma comunidade exposta a uma ameaça, desde que se criem ações de preparação para emergências ou ainda que se reduzam as condições de risco existentes, através de políticas e estratégias de desenvolvimento local (DEGG, 1992 apud CARDOZO, 2009). Segundo estes autores alguns fatores podem potencializar a destruição, como por exemplo, a baixa qualidade das habitações, onde pessoas com recursos miseráveis acabam construindo suas moradias, nas planícies de inundações, beira dos rios ou ainda nas encostas de morros, sem a mínima infraestrutura, com materiais de péssima qualidade, aliados às condições desfavoráveis do local onde a suscetibilidade a desastres naturais é alta, como nas encostas instáveis e nas planícies suscetíveis à inundação.

2.4 DESASTRE NATURAL

Os desastres são conceituados como a consequência de eventos adversos, na qual causam grandes impactos na sociedade, sendo diferenciados principalmente em função de sua origem, ou seja, da natureza do fenômeno que o desencadeia (TOBIN; MONTZ, 1997).

Os desastres naturais podem ser provocados por diversos fenômenos, como inundações, escorregamentos, terremotos, erosão, furacões, entre outros.

Segundo Kobiyama et al. (2006, p.7):

Os desastres são normalmente súbitos e inesperados, de uma gravidade e magnitude capaz de produzir danos e prejuízos diversos, resultando em mortos e feridos. Portanto, exigem ações preventivas e restituidoras, que envolvem diversos setores governamentais e privados, visando uma recuperação que não pode ser alcançada por meio de procedimentos rotineiros.

As classificações de desastres mais usadas distinguem-os quanto à origem e a intensidade (ALCÂNTARA-AYALA, 2002; TOMINAGA et al.; 2009).

Quanto à origem podem ser classificados em naturais ou humanos. Os desastres humanos são gerados pelas ações ou omissões humanas, como por exemplo, um acidente de trânsito, contaminação de rios, entre outros. Já os desastres naturais são causados pelo impacto de um fenômeno natural de grande intensidade sobre uma área povoada, podendo ser ou não agravados pelas atividades antrópicas (CASTRO, 2003). Quanto à intensidade podem ser identificados quatro níveis (quadro 2), onde a avaliação da intensidade dos desastres é de extrema importância para facilitar o planejamento da resposta e da recuperação da área atingida (TOMINAGA et al.; 2009).

Quadro 2 – Classificação dos desastres em relação à intensidade

Nível	Intensidade	Situação
I	Desastre de pequeno porte, quando os impactos causados são poucos importantes e os prejuízos pouco vultosos. (Prejuízo \leq 5% PIB municipal)	Facilmente superável com os recursos do município.
II	De média intensidade, quando os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam vultosos. (5% < Prejuízo \leq 10% PIB)	Superável pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial.
III	De grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos. (10 % < Prejuízo \leq 30% PIB)	A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais. (Situação de Emergência – SE).
IV	Com impactos muito significativos e prejuízos muito vultosos. (Prejuízo > 30% PIB)	Não é superável pelo município, sem que receba ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional. (Estado

		de Calamidade Pública – ECP).
--	--	-------------------------------

Fonte: Kobiyama et al. (2006).

Os níveis I e II são desastres facilmente superáveis pelo município, não havendo necessidade de recursos proveniente do estado ou da união. O nível III significa que a situação de funcionalidade pode ser restabelecida com os recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais, quando neste nível o município declara Situação de Emergência (SE). O nível IV significa que o desastre não é superável pelos municípios, nesta situação, é decretado Estado de Calamidade Pública (ECP), (CARDOZO, 2009).

2.5 INUNDAÇÕES E ENCHENTES

Considerando os dados disponibilizados pelo EM-DAT Internacional Disaster Database sobre desastres naturais no Brasil, Kobiyama et al. (2006) demonstraram que os desastres naturais que provocaram maiores perdas humanas foram às inundações.

O Estado de Santa Catarina, ao longo de sua história sempre foi afetado pelos desastres naturais, especialmente os relacionados a eventos pluviométricos extremos (HERMANN, et al.; 2007).

Neste sentido Severo (1994) aponta que a região do Vale do Itajaí, é afetada por sistemas de tempo adverso que produzem chuvas intensas.

As inundações situam-se entre os principais tipos de desastres naturais, comumente deflagrados por chuvas intensas e de longa duração (TACHINI, 2010). As alterações ambientais e as inúmeras intervenções antrópicas principalmente nas áreas urbanas têm potencializado as consequências das inundações.

A enchente pode ser considerada como a variação dos níveis das águas e das respectivas vazões junto a uma determinada seção, em consequência dos escoamentos gerados por chuvas (COSTA, 2001).

As enchentes ocorrem quando as águas do rio elevam-se até a altura de suas margens, contudo sem transbordar nas áreas adjacentes (GOERL E KOBİYAMA, 2005).

Nos cenários de chuvas excepcionais quando as águas saem da calha do rio são comuns os termos inundação fluvial e enchente serem utilizados como sinônimos, mas eles diferem entre si quanto à fenomenologia.

A enchente ou cheia refere-se ao aumento da vazão do rio por um determinado período de tempo. Entretanto, quando a vazão supera a capacidade de descarga do canal fluvial, indo extravasar para as áreas marginais (várzea e planície aluvial), dá-se à inundação fluvial (*river flood*) (HERMANN, et al. 2007, p.101).

A Figura 3 demonstra a diferença entre as enchentes e inunda es.

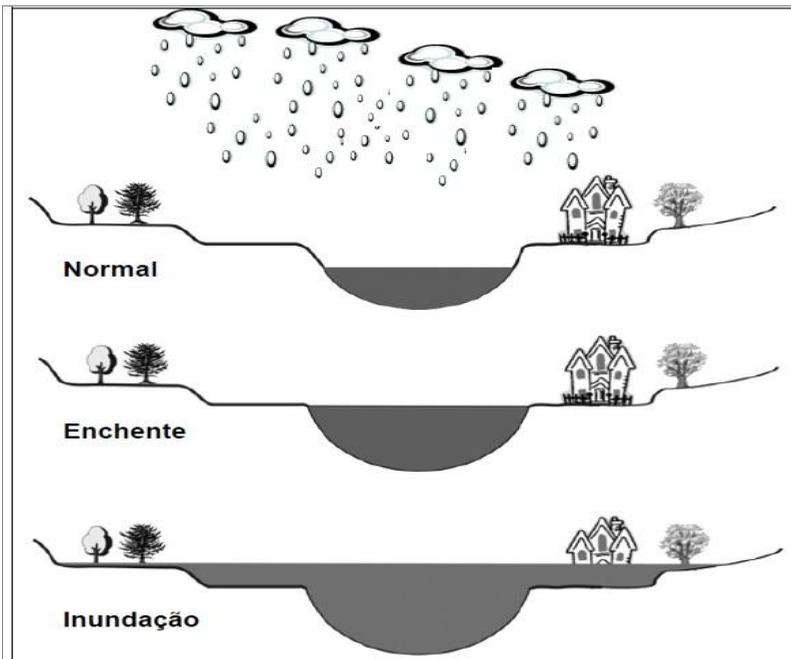


Figura 3 – Eleva o do nível de um rio provocada pelas chuvas, do nível normal até a ocorrência de uma inunda o.

Fonte: Goerll & Kobiyama (2005)

Castro (2003) comenta que a Defesa Civil classifica as inunda es em fun o de sua magnitude (excepcionais, de grande magnitude, normais ou regulares e de pequena magnitude) e da evolu o (inunda es graduais, inunda es bruscas, alagamentos e inunda es litorâneas). Mas apesar da diferencia o, a maior parte das situa es de

emergência ou estado de calamidade pública é causada pelas inundações graduais e bruscas (KOBİYAMA et al, 2006).

A respeito das inundações fluviais, se diferencia as inundações graduais das bruscas.

“Nas inundações graduais, as águas elevam-se de forma paulatina e previsível; mantêm-se em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente”. (p, 48).
 “Já as inundações bruscas 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.” (p, 50) (CASTRO 2003).

A figura 4 a seguir ilustra a diferença entre as inundações brusca e gradual, quanto à velocidade e o tempo de duração.

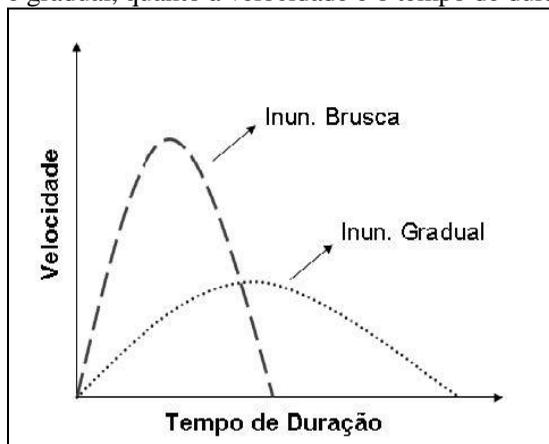


Figura 4 – Diferenças entre inundação gradual e brusca
 Fonte: Kobiyama et al. (2006)

Comparando os diversos conceitos de inundação gradual (Quadro 3), Goerl e Kobayama (2005) percebem-se algumas características comuns como:

- ocorrem na chamada planície de inundação (áreas adjacentes às margens dos rios que por determinados períodos permanecem secas);
- são cíclicas e nitidamente sazonais;

- geralmente são provocadas por intensas e persistentes chuvas e a elevação das águas ocorre gradualmente;
- o fenômeno caracteriza-se por sua abrangência e grande extensão;
- geralmente devido à elevação gradual das águas, a ocorrência de mortes é menor que durante evento com inundação brusca, mas, devido a sua grande extensão e área de abrangência, a quantidade total de danos é alta.

Quadro 3 – Alguns conceitos utilizados para definir as inundações graduais.

Termo	Autor	Definição
<i>Flash flood</i>	NWS/NOA A (2005)	Uma inundação causada pela pesada ou excessiva chuva em um curto período de tempo, geralmente menos de 6 horas. Também, às vezes uma quebra de barragem pode causar inundação brusca, dependendo do tipo de barragem e o período de tempo que ocorre a quebra.
Inundação Brusca ou Enxurrada	CASTRO (2003)	São provocadas por chuvas intensas e concentradas em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais se escoam de forma rápida e intensa.
<i>Flash flood</i>	MEDIOND O (2005)	É um evento de inundação de curta duração com uma rápida elevação da onda de inundação e rápida elevação do nível das águas. São causadas por pesadas, geralmente curtas precipitações, como uma chuva torrencial, em uma área que frequentemente é pequena.
<i>Flash flood</i>	WMO (1994)	Em bacias pequenas, de rápida resposta, como as de tempo de concentração menor de seis horas, intensa precipitação pode criar uma inundação brusca.

<i>Flash flood</i>	Kron (2002)	Inundações bruscas geralmente ocorrem em pequenas áreas, passado apenas algumas horas (às vezes minutos), e elas tem um inacreditável potencial de destruição. Elas são produzidas por intensas chuvas sobre uma pequena área.
--------------------	----------------	--

Fonte: adaptado de Goerl e Kobiyama (2005).

Percebe-se que as definições de inundação, embora coincidam em alguns pontos, nem sempre são válidas para lugares com climas distintos. É o caso da região Sul do Brasil com chuvas distribuídas durante todo o ano e no qual as inundações graduais podem ocorrer em qualquer estação.

Já as inundações bruscas, a partir do quadro 04, possuem características diferentes das inundações graduais, tais como:

- são provocadas por chuvas intensas e concentradas;
- devem ocorrer no tempo próximo ao momento da ocorrência do evento que as causam,
- caracterizam-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais escoam-se de forma rápida e intensa;
- devido ao elevado poder destrutivo (velocidade da água), o fluxo transporta sedimentos (lama, blocos de rocha), vegetação (galhos e troncos), e até objetos como carros, destroços de casas, etc..
- por elas se desenvolverem bruscamente, por vezes atingem as áreas susceptíveis a ela de surpresa, não dando tempo hábil para os moradores tomar os devidos procedimentos para se protegerem ou salvar os seus bens.

Quadro 4 – Alguns conceitos utilizados para definir as inundações bruscas

Termo	Autor	Definição
<i>Flash flood</i>	NWS/NOA A (2005)	Uma inundação causada pela pesada ou excessiva chuva em um curto período de tempo, geralmente menos de 6 horas. Também, às vezes uma quebra de barragem pode causar inundação brusca, dependendo do tipo de barragem e o período de tempo que ocorre a quebra.

Inundação Brusca ou Enxurrada	CASTRO (2003)	São provocadas por chuvas intensas e concentradas em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais se escoam de forma rápida e intensa.
<i>Flash flood</i>	MEDIONDO (2005)	É um evento de inundação de curta duração com uma rápida elevação da onda de inundação e rápida elevação do nível das águas. São causadas por pesadas, geralmente curtas precipitações, como uma chuva torrencial, em uma área que frequentemente é pequena.
<i>Flash flood</i>	WMO (1994)	Em bacias pequenas, de rápida resposta, como as de tempo de concentração menor de seis horas, intensa precipitação pode criar uma inundação brusca.
<i>Flash flood</i>	Kron (2002)	Inundações bruscas geralmente ocorrem em pequenas áreas, passando apenas algumas horas (às vezes minutos), e elas tem um inacreditável potencial de destruição. Elas são produzidas por intensas chuvas sobre uma pequena área.

Fonte: adaptado de Goerl e Kobiyama (2005).

A distinção entre as inundações bruscas e graduais é de suma importância, pois existe um sistema de registro para cada tipo de inundação criado e gerenciado pela Defesa Civil Nacional, no ato de decretar situação de emergência ou estado de calamidade pública. O sistema é a Avaliação de danos (AVADAN), que são relatórios enviados pelos municípios atingidos para a Defesa Civil, decretando a situação de emergência ou estado de calamidade pública em virtude da ocorrência de um desastre natural. Este registro torna-se uma importante fonte de dados, pois além de ser o único reconhecido oficialmente, é através deles (AVADANS) que se podem realizar levantamentos de desastres ocorridos ao longo de um determinado intervalo de tempo, como no Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina, organizado por Hermann em 2007.

Quando o tipo de desastre é a inundação, o AVADAN adota as definições propostas por Castro (2003), que as separa em bruscas e graduais.

No período de 1980 a 2003, ocorreram 1229 episódios de inundações graduais correspondendo a 31,5% dos episódios registrados nesse período e 701 (18%) de inundações bruscas severas em Santa Catarina, causando danos significativos aos municípios afetados (HERMANN, et al.; 2007).

Ainda que as inundações sejam fenômenos naturais, que acontecem periodicamente por ocasião das chuvas excepcionais, para entendê-las é preciso uma análise no âmbito de bacias hidrográficas, onde possam ser considerados diversos fatores, como os climáticos, as características físicas e as modificações causadas pelo homem no sistema de drenagem da bacia, o qual acaba por agravar os impactos ambientais a jusante (HERMANN, 1999).

2.6 CARACTERIZAÇÃO DO DANO

Neste tópico serão abordadas algumas considerações sobre as definições de “Danos e Prejuízos” e os principais danos associados às inundações.

2.6.1 Danos e prejuízos

A avaliação pressupõe uma análise técnica para identificar o valor de um bem, de seus custos, frutos e direitos, a uma determinada finalidade, situação e data (ABNT, 2001). Como o campo da avaliação é extremamente abrangente, um dos focos principais neste estudo é um levantamento dos danos/prejuízos associados às inundações de 2008 e 2011 na região do Vale do Itajaí, com base nos relatórios (AVADANS) emitidos pelos municípios atingidos à Defesa Civil do Estado.

Dano é à medida que define a intensidade ou a severidade da lesão, perda humana, material ou ambiental, física ou funcional imposta/infligida às pessoas, comunidades, instituições, instalações e aos ecossistemas, como consequência de um evento adverso (ALCANTARA et al. 2009).

Segundo Castro (1998) no formulário AVADAN, os danos humanos indicam o número de desalojados, desabrigados, deslocados, desaparecidos, feridos, enfermos, mortos e afetados. Os danos materiais são referentes aos estragos causados em edificações públicas ou particulares, como residências, comércios, escolas, postos de saúde, e também em infraestrutura pública, como obras de arte, estradas e pavimentação. Quanto aos danos ambientais, são aqueles danos

causados aos recursos naturais (água, solo, ar, flora e fauna). Os prejuízos sociais referem-se à interrupção do abastecimento de água, energia elétrica, saúde, transporte, gás, comunicações, coleta de lixo e educação. Já os prejuízos econômicos são aqueles ocasionados aos setores da economia, como agricultura, pecuária, indústria e serviços.

A abordagem do termo “dano” com enfoque público de perdas de vidas, do bem-estar, do valor de mercadorias e serviços, comparado com as condições de pré-inundação, acabam caracterizando o dano associado às inundações (TACHINI, 2010).

Tachini (2010) considera que a mensuração dos danos (matérias e perdas econômicas as propriedades) assim como o sofrimento das pessoas atingidas, pode alcançar dimensões que podem se tornar quase que impossíveis de se qualificar e quantificar. Essas avaliações são diretamente dependentes da geografia do local, das características do tempo e do clima e da ocupação humana nas áreas de risco.

Os danos são qualificados quando se tipificam em perdas humanas, materiais ou ambientais, e quantificam-se em função dos prejuízos gerados às pessoas, comunidades, instituições, às suas instalações e aos ecossistemas (TACHINI, 2010).

O termo dano é muitas vezes considerado sinônimo da palavra prejuízo. Como por exemplo, no Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa (2009, p599.), dano se traduz como “mal ou ofensa pessoal; prejuízo moral. Prejuízo material, causado a alguém pela deterioração ou inutilização de seus bens. Estrago, deterioração, danificação.”. Observa-se a interposição entre dano e prejuízo.

Outra característica notada é que tanto prejuízo quanto dano se reportam a uma perda, que pode ser material ou moral.

O termo prejuízo é utilizado em diversas áreas do conhecimento, como a jurídica, médica, contábil, econômica, dentre outras.

Prejuízo é uma medida de perda relacionada com o valor econômico, social e patrimonial, de um determinado bem, em circunstâncias de desastres (Brasil, MIN, 2007, p.).

A respeito dos termos danos e prejuízos, Tachini (2010, p.42) descreve que:

“... se os danos puderem ser quantificados e se forem atribuídos valores monetários aos mesmos (isso é dependente da existência de um método), podem ser caracterizados em “prejuízos”... mas deve-se ter a clareza de que o termo prejuízo está expressando monetariamente os danos.”

Portanto, propõe-se considerar os termos dano e prejuízo como sinônimos neste trabalho. Na leitura deste trabalho, se houver a substituição da palavra prejuízo por seu sinônimo dano, o significado não se altera.

2.6.2 Danos associados às inundações

Os danos de inundação são, usualmente, divididos, em um primeiro nível de classificação, tangíveis e intangíveis, e, em um segundo nível, em diretos e indiretos (MACHADO et al 2005; TACHINI, 2010).

A distinção entre tangíveis e intangíveis encontra-se relacionada ao grau de dificuldade em estabelecer um procedimento para a avaliação monetária do dano.

- Danos tangíveis: estão relacionados ao prejuízo associado a danos físicos causados a uma construção que tenha sido inundada, podendo ser estimado por meio da avaliação dos custos de sua restauração ou reconstrução ao estado anterior à inundação.
- Danos intangíveis: estão associados aos estados de estresse ou ansiedade causados pelas inundações ou pela expectativa de sua ocorrência, são danos de difícil avaliação monetária, usualmente classificados como intangíveis.
- Danos diretos: resultam do contato direto de águas de inundação com bens, sendo, portanto, relacionados à deterioração física de bens e de perdas de vidas por exemplo.
- Danos indiretos: têm por origem perturbações causados ao sistema produtivo como a redução da atividade econômica, as perdas de arrecadação de impostos, custos de serviços de emergência e de Defesa Civil, custos relacionados à limpeza das áreas atingidas, perdas de valor de propriedades, desemprego ou a redução de salários.

O quadro a seguir expõe uma classificação da tipologia dos danos decorrentes das inundações em áreas urbanas.

Quadro 5 – Tipologia de danos decorrentes de inundações em área urbanas.

Setor	Danos Tangíveis		Danos Intangíveis	
	Diretos	Indiretos	Diretos	Indiretos
Habitacional	Danos físicos a construção, estrutura e seu conteúdo.	Custos de limpeza, alojamento e medicamentos.	Perdas de vidas humanas.	Estados psicológicos de estresse e ansiedade. Danos de longo prazo à saúde.
Comércio e Serviços	Danos físicos a construção, estrutura e seu conteúdo. Perdas ou danos a estoque.	Custos de limpeza, lucros cessantes e Desemprego.	Perdas de vidas humanas.	Estados psicológicos de estresse e falta de motivação. Danos de longo prazo à saúde.
Industrial	Danos físicos a construção, estrutura e seu conteúdo. Perdas ou danos a estoque de matéria prima e produtos acabados.	Custos de limpeza, lucros cessantes e Desemprego.	Perdas de vidas humanas.	Estados psicológicos de estresse e falta de motivação. Danos de longo prazo à saúde.
Equipamentos públicos e serviços	Danos físicos a construção, estrutura e seu conteúdo.	Custos de limpeza, e de interrupção de serviços. Custos dos serviços de emergência.	Perdas de vidas humanas.	Estados psicológicos de estresse, ansiedade e falta de motivação. Danos de longo prazo à saúde. Inconvenientes de

				interrupção de serviços.
Infraestrutura	Danos físicos ao patrimônio.	Custos de limpeza, e de interrupção de serviços.	Perdas de vidas humanas.	Inconvenientes de interrupção de serviços.
Patrimônio histórico e cultural	Danos físicos ao patrimônio.	Custos de limpeza, e de interrupção de serviços.	Perdas de vidas humanas.	Inconvenientes de interrupção de serviços.

Fonte: Machado et al. (2005).

2.7 PRINCIPAIS SISTEMAS METEOROLÓGICOS ATUANTES EM SANTA CATARINA

Nesta seção serão apresentados os conceitos de alguns dos principais sistemas meteorológicos atuantes em Santa Catarina.

2.7.1 Frente Fria

Uma Frente é dita fria, quando sua passagem por um determinado local da superfície da terra provoca a substituição do ar quente que ali existia por ar frio (VAREJÃO-SILVA, 2005).

No Sul do Brasil, a atuação desse sistema atmosférico varia com as estações do ano (MONTEIRO, 2007).

As frentes frias na estação de Verão são mais ativas sobre o oceano Atlântico, pois nessa época do ano grande parte do continente sul americano fica aquecido praticamente por igual, o que torna difícil uma frente fria se organizar sobre o continente. Já no outono, as frentes frias penetram mais pelo continente, e após a passagem da frente já podem ser observadas as primeiras incursões de massas de ar mais frio. No inverno as frentes têm maior atuação continental, e é um dos sistemas mais importantes na distribuição da chuva na Região Sul. E na primavera, esses sistemas frontais levam a ocorrência de ventos mais fortes por toda a Região Sul (MONTEIRO, 2007).

A figura 5 apresenta uma frente fria em deslocamento sobre o litoral sudeste do Brasil, estendendo-se até o oceano, afastada da costa do litoral Sul brasileiro. Neste dia, o tempo ficou encoberto em todas as

regiões de Santa Catarina, com chuva fraca durante a manhã no Litoral Norte (MONITORAMENTO – EPAGRI/CIRAM, 2009).

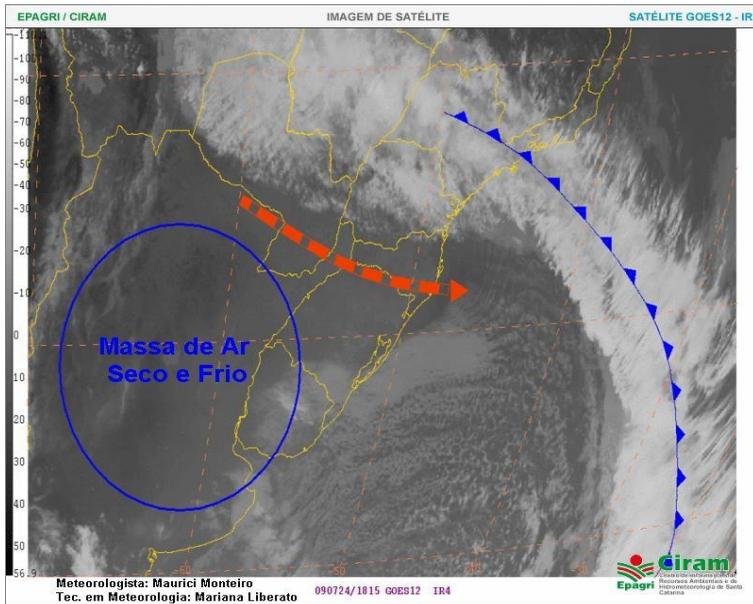


Figura 5 – Imagem sinótica do dia 24/07/2009 das 15:45h

Fonte: Epagri/Ciram

O Sistema Frontal é resultante do encontro de massas de ar com densidades diferente, quando o ar polar, mais denso, avança em direção ao ar mais quente e menos denso, forçando este a subir. E à medida que este ar ascende se resfria adiabaticamente, condensa formando nuvens e origina a precipitação (MONTEIRO, 2007).

2.7.2 Vórtice Ciclônico

Um vórtice ciclônico de altos níveis (VCAN) corresponde a um sistema de baixa pressão fechado na troposfera superior que se desprende completamente do escoamento de oeste (GAN; KOUSKY, 1982).

Segundo Lourenço et al. (1996), o VCAN na maioria das vezes, ocorre nos meses de inverno, e especialmente em julho, enquanto a frequência mínima é verificada no mês de março.

Um VCAN geralmente inicia seu ciclo de vida como um cavado na média e alta troposfera. O VCAN (figura 6) pode permanecer estacionário e girar por dias, ou ainda, pode se mover para oeste na direção oposta ao escoamento predominante, retrocedendo. Estes sistemas são capazes de afetar consideravelmente as condições do tempo na superfície por períodos de vários dias (SEVERO, et al., 2010).

Na figura 6, é verificado um VCAN no nível de 200 hPa, sobre o Centro-Leste de Santa Catarina no dia 03 de janeiro de 2009. Neste dia, registrou-se chuva na madrugada e manhã em todo o Estado, com os maiores acumulados no Vale do Itajaí e Grande Florianópolis (MONITORAMENTO – EPAGRI/CIRAM, 2009).

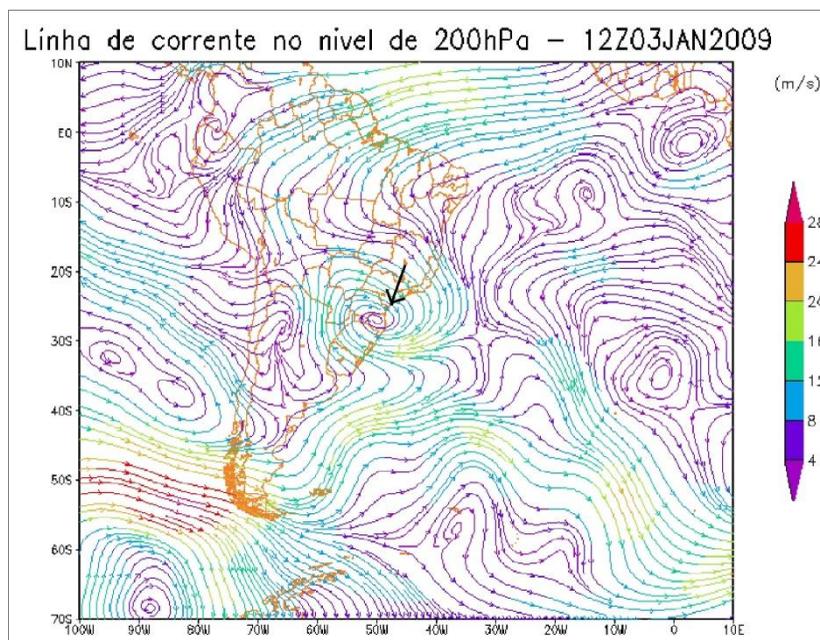


Figura 6 – Campo de vento das 12UTC do dia 03de Janeiro de 2009 no nível de 200 hPa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Este sistema costuma trazer grandes prejuízos materiais em áreas urbanas através de perdas ou danos como telhados, queda de árvores, rompimento de rede elétrica; em áreas rurais, perdas de lavouras (MONTEIRO, 2007).

2.7.3 Anticiclone / Circulação Marítima

Os anticiclones também conhecidos por altas pressões são definidos como os centros de ação de massas de ar, que abrangem milhares de quilômetros quadrados e têm como característica principal a uniformidade de temperatura, umidade e pressão atmosférica. Pelo menos nas camadas próximas a superfície os anticiclones também são caracterizados pela subsidência do ar, que acaba tornando difícil à formação de nuvens e de precipitação (MONTEIRO, 2007).

Para Monteiro (2007) circulação marítima ou oceânica são ventos úmidos que chegam à zona costeira oriundos dos anticiclones polares, quando suas trajetórias são marítimas, ou seja, quando se deslocam sobre o Atlântico a leste do Uruguai e Sul do Brasil em direção ao sudeste.

A figura 7 mostra muitas nuvens ao longo do litoral catarinense, além do Vale do Itajaí (tons de cinza) devido à umidade transportada do oceano pelos ventos que sopram dos quadrantes sudeste a leste próximo à superfície, oriundos do sistema de alta pressão no oceano próximo ao litoral sul do Brasil (circulação marítima). Neste dia, a faixa litorânea ficou com variação de nuvens entre o Planalto e o Litoral, sem registro de chuva, e vento de nordeste (MONITORAMENTO – EPAGRI/CIRAM, 2012).

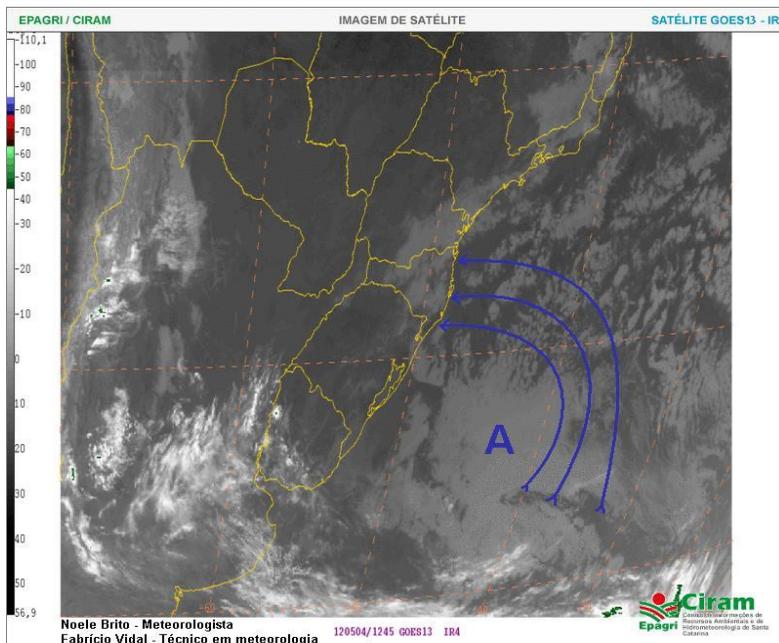


Figura 7 – Imagem sinótica do dia 04/05/2012 as 9:45h.
Fonte: Epagri/Ciram

Quando o anticiclone polar avança mais para norte, passando pelo litoral catarinense ou do Paraná, ou ainda, quando já está configurado como Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul (ASAS), passam a soprar ventos dos quadrantes leste a nordeste, ventos úmidos, porém mais quentes, e a nebulosidade e a chuvas tendem a ocorrer de Florianópolis para o norte. A condição de circulação destes ventos úmidos é temporária devido ao deslocamento contínuo dos anticiclones, mas quando estacionam, principalmente em situação de bloqueios atmosféricos, as condições de tempo geradas pela circulação marítima passam a ser persistentes (MONTEIRO, 2007).

O (ASAS) é um sistema atmosférico que possui seu centro de ação nas proximidades do Trópico de Capricórnio, sobre o oceano Atlântico. No entorno de seu centro o ar fica muito estável, devido à subsidência do ar.

A maior estabilidade deste anticiclone no inverno chega muitas vezes a impedir a entrada de frentes frias no Sul do Brasil (BASTOS; FERREIRA, 2000).

2.7.4 Baixa Pressão a Superfície

Baixa pressão a superfície, Baixa pressão, Ciclone, são termos utilizados para representar um sistema atmosférico onde há convergência de ventos que ocorrem no sentido horário no hemisfério sul. É muito frequente no Estado catarinense, mas é no verão que ele torna-se mais instável, associado ao processo convectivo (MONTEIRO, 2007).

Monteiro, (2007, p.66) descreve sobre o tipo de tempo associado às baixas pressões a superfície:

O tipo de tempo associado a esse sistema é instável com presença de muitas nuvens e geralmente com temporais acompanhados de granizo isolado e vento forte, que ocorrem no lado leste da baixa. No lado oeste do sistema, em muitos casos, o tempo fica estável e muito seco.

Na figura 8, a carta analisada das 11UTC do dia 20 de setembro de 2009 é possível verificar dois sistemas de baixa pressão, um sobre o centro norte do estado de Santa Catarina, e outro no sudeste do Rio Grande do Sul, no qual a instabilidade posicionada no norte Catarinense provocou chuva acompanhada de trovoadas do Planalto Norte ao Litoral Norte (MONITORAMENTO – EPAGRI/CIRAM, 2009).

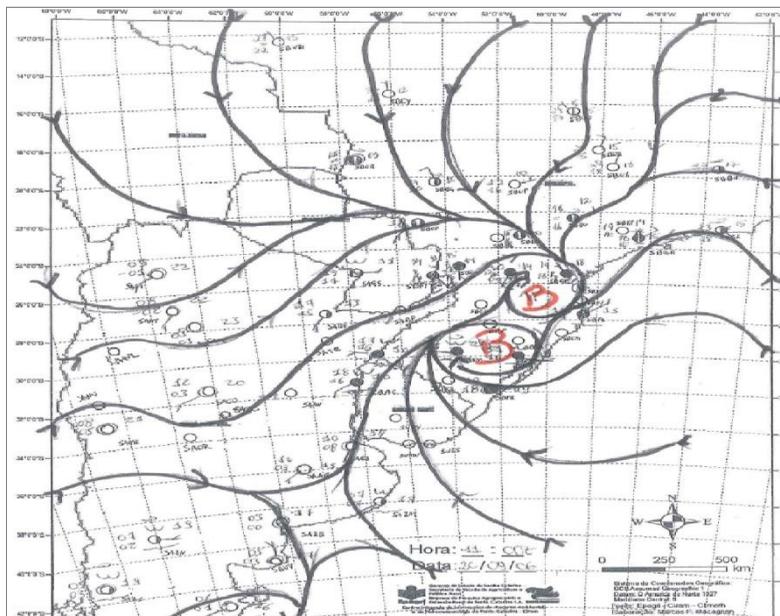


Figura 8 – Carta sinótica das 11UTC do dia 20 de setembro de 2009.
Fonte: Plotagem e análise realizada pelo autor.

2.7.5 Corrente de Jato

Corrente de jato ou simplesmente jato (figura 9), pode ser definida como sendo uma região onde os ventos de oeste, adquirem velocidades máximas, em altos níveis da atmosfera, próximo à tropopausa. Esse escoamento é caracterizado por valores máximos de vento acima de 30m/s (CRUZ, 2003).

A corrente de jato localiza-se entre 9.000 e 13.000 m de altitude e geralmente tem milhares de quilômetros de comprimento, centenas de quilômetros de largura e vários quilômetros de espessura (ESCOBAR, 2009).

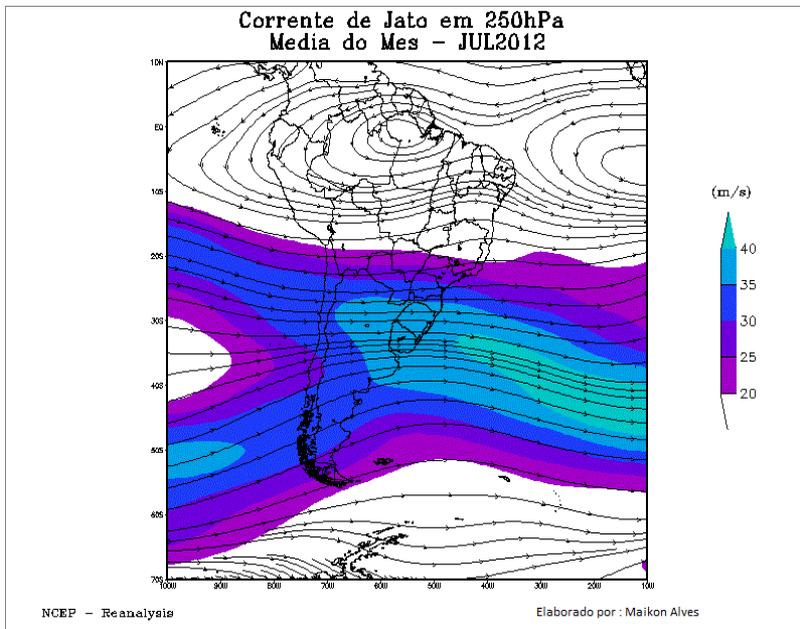


Figura 9 – Corrente de jato do mês de agosto de 2012.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Existem dois tipos de corrente de jato, ambos localizados na descontinuidade da tropopausa, a corrente de jato polar (CJP) ou simplesmente jato frontal, encontrado em latitudes médias acima de 13km de altura, e a corrente de jato subtropical (CJS), que está geralmente confinada em latitudes de até 30° a aproximadamente 13 Km de altura, aproximadamente 200 hPa (CRUZ, 2003).

O jato subtropical atua bloqueando o deslocamento das frentes frias, tornando-as estacionárias e elevando os totais de precipitação local. Kousky e Cavalcanti (1984) relacionam o papel do jato subtropical com enchentes ocorridas no Sul do Brasil em 1983.

Já o CJP, está associado ao forte gradiente horizontal de temperatura, e em qualquer instante tende a coincidir com as estreitas zonas frontais em altos níveis (PEZZI et al., 1996).

2.7.6 Bloqueio Atmosférico

Dentro de uma descrição sinótica, o bloqueio corresponde a uma anomalia persistente de alta pressão, que tem o deslocamento meridional

como característica em relação às trajetórias normais zonais das perturbações atmosféricas nos subtrópicos e latitudes médias (AMBRIZZI, et al. 2009).

Os bloqueios são caracterizados por sistemas de alta pressão, também conhecidos por alta de bloqueio, sua influencia ocorre na circulação atmosférica, que em médios níveis normalmente possuem um escoamento zonal de oeste para leste, mas em situação de bloqueio, quando a alta se estabelece, o deslocamento passa à meridional; o que ocasiona um desvio na trajetória dos sistemas transitórios de oeste, tais como frentes, ciclones e anticiclones (FUENTES, 1997).

Em condições de bloqueio atmosférico, a característica da circulação atmosférica é a divisão da corrente de jato em dois ramos, na qual ocasiona um rompimento do padrão zonal e impede o deslocamento de oeste dos sistemas sinóticos, tornando-os estacionários ou desviando para nordeste ou sudeste, contornando o anticiclone de bloqueio (AMBRIZZI, et al. 2009).

Fuentes (1997) analisou 128 bloqueios no período entre 1979 e 1995, na costa oeste e leste da América do Sul, e concluiu que o outono apresentou o maior número de casos (43), seguido pelo inverno (40), primavera com (26) casos e verão (19 casos). A costa oeste apresentou maior preferência à formação de bloqueios no outono, primavera e inverno, enquanto na costa leste, a maior frequência é no verão. A pesquisa de Fuentes (1997) mostrou que os bloqueios ocorreram em todos os anos estudados, sem grande variação interanual.

2.7.7 Cavado

Cavados são modificações no fluxo de ar que ocorrem em superfície e em níveis superiores da atmosfera (médios e altos níveis). Estes sistemas possuem modificações no fluxo de vento, de modo geral, de leste para oeste, e os em médios níveis, de oeste para leste (MONTEIRO, 2007).

Analisando a figura 10, é possível verificar um cavado (traço em vermelho) estendendo-se do Paraguai até o Litoral Sul de Santa Catarina. Neste dia, o tempo foi de muita instabilidade em todas as regiões catarinenses, principalmente no Oeste, Meio-Oeste, Litoral Norte e Vale do Itajaí, com chuva, registro de trovoadas, rajadas de vento forte e até queda e granizo no município de Rio do Campo (MONITORAMENTO – EPAGRI/CIRAM, 2008).

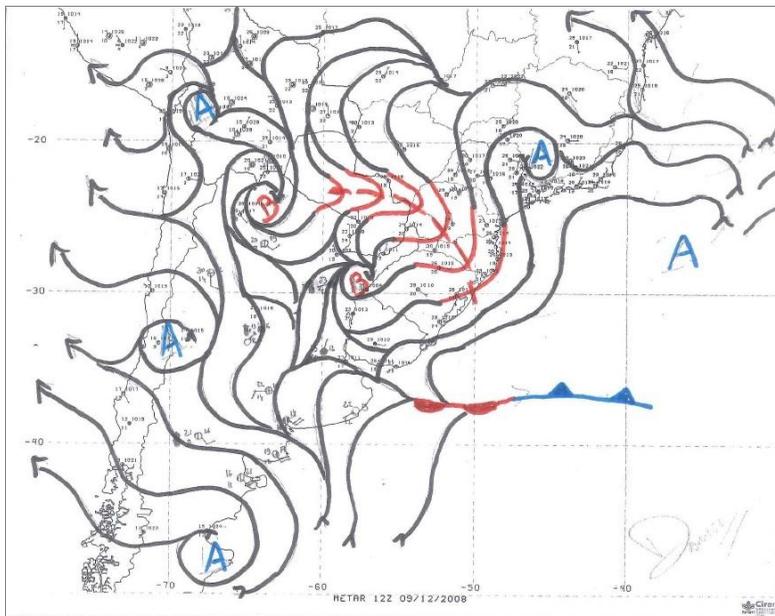


Figura 10 – Carta sinótica das 12UTC do dia 09 de dezembro de 2008. Analisada pelo Meteorologista Daniel Calearo. Fonte: Epagri/Ciram.

2.8 VARIABILIDADES CLIMÁTICAS DE BAIXA FREQUÊNCIA NA AMÉRICA DO SUL

A Variabilidade de Baixa Frequência (VBF) é normalmente utilizada para descrever a variabilidade irregular em escalas maiores que dos transientes. Ela é de extrema importância na elaboração da previsão do tempo e clima, pois modula eventos de escala menores como os eventos sinóticos e de mesoescala. A VBF está na escala planetária que pode ser dividida em: Intrazonal (10-100 dias); Interanual (1-10 anos) e Intercadal (mais de 10 anos) (DA SILVA 2010).

Os fenômenos relacionados à VBF são apresentados através de padrões de Teleconexão, e em geral encontrados através de técnicas estatísticas como correlações e Funções Ortogonais Empíricas (DA SILVA, 2010).

Nesta seção serão abordados os conceitos de alguns dos índices de VBF que são importantes para a América do Sul em escala interanual (ENOS) e escala interdecadal (ODP).

2.8.1 El Niño Oscilação Sul – ENOS - (La Niña e El Niño)

Para Grimm (1998) o ENOS preliminarmente pode ser considerado a principal fonte de variabilidade climática interanual global.

O fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) é caracterizado por alterações ou anomalias da temperatura de superfície do mar (TSM) na região do Pacífico Equatorial, nas proximidades da Costa Oeste da América do Sul e que afeta o tempo e o clima em diversos locais do mundo (GRIM et al. 1998).

O ENOS apresenta duas fases, a fase quente ou positiva chamada de El Niño e a fase fria ou negativa chamada de La Niña (GRIMM et al. 1998, MOLION, 2007).

A região Niño 3.4 sobre o Pacífico Equatorial (figura 11) é considerada aquela em que as anomalias de TSM mais possuem impactos sobre o regime de circulação atmosférica da América do Sul (DA SILVA, 2010).

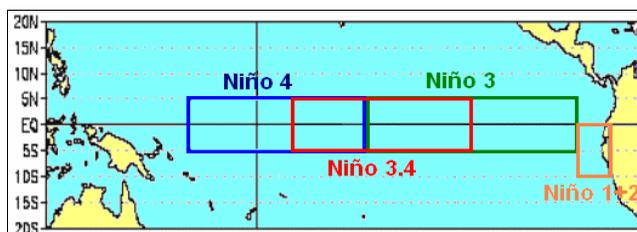


Figura 11 – Regiões dos Niños.

Fonte: CPTEC/INPE (2012).

Para analisar os possíveis impactos das alterações dos padrões climatológicos da TSM do Pacífico na atmosfera, também é preciso verificar como se encontra a atmosfera em superfície. Com isso foi desenvolvido um índice chamado de Índice de Oscilação Sul (IOS), o qual representa a diferença da Pressão ao Nível Médio do Mar (PNMM) entre o Pacífico Central (Taiti) e o Pacífico do Oeste (Darwin/Austrália), (DA SILVA, 2010). Valores negativos, positivos ou próximos de zero do IOS são indicativos das fases do ENOS. Na neutralidade ou fase neutra, o Pacífico Equatorial apresenta anomalias de TSM de até 0.5°C no centro-oeste e em torno de -0.5°C ao leste, o IOS fica próximo de zero. Na fase quente (El Niño) o IOS assume valores negativos e maiores que 0.5, com as anomalias positivas de TSM posicionadas sobre o centro-leste do Pacífico Equatorial com valores superiores a 0.5°C e ao oeste

predominam valores negativos. Já na fase fria (La Niña) o IOS apresenta valores positivos e maiores a $0,5^{\circ}\text{C}$, com as anomalias de TSM negativas sobre o centro-leste com valores inferiores a $-0,5^{\circ}\text{C}$ e ao oeste do Pacífico Equatorial predominam anomalias positivas de TSM (DA SILVA, 2010).

O El Niño é o aquecimento ocasional das águas superficiais (TSM) no Oceano Pacífico central e oriental. Está associado ao enfraquecimento dos ventos alísios. O aquecimento das águas superficiais sobre o centro-leste do Pacífico Equatorial, provocam mudanças na circulação da atmosfera nos baixos e altos níveis, e consequentes mudanças nos padrões de transporte de umidade, contribuindo para variações nas distribuições das chuvas nas regiões tropicais e de latitudes médias e altas (SALINI, 2011).

No El Niño caracteriza-se um aumento nas diferenças de temperatura entre os polos (Sul e Norte) e o equador, que acaba contribuindo na intensificação das Correntes de Jato, que favorecem que as frentes frias fiquem estacionadas sobre a região Sul do Brasil (DA SILVA, 2010).

Já a La Niña, ao contrário, é caracterizada pela diminuição da temperatura ocasionada pelo aumento da força dos ventos alísios (GRIMM et al. 1998). O resfriamento das águas superficiais sobre o centro-leste do Pacífico Equatorial, provoca mudanças na circulação da atmosfera e no transporte de umidade, que contribuem para variações nas distribuições das chuvas nas regiões tropicais e de latitudes médias e altas, com efeitos opostos ao do EN (SALINI, 2011; DA SILVA, 2010).

Na ocorrência de La Niña, as diferenças de temperaturas entre o equador e os Polos ficam menores, o que acaba enfraquecendo as Correntes de Jato, o que contribui para que as frentes frias passem mais rápido pela região Sul do Brasil, por vezes atingindo latitudes tropicais (DA SILVA, 2010).

Segundo Grimm et al.(1998) as fases extremas (El Niño e La Niña) do ENOS provocam significativas alterações nos totais de precipitação mensais e sazonais no Sul do Brasil. O El Niño traz precipitações mais abundantes, principalmente na primavera. E a La Niña diverge dos efeitos causados pelo El Niño, ela ocasiona períodos mais secos, prolongados, com destaque para a primavera.

Os eventos de El Niño e La Niña têm uma tendência a se alternar cada 3-7 anos. Porém, de um evento ao seguinte o intervalo pode mudar de 1 a 10 anos; os episódios de La Niña têm períodos de aproximadamente 09 a 12 meses, e somente alguns episódios persistem por mais que 02 anos, como o El Niño (CPTEC, 2012, texto digital).

2.8.2 Oscilação Decadal do Pacífico (ODP)

De acordo com Francis e Lebre (1994) apud Rebello (2006) os primeiros estudos sobre as variações interdecadais foi relacionada à produção de salmão no Alasca com alternância nos regimes de produção, pouca (1949 e início do ano 1950) e muita (metade dos anos 70). Estudos mais recentes caracterizaram as fases, quente e fria no Oceano Pacífico Norte como “Oscilação Decadal do Pacífico” (REBELLO, 2006).

Mantua et al (1997) evidenciaram a existência de uma variabilidade de longo prazo na configuração das TSM do Oceano Pacífico, parecido ao ENOS, a qual se denominou Oscilação Decadal do Pacífico (ODP).

A Oscilação Decadal do Pacífico (ODP ou Pacific Decadal Oscillation – PDO) trata-se de uma mudança nos padrões de temperatura do Oceano Pacífico do Norte (que também se reconhece no Pacífico Sul) (Uribe, 2007) que ocorre em períodos de 20 a 30 anos (MENDONÇA; ROMERO, 2012).

Assim como o ENOS, a ODP apresenta duas fases, fria e quente. A fase negativa ou fria é caracterizada por anomalias negativas de TSM no Pacífico Tropical e ao longo da costa oeste das Américas e nos extratropicais anomalias positivas. Já a fase positiva ou quente apresenta a configuração oposta, ou seja, com anomalias positivas no Pacífico Tropical e negativo fora dos trópicos (MOLION, 2007; MANTUA et al. 1997).

A ocorrência e a duração das fases da PDO (figura 12) mostra que ocorreram quatro fases (Quentes e Frias) da ODP; a fase que vai de 1900-1924 não está bem definida, mas as outras fases 1925-1946, 1947-1976, 1977-1997 estão bem definidas, e atualmente (1998 -?) está se definindo como águas mais quente no Pacífico Norte e índices de ODP negativo (REBELLO, 2009).

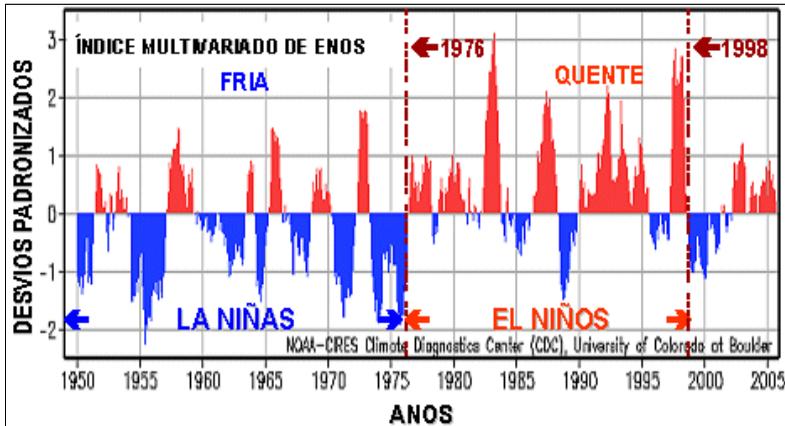


Figura 12 – Série temporal do Índice de ODP

Fonte: MOLION, 2007.

A última fase quente começou em 1977 e há um consenso que tenha terminado em 1998, e desde então, a ODP está em uma nova fase fria, que deve durar pelos próximos 20 anos (MOLION, 2007).

O índice de ODP se correlaciona com muitos registros climáticos do Pacífico Norte e do Noroeste, incluindo a pressão ao nível do mar, temperatura e precipitações. Também há correlações entre a ODP e o ENOS, que cria um efeito que atua como construtivo quando o ENOS e a ODP estão na mesma fase, e destrutivo quando eles estão em fases opostas (KAYANO; ANDREOLI, 2006). Podendo significar que em anos de La Niña e fase fria de ODP, o padrão de anomalia negativa da temperatura seja mais evidente do que quando ocorre El Niño e fase fria da ODP ou ainda La Niña e a fase quente da ODP (MENDONÇA; ROMERO, 2012).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados na presente pesquisa consistem na análise e comparação dos eventos de inundações na Bacia hidrográfica do Vale do Itajaí, do ponto de vista meteorológico, social e econômico, referentes a novembro de 2008 e setembro de 2011.

Materiais e Métodos

A realização deste trabalho foi dividida em duas partes principais, a primeira foi desenvolvida com intuito de identificar os possíveis sistemas e/ou fenômenos meteorológicos responsáveis pelos eventos de inundações no Vale do Itajaí no período de novembro de 2008 e setembro de 2011, e a segunda objetivou avaliar as possíveis perdas/prejuízos com base nos AVADANS da Defesa Civil, decorrente das inundações nos períodos relacionados acima.

3.1 DADOS UTILIZADOS NA ANÁLISE METEOROLÓGICA

A identificação das configurações atmosféricas/meteorológicas durante os períodos de inundações foram avaliadas pelo método qualitativo ou empírico de identificação, ou seja, mediante análise sequencial de “campos” diários confeccionados com base nos dados médios diários de reanálise, de pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura, linhas de corrente e geopotencial nos níveis de 850, 500 e 250hPa e Corrente de Jato em 250hPa. Estes dados foram obtidos através da Reanálise do National Centers for Environmental Prediction/National Centers for Atmospheric Research (NCEP/NCAR, Agosto de 2012), para área localizada entre as longitudes 70W° e 20°W e entre as latitudes 10° e 50°S, possibilitando, assim, a visualização dos sistemas atuantes, bem como o intervalo de tempo de influência dos mesmos nas condições de tempo sobre a região em estudo.

“As reanálises do NCEP/NCAR são consideradas uma base de dados meteorológicos das mais completas e consistentes, sendo produzidas para atender grupos de pesquisa e monitoramento climático” (SACCO 2010, p-50). Os dados digitais são gerados pelo modelo global de previsão e análise operacionalmente no NCEP/NCAR. Estas informações são provenientes de vários países e organizações de todo mundo, com informações das mais variadas possíveis, como: informações de superfície terrestre, e marítima, de radiossondas, aeronaves e satélites; tais dados estão disponíveis em grade horizontal de 2.5° X 2.5° de latitude e longitude, com resolução temporal a cada 6

horas, nos horários das 06, 12, 18 e 00 UTC (Tempo coordenado Universal). Cabe lembrar que esses dados não são disponíveis em tempo real. Neste estudo as análises foram realizadas com dados médios destes dos horários 00 e 12 UTC.

Na complementação da análise meteorológica foram analisados os arquivos de monitoramento das condições de tempo registrados em forma de texto e as cartas sinóticas - confeccionadas diariamente pelos técnicos em meteorologia da EPAGRI/CIRAM (Setembro de 2012), nos horários das 12 e 00 UTC - provenientes das informações do código METAR. Os Metares são boletins meteorológicos onde constam as informações, de tempo real da área do aeródromo e que servirão de base às operações de pouso e decolagem, são confeccionados e difundidos de hora em hora nas estações meteorológicas de superfície, existentes em mais de 100 aeródromos brasileiros.

Nas cartas são plotados os dados de algumas variáveis meteorológicas em tempo real (temperatura, pressão e vento) da condição de tempo de grande parte dos aeroportos brasileiros e até mesmo de outros países da América do Sul (Argentina, Uruguai, entre outros) e na sequência é realizado a análise da carta, mostrando como está se comportando a atmosfera em superfície naquele determinado período de tempo.

Também se utilizou as cartas com dados de ar superior, relativos às sondagens das 12 e 00 UTC dos níveis de 850hPa, 500hPa e 250hPa. Estas cartas foram retiradas da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET, Agosto de 2012).

Ainda na identificação dos sistemas meteorológicos foram utilizadas as imagens do satélite Goes 12 no canal infravermelho (canal-4) e no canal Visível, (canal-1), dos dias 19 a 28 /11/2008 e nos dias 05/09/2011 a 09/09/2011, referentes as 12 e 00 UTC de cada dia. Tais imagens foram obtidas no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE, Setembro de 2012), além de consulta aos Boletins mensais Climanálise do CPTEC, para os meses- novembro e setembro - em que ocorreram as inundações em 2008 e 2011.

3.2 DADOS DE PRECIPITAÇÃO E NÍVEL DOS RIOS

Os totais de precipitação diários, mensais, as médias climatológicas e os níveis dos rios foram utilizados na presente pesquisa

para fazer a relação e a comparação dos totais de precipitação, o período da chuva e os níveis dos rios atingidos pelas inundações em cada evento.

Para análise do comportamento da chuva durante as inundações, os dados de precipitação do período compreendido (novembro de 2008 e setembro de 2011) foram cedidos pela Epagri/Ciram para as estações meteorológicas convencionais e automáticas localizadas no Vale do Itajaí-Açu, e extraídas do sistema de monitoramento hidrológico da Agência Nacional de Águas (ANA, Setembro de 2012) conforme é mostrado no quadro 6.

Quadro 6 – Localização das estações meteorológicas e hidrológicas

Município	Latitude	Longitude	Tipo de Estação
Blumenau	26°54'22" S	49°04'44" W	Convencional
Itajaí	26°57'05" S	48°45'45" W	Convencional
Ituporanga	27° 25'08" S	49° 38'47" W	Convencional
Rio do Campo	26° 56'15" S	50° 08'45" W	Convencional
Lontras	27°11'29" S	49°30'19" W	Automática
Indaial	26°55'04" S	49°16'03" W	Automática
Brusque	27°10'06" S	48°91'78" W	Hidrológica
Taió	27°06'47" S	49°59'39" W	Hidrológica
Timbó	26°49'46" S	49°16'18" W	Hidrológica
Apiúna	27°03'72" S	49°38'75" W	Hidrológica
Rio do Sul	27°21'11" S	49°63'17" W	Hidrológica

Fonte: Epagri/Ciram (estações automáticas e convencionais) e ANA (hidrológicas).

Para análise dos níveis dos rios, os dados foram extraídos do sistema de monitoramento da ANA, para as estações hidrológicas localizadas na Bacia hidrológicas do Vale do Itajaí, conforme quadro a seguir.

Quadro 7 – Localização das estações hidrológicas

Estação/Município	Latitude	Longitude	Tipo de Estação
Apiúna	27°03'72'' S	49°38'75'' W	Hidrológica
Blumenau	26°91'81'' S	49°06'53'' W	Hidrológica
Brusque	27°10'06'' S	48°91'78'' W	Hidrológica
Ituporanga	27°39'86'' S	49°60'58'' W	Hidrológica
Rio do Sul	27°21'11'' S	49°63'17'' W	Hidrológica
Taió	27°06'47'' S	49°59'39'' W	Hidrológica
Timbó	26°49'46'' S	49°16'18'' W	Hidrológica

Fonte: ANA.

Com os dados de precipitação e de nível dos rios em mãos, o próximo passo foi gerar os gráficos das precipitações e dos níveis dos rios, diários e mensais, referentes aos dias em que ocorreram as inundações. Também foram criadas tabelas dos totais diários e mensais de precipitação e do nível dos rios relacionados aos meses em que ocorreram os desastres no Vale do Itajaí, além de figuras de distribuição espacial da chuva na região afetada.

3.3 RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE BAIXA FREQUÊNCIA (ENOS E ODP) COM A PRECIPITAÇÃO

As análises relacionadas aos eventos de ENOS foram efetuadas com base nos dados disponibilizados pelo National Centers for Environmental Prediction (NCEP) /National Oceanic And Atmospheric Administration (NOAA), de acordo com a tabela 1.

As relações disponíveis como o histórico de ocorrências de El Niño e La Nina e suas respectivas intensidades podem diferir uma das outras, dependendo do critério adotado para tais definições. Neste trabalho foram utilizados os dados constantes da NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration), que considera como um evento ENOS, o limite de +/- 0,5°C para a anomalia da TSM da região Niño 3.4 observadas em pelo menos cinco trimestres.

A tabela 1 apresenta-se dividida em trimestres e as anomalias de Temperatura da superfície do mar (TSM), que caracterizam eventos de El Niño (fonte na cor vermelha), La Niña (fonte na cor azul) e período de neutralidade (fonte na cor preta).

Também foram consultados os Boletins mensais da Climanálise do CPTEC, para os meses- novembro e setembro - em que ocorreram as inundações em 2008 e 2011.

A análise da influência do ENOS foi realizada relacionando os dados de precipitação nos eventos de inundações com os índices do El Niño, La Niña ou em uma situação de neutralidade, de acordo com os dados constantes na tabela 1.

Tabela 1 – Relação de eventos de El Niño e La Niña por trimestre dos anos de 2008 e 2011.

Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2008	-1.5	-1.5	-1.2	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.4	-0.7
2009	-0.9	-0.8	-0.6	-0.2	0.1	0.4	0.5	0.6	0.7	1.0	1.4	1.6
2010	1.6	1.4	1.1	0.7	0.2	-0.3	-0.8	-1.2	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5
2011	-1.4	-1.3	-1.0	-0.7	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3	-0.6	-0.8	-1.0	-1.0

Fonte: NCEP/NOAA.

Para a análise relacionada à ODP, foram utilizados os dados mensais do índice da ODP, (tabela 2) calculado por Mantua et al. (1997), selecionados para o período novembro de 2008 e setembro de 2011. O índice é calculado considerando a oposição entre anomalias da TSM/SST (Temperatura da Superfície do mar/ Sea Surface Temperature) na Costa Oeste da América do Norte e o restante da bacia norte do Pacífico.

A análise da influência da ODP foi realizada relacionando os dados de chuva nos eventos de inundações com índices da ODP.

Tabela 2 – Índice da ODP mensal no período de 2008 a 2011.

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2008	-1.00	-0.77	-0.71	-1.52	-1.37	-1.34	-1.67	-1.70	-1.55	-1.76	-1.25	-0.87
2009	-1.40	-1.55	-1.59	-1.65	-0.88	-0.31	-0.53	0.09	0.52	0.27	0.40	0.08
2010	0.83	0.82	0.44	0.78	0.62	-0.22	-1.05	-1.27	-1.61	-1.06	-0.82	-1.21
2011	0.83	0.82	0.44	0.78	0.62	-0.22	-1.05	-1.27	-1.61	-1.06	-0.82	-1.21

Fonte: <http://jisao.washington.edu/pdo/PDO>. latest

3.4 DADOS REFERENTES ÀS PERDAS /PREJUÍZOS

Para caracterizar as possíveis perdas/prejuízos decorrentes das inundações nos períodos de Novembro de 2008 e Setembro de 2011, na região da Bacia hidrográfica do Vale do Itajaí, foram utilizados como fonte de pesquisa, os dados dos AVADANS (relatórios de danos) que são emitidos pelos municípios atingidos à Defesa Civil do Estado em caso de perdas por algum tipo de desastre natural. Os dados dos AVADANS (Julho de 2012) utilizados neste trabalho tem como fonte a Defesa Civil do Estado de Santa Catarina, sendo considerados somente os relatórios dos municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica da área de estudo.

De posse dos relatórios de perdas dos municípios, foi necessário estabelecer um critério de caracterização das perdas. Os danos de inundação são, usualmente, divididos, em um primeiro nível de classificação, tangíveis e intangíveis, e, em um segundo nível, em diretos e indiretos (MACHADO et al 2005; TACHINI, 2010). Considerando que nos formulários AVADANS, as perdas dividem-se em danos humanos, materiais, ambientais, prejuízos sociais e prejuízos econômicos, utilizou-se como classificação principal os danos diretos e indiretos, subdivididos em perdas humanas, materiais, ambientais, sociais e econômicas para cada município afetado.

Danos diretos: resultam do contato direto de águas de inundação com bens, sendo, portanto, relacionados à deterioração física de bens e de perdas de vidas por exemplo.

Danos indiretos: têm por origem perturbações causadas ao sistema produtivo como a redução da atividade econômica, as perdas de arrecadação de impostos, custos de serviços de emergência e de Defesa Civil, custos relacionados à limpeza das áreas atingidas, perdas de valor de propriedades, desemprego ou a redução de salários.

- Perdas humanas (número de desalojados, desabrigados, deslocados, desaparecidos, feridos, enfermos, mortos e afetados).
- Perdas materiais (estragos causados em edificações públicas ou particulares, como residências, comércios, escolas, postos de saúde, e também em infraestrutura pública, como obras de arte, estradas e pavimentação).
- Perdas ambientais (danos causados aos recursos naturais: água, solo, ar, flora e fauna).

- Prejuízos sociais (refere-se à interrupção do abastecimento de água, energia elétrica, saúde, transporte, gás, comunicações, coleta de lixo e educação).

- Prejuízos econômicos (ocasionados aos setores da economia, como agricultura, pecuária, indústria e serviços).

Através do levantamento de dados dos AVADANS, foram confeccionadas tabelas de perdas para cada evento de inundação, seguindo a classificação mencionada acima, a fim de conhecer os prejuízos causados nos dois episódios de inundação. Nestas tabelas os municípios foram divididos em sub-regiões (Alto Vale do Itajaí, Médio Vale e Baixo Vale) a fim de facilitar a visualização espacial das perdas.

3.5 PROGRAMAS UTILIZADOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa utilizou-se os programas GrADS e o Microsoft Office Excel.

O GrADS é uma ferramenta computacional interativa que serviu para análise e exibição dos dados meteorológicos em formas de figuras, em seus diferentes campos e níveis da atmosfera. Este programa executa um modelo de dados de 4-Dimensões, onde as dimensões são geralmente latitude, longitude, nível, sendo utilizado no globo todo e livremente encontrado na internet (Manual GrADS CPTEC, 2012).

O programa Excel serviu para a confecção dos gráficos e tabelas tanto na parte da análise meteorológica (dados de precipitação, nível dos rios) como principalmente no levantamento dos prejuízos decorrentes das inundações, com base nos AVADANS, onde todos os dados dos relatórios de perdas foram digitalizados no Excel para posteriormente realizar a composição dos gráficos e das tabelas de perdas de cada município da área de estudo.

4 ANÁLISE DOS EVENTOS DE INUNDAÇÕES NO VALE DO ITAJAÍ: NOVEMBRO DE 2008 E SETEMBRO DE 2011

Buscou-se neste capítulo analisar os fatores ambientais dos eventos de inundações de novembro de 2008 e setembro de 2011, na Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí.

A estrutura deste capítulo esta baseada no que foi proposto nos objetivos e a metodologia estabelecida no capítulo 3.

4.1 ANÁLISE DA DINÂMICA ATMOSFÉRICA

Nesta secção serão analisados os sistemas atmosféricos que atuaram nas inundações de novembro de 2008 e setembro de 2011.

4.1.1 Principais Sistemas Atmosféricos Responsáveis pela Inundação de Novembro/2008 (período de 19 a 26).

O período anterior à inundação no Vale do Itajaí, meses de setembro, outubro e início de novembro de 2008, vinha sendo caracterizado pela presença de fortes anomalias de pressão atmosférica (figura 13), de sinal alternado, em praticamente todo o hemisfério sul (Nota Técnica CPTEC, 2008).

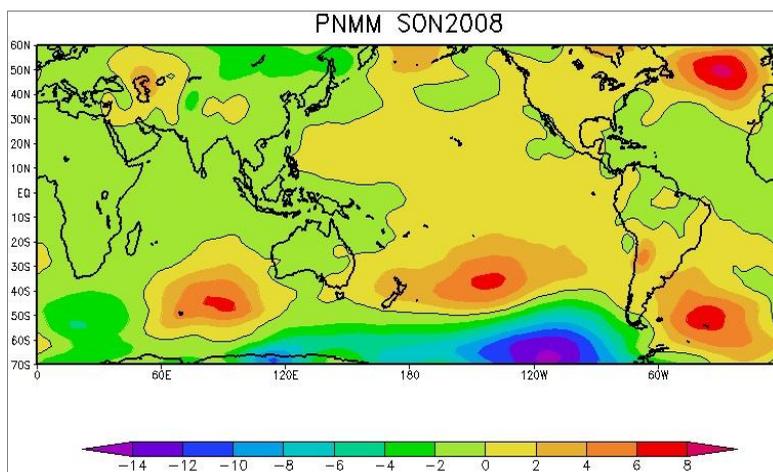


Figura 13 – Anomalias de pressão atmosférica na superfície do mar, em hPa, com respeito a normal climatológica (1961-1990) no período de setembro, outubro e novembro de 2008.

Fonte: Nota Técnica INPE/CIRAM/INMET, 2008.

Em particular, áreas com anomalias positivas se localizaram sobre o oceano Atlântico Sul, favorecendo a permanência do Anticiclone que pela sua posição gerou ventos persistentes, de sudeste a leste sobre boa parte da costa da Região Sul do Brasil. Estes ventos incidiram mais diretamente sobre o litoral de Santa Catarina, ocasionando circulação marítima, ou seja, o transporte de umidade do oceano para o continente. Os ventos persistentes e úmidos vindos do mar foram levantados pela serra catarinense causando o esfriamento e a condensação do ar, incrementando a intensidade das chuvas orográficas (Nota Técnica INPE/CIRAM/INMET, 2008). Esta condição de permanência do Anticiclone foi caracterizada por um bloqueio atmosférico (MONITORAMENTO – EPAGRI/CIRAM, 2008).

Durante este período – setembro e início de novembro – vinham sendo registradas chuvas na região do litoral catarinense e Vale do Itajaí (figura 14), fracas, mas frequentes, o que deve ter contribuído para deixar o solo saturado. Em alguns dias as chuvas fracas foram substituídas por chuvas fortes e rápidas acompanhadas de trovoadas.

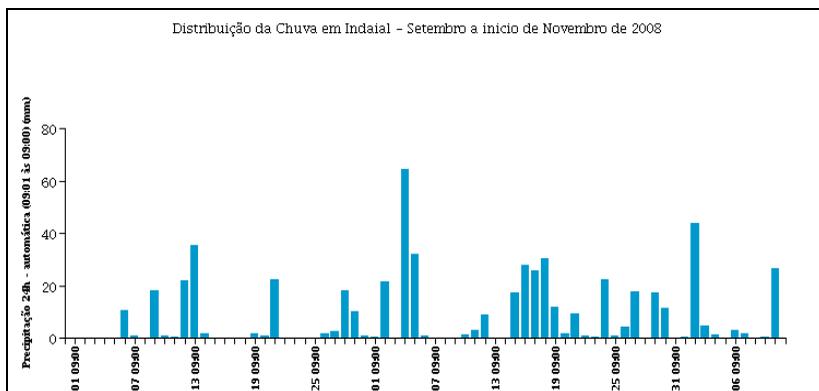


Figura 14 – Gráfico de Distribuição da chuva no município de Indaial, de Setembro até o início de novembro.

Fonte: Epagri/Ciram e INMET.

A partir da semana do dia 19 de novembro, o bloqueio tornou-se mais intenso, mantendo o tempo instável com chuva persistente da Grande Florianópolis ao Litoral Norte, no Médio e no Baixo Vale do Itajaí Açu (figura 15a). No nível mais próximo a superfície, 1000 hPa (figura 15a), observa-se à atuação de um sistema de Alta Pressão

(Anticiclone), influenciando o Litoral Sul do Brasil, com maior atuação no litoral do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, com centro de 1028 hPa, localizado na latitude 40S e longitude 53W, caracterizado por uma circulação anti-horária. O vento a 10 metros de altura, originado pelo sistema, predominava de SE, quase virando para o quadrante E no litoral catarinense.

A umidade elevada, transportada encontrava-se na atmosfera até pelo menos 1500 metros de altitude. A figura 15b, representativa do nível de 850 hPa, equivalente a 1500 metros, mostra a presença de um cavado do Leste do Paraguai até próximo ao Oeste de Santa Catarina (identificado por uma linha tracejada em vermelho) e as linhas de corrente predominavam o escoamento na direção leste/nordeste na costa catarinense.

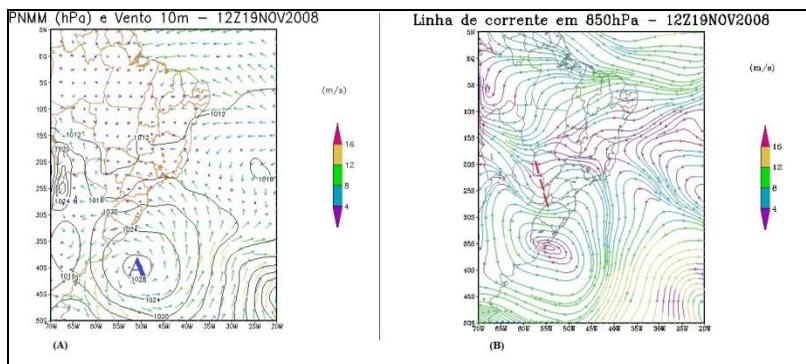


Figura 15 – (A) Campo de Pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura para o dia 19 de novembro de 2008 às 12UTC (9h). (B) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 19 de novembro de 2008 às 12UTC

Fonte: NCEP/Reanalysis

No dia 20, no nível mais próximo à superfície (1000 hPa), a figura 16a, mostra a intensificação do sistema de alta pressão, agora com centro de 1032 hPa. Pelas linhas de corrente em 850 hPa (figura 16b) é verificado que o vento continua convergindo sobre a costa de Santa Catarina com direção nordeste, levando umidade do mar para o continente, e o aprofundamento do cavado que se estende desde o centro leste do Paraguai até o Oeste do Rio Grande do Sul.

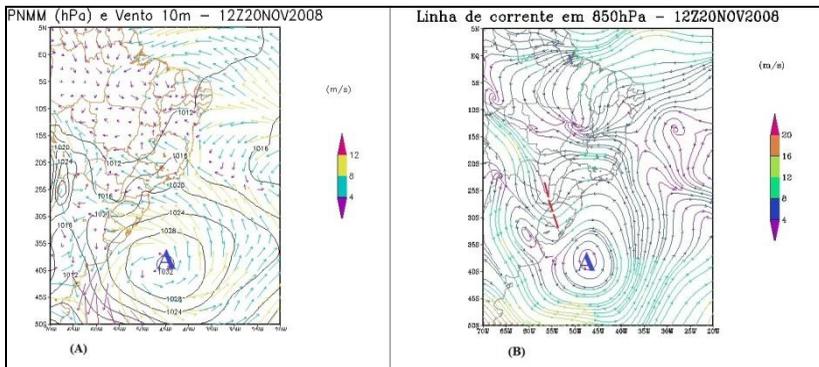
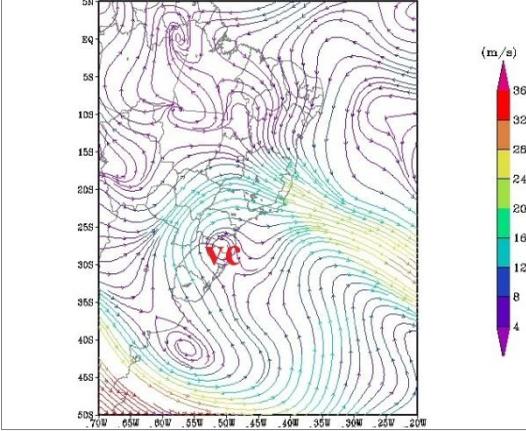


Figura 16 – (a) Campo de Pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura para o dia 20 de novembro de 2008 as 12UTC (9h). (b) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 20 de novembro de 2008 as 12UTC.

Entre os dias 21 e 23, a situação meteorológica se agravou no litoral catarinense, especialmente na região do Vale do Itajaí, com a formação de um vórtice ciclônico em médios níveis, (figura 17a) que intensificou a instabilidade. Este sistema provocou uma gradativa queda na pressão atmosférica nos médios níveis da atmosfera, diminuindo a densidade do ar, o que gerou um efeito dinâmico de sucção que aumentou o levantamento do ar.

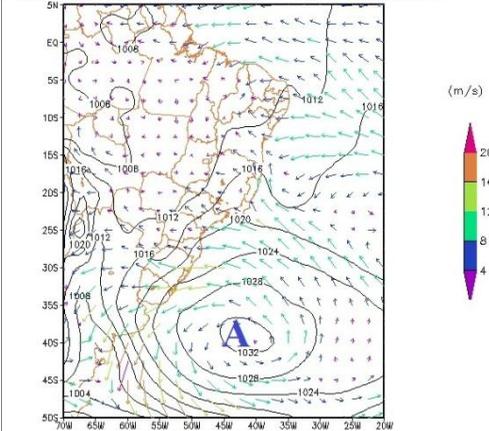
No dia 21, em superfície, o sistema de alta pressão estava localizado na latitude 40°S e longitude 45°W, com centro de 1032 hPa, e os ventos no litoral de Santa Catarina sopravam da direção Leste (figura 17b). Ainda em superfície é observado um cavado ao longo do litoral catarinense e outro que se estende do leste do Paraguai ao oeste do Rio Grande do Sul, linhas tracejadas conforme figura 17c. Em médios níveis da atmosfera, 500 hPa, equivalente a 5500 metros de altitude, pode ser verificado a presença de uma circulação fechada horária entre o nordeste do Rio Grande do Sul e leste de Santa Catarina, caracterizando a presença de um vórtice ciclônico (figura 17a).

Linha de corrente em 500hPa - 12Z21NOV2008

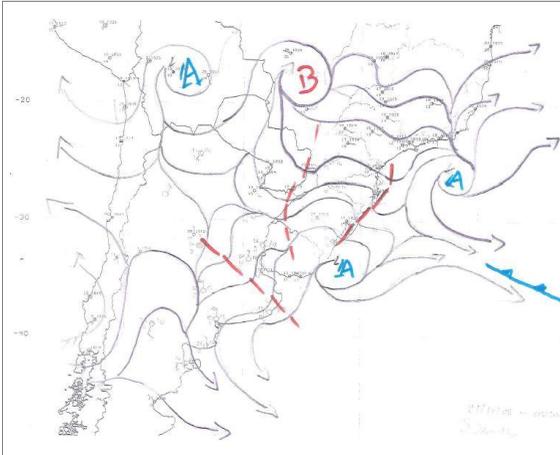


(a)

PNMM (hPa) e Vento 10m - 00Z21NOV2008



(b)

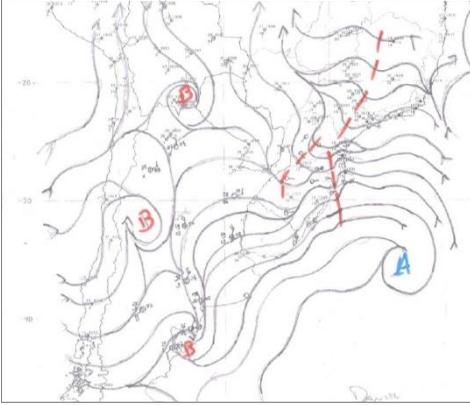


(c)

Figura 17 – (a) Linha de corrente em 500 hPa para o dia 21 de novembro de 2008 às 12UTC. (b) Campo de Pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura para o dia 21 de novembro de 2008 as 00UTC (21h). (c) Carta sinótica- Metar- das 08UTC do dia 21 de novembro de 2008. Plotagem e análise realizada por Daniel Calearo.

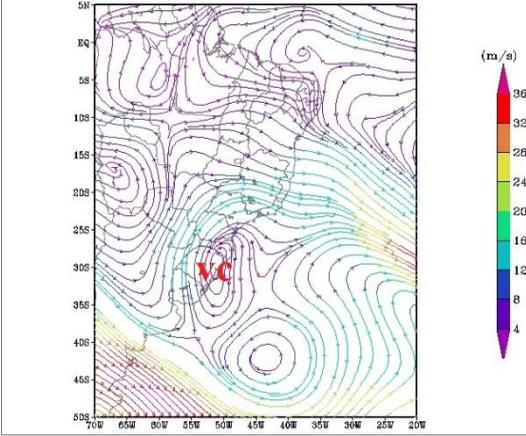
Fonte: NCEP/Reanalysis.

No dia 22, em superfície observa-se a atuação de um intenso sistema de alta pressão, influenciando o Litoral Sul do Brasil, calculado em 1036 hPa, localizado na latitude 38°S e longitude de 40°W (figura 18a) o vento convergindo à costa catarinense de forma quase perpendicular, com uma componente de leste, transportando umidade do mar para o continente e a presença de um cavado ao longo do litoral de Santa Catarina. Em médios níveis, 500 hPa, verifica-se na figura 18b e 18c a presença de uma circulação horária fechada – Vórtice Ciclônico – entre o nordeste do Rio Grande do Sul e a faixa leste de Santa Catarina.

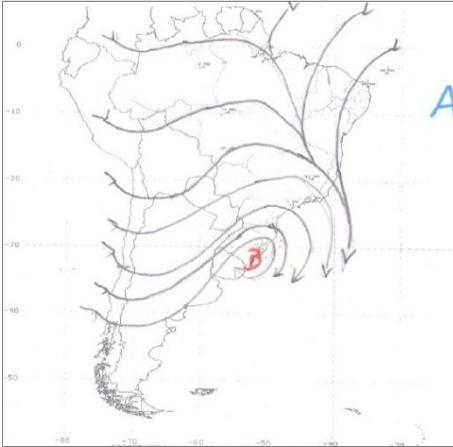


(a)

Linha de corrente em 500hPa - 12Z22NOV2008



(b)

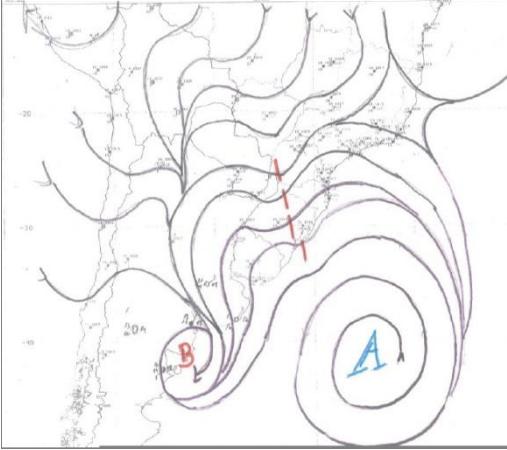


(c)

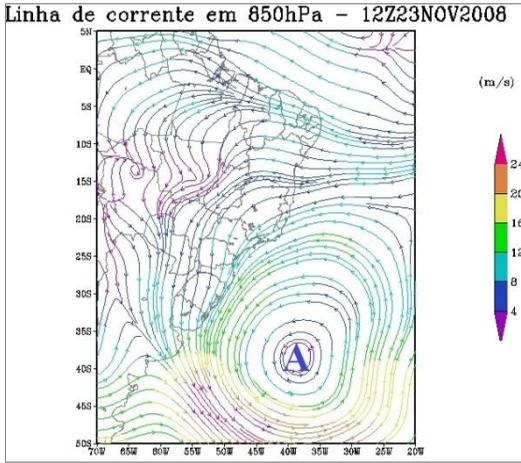
Figura 18 – (a) Carta sinótica- Metar - das 23UTC do dia 22 de novembro de 2008. Plotagem e análise realizada por Daniel Calearo. (b) Linha de corrente em 500 hPa para o dia 22 de novembro de 2008 as 12UTC. (c) Carta de altos níveis, 500 hPa, do horário das 00UTC do dia 22 de novembro de 2008, Plotagem e análise realizada por Daniel Calearo.

Fonte: NCEP/Reanalysis

Para o dia 23, nos níveis mais próximos a superfície (1000 e 850 hPa), as Figuras 19a e 19b mostram a permanência do intenso sistema de alta pressão no Litoral Sul do Brasil, com centro de 1032 hPa, localizado na latitude 40°S e longitude de 40°W. Em superfície, pode-se notar ainda a presença de um cavado que vai do sudeste do Paraguai, próximo ao Extremo Oeste de Santa Catarina, ao centro-oeste do Rio Grande do Sul (figura 19a). O vento continuava convergindo à costa catarinense com a direção nordeste, transportando umidade do mar para o continente (figura 19c). Em médios níveis da atmosfera, 500 hPa, verifica-se na figura 19d, a presença de um cavado entre o litoral do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina e o oceano, mostrando o início da desconfiguração do Vórtice.



(a)



(b)

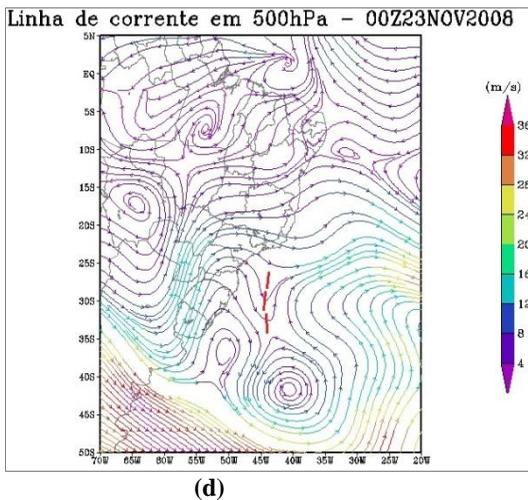
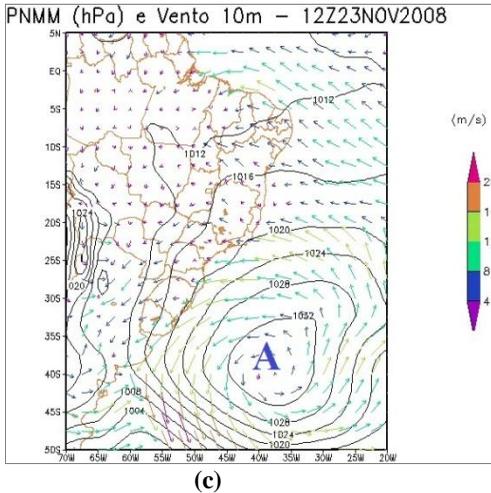
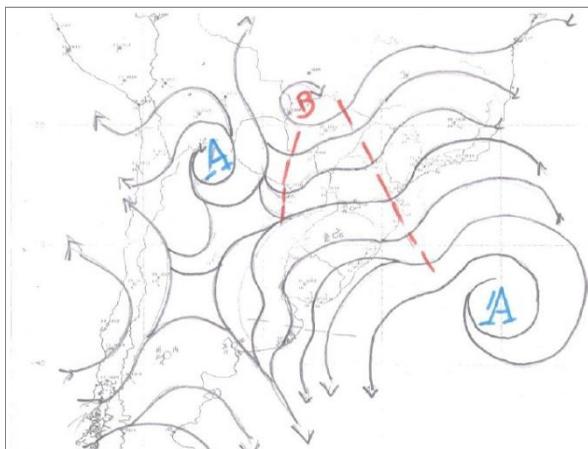


Figura 19 – (a) Campo de Pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura para o dia 23 de novembro de 2008 as 12UTC. (b) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 23 de novembro de 2008 as 12UTC. (c) Carta sinótica-Metar - das 09UTC do dia 23 de novembro de 2008. Plotagem e análise realizada por Anderson Monteiro. (d) Linha de corrente em 500 hPa para o dia 23 de novembro de 2008 as 00UTC.

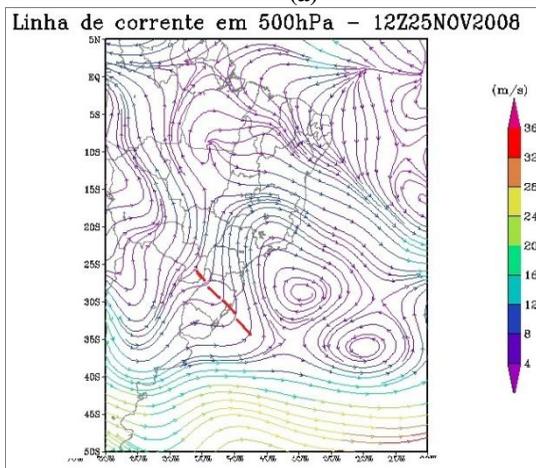
Fonte: NCEP/Reanalysis.

Nos dias 24 e 25, o sistema de alta pressão já havia se deslocado cerca de 5 graus para alto mar e os ventos a ele associados sopravam de

nordeste na direção da costa catarinense (figura 20a). Os dados de Metar ainda mostravam um cavado ao longo do litoral catarinense, só que mais para o litoral norte e parte do Paraná. Em médios níveis, o vórtice encontra-se no mar e no continente um cavado que se estende do sudeste do Paraguai ao noroeste do Rio Grande do Sul (figura 20b).



(a)



(b)

Figura 20 – (a) Carta sinótica- Metar - das 11UTC do dia 25 de novembro de 2008. Plotagem e análise realizada por Anderson Monteiro. (b) Linha de corrente em 500 hPa para o dia 25 de novembro de 2008 as 12UTC.

Fonte: NCEP/Reanalysis.

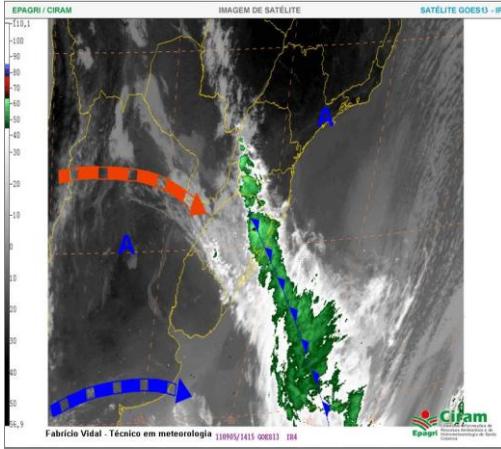
A partir do dia 26, o anticiclone perdeu força e afastou-se, distante da costa de Santa Catarina diminuindo consideravelmente a influência da circulação marítima no litoral catarinense, e por consequência no Vale do Itajaí.

4.1.2 Principais Sistemas Atmosféricos Responsáveis pela Inundação de Setembro de 2011 (período 05 a 09).

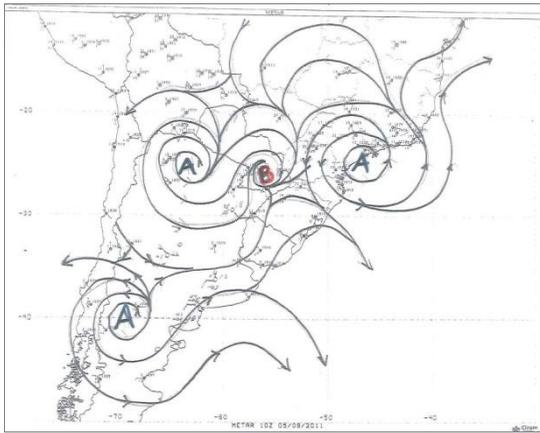
Os meses de inverno (junho, julho e agosto de 2011) foram marcados por chuva acima da média em Santa Catarina, e o mês de Agosto foi considerado histórico, especialmente na faixa leste do Estado, onde o acumulado de precipitação foi superior em mais de 100% da média climatológica, no Planalto Sul, Litoral, Vale do Itajaí e Planalto Norte (MONITORAMENTO - EPAGRI/CIRAM, 2011).

A condição observada nesses meses foi motivo de preocupação por parte da Defesa Civil do Estado e da equipe de previsão do tempo da Epagri/Ciram, devido ao solo saturado e o nível dos rios mais elevados. No entanto a situação tendia a piorar, pois os modelos de previsão numérica de tempo indicavam chuva frequente na primeira quinzena de Setembro (MONITORAMENTO - EPAGRI/CIRAM, 2011). A previsão se confirmou, com um começo de setembro chuvoso, principalmente entres os dias 05 a 09 de setembro de 2011, especialmente na região do Vale do Itajaí.

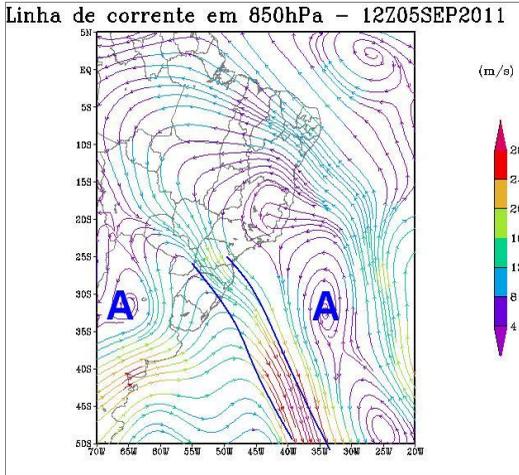
A partir dia 05 de setembro, a chuva começou, atingindo apenas parte do Estado, especialmente áreas próximas às regiões Oeste e Meio-Oeste de Santa Catarina. Neste dia, em Superfície, é observado o deslocamento de uma frente fria pela região Sul do Brasil, estendendo-se do Oeste de Santa Catarina e Litoral do Rio Grande do Sul, até o oceano Atlântico, conforme a figura 21a. Além da frente fria existia um sistema de Baixa pressão no Sul do Paraguai e um de Alta pressão atuando no Centro da Argentina (figura 21b). Em níveis próximos à superfície, figura 21c, é verificado um fluxo em 850 hPa com orientação noroeste/sudeste, concentrado em Santa Catarina e indo para o oceano (destaque em linhas contínuas). Este fluxo traz umidade e calor da Amazônia e reforça as instabilidades atmosféricas locais. Já em altos níveis (200 hPa) a corrente de jato (figura 21d) com velocidade acima de 50m/s atuava no centro da Argentina, Uruguai e parte sul do Rio Grande do Sul, dando suporte em instabilidade a Frente Fria.



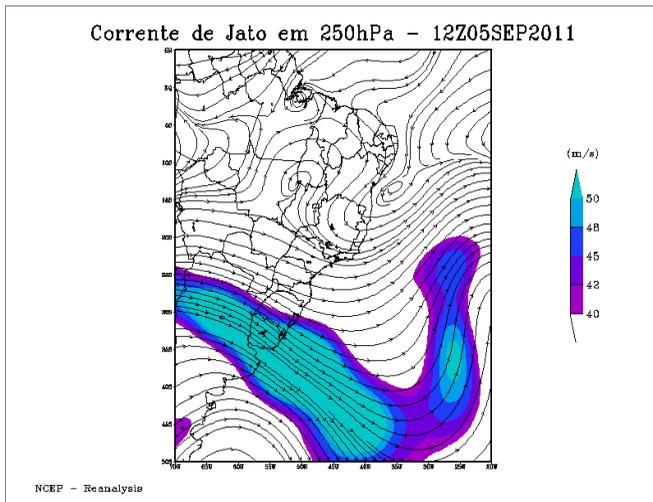
(a)



(b)



(c)

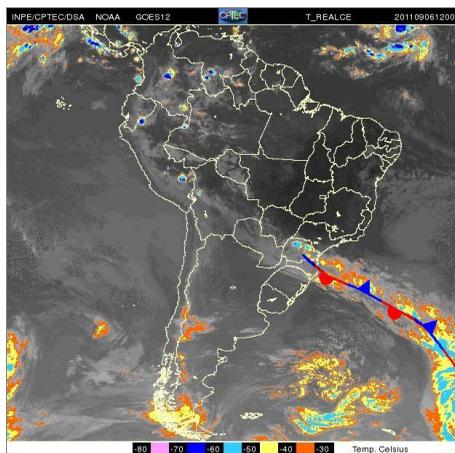


(d)

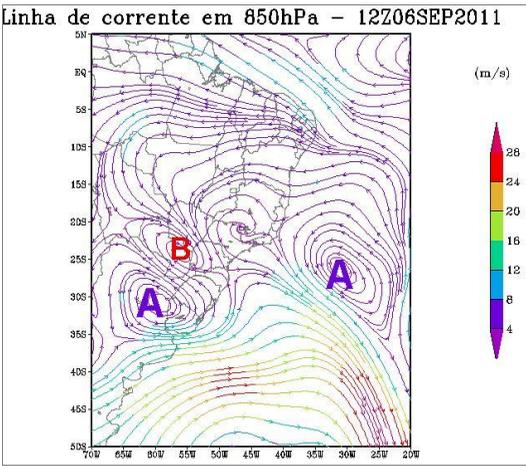
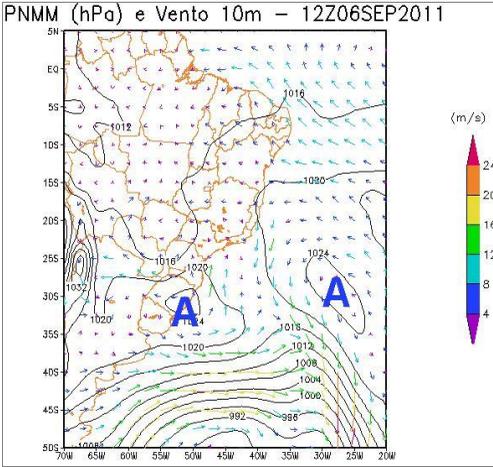
Figura 21 – (a) Representação dos sistemas meteorológicos na superfície e no ar superior, sobre uma imagem de satélite Goes 12 – canal infravermelho, do dia 05/09, às 14:15UTC. Fonte: Epagri/Ciram. (b) Carta sinótica- Metar- das 10UTC do dia 05 de Setembro de 2011. Plotagem e análise realizada por Anderson Monteiro. (c) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 05 de setembro de 2011 às 12UTC (d) Corrente de Jato em 250hPa do dia 05/09/11 às 12UTC.

Fonte: NCEP/Reanalysis.

No dia 06, a chuva se estendeu para todo o Estado, com volumes mais significativos no Oeste e Meio Oeste, ainda por influência da frente que se tornou estacionária em Santa Catarina (figura 22a). Nos níveis mais próximos a superfície (1000 e 850 hPa), as Figuras 22b e 22c mostram dois sistemas de alta pressão; no litoral do Rio Grande do Sul, com centro de 1024 hPa, e o outro no oceano Atlântico, afastado da costa Sul do Brasil, também com centro de 1024 hPa, e o vento a 10 metros com direção de sul/sudeste ao longo da costa catarinense. Em 850 hPa, a presença de uma baixa pressão, localizada no nordeste do Paraguai, que pelo ingresso de umidade e calor da Amazônia, auxiliou nas instabilidades atmosféricas frontais (figura 22c). Em 250 hPa, altos níveis da atmosfera, o jato subtropical (figura 22d) deslocou-se um pouco para norte, em relação ao dia anterior, e atingiu o norte da Argentina, o Uruguai e boa parte do Sul Brasil.



(a)



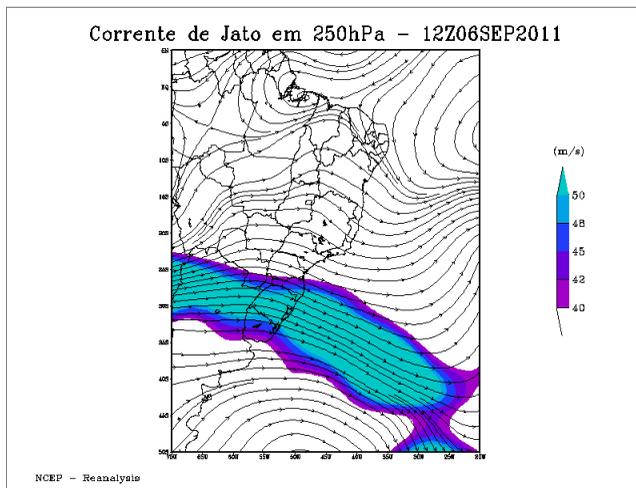
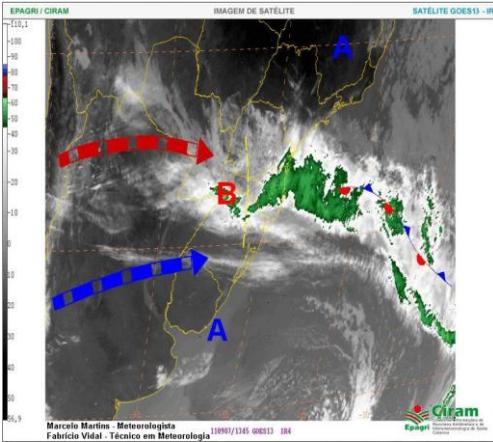


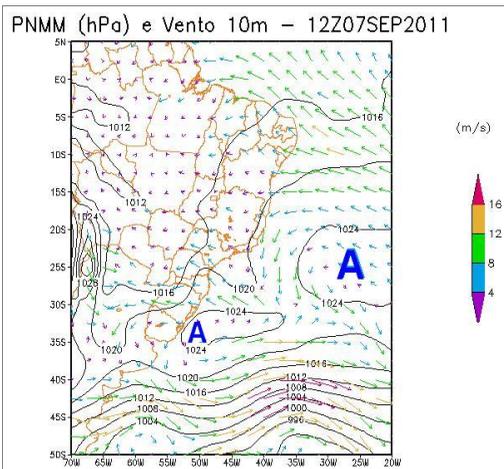
Figura 22 – (a) Imagem de satélite Goes 12– canal infravermelho, do dia 06/09, às 12UTC. Fonte: CPTEC/INPE. (b) Campo de Pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura para o dia 06 de setembro de 2011 às 12UTC (c) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 06 de setembro de 2011às 12UTC. (d) Corrente de Jato em 250 hPa para o dia 06/09/11 às 12UTC. Fonte: NCEP/Reanalysis.

No dia 07, as instabilidades foram reforçadas pelo Jato Subtropical (figura 23d) e pela formação de um sistema de baixa pressão à superfície (figura 23a) e em 850 hPa (figura 23c), intensificando a chuva e tornando-a persistente, com acumulados significativos em boa parte do Estado, elevação rápida do nível dos rios e consequentes inundações.

A condição de vento deste dia e a posição do sistema frontal estão indicadas na figura 23b.



(a)



(b)

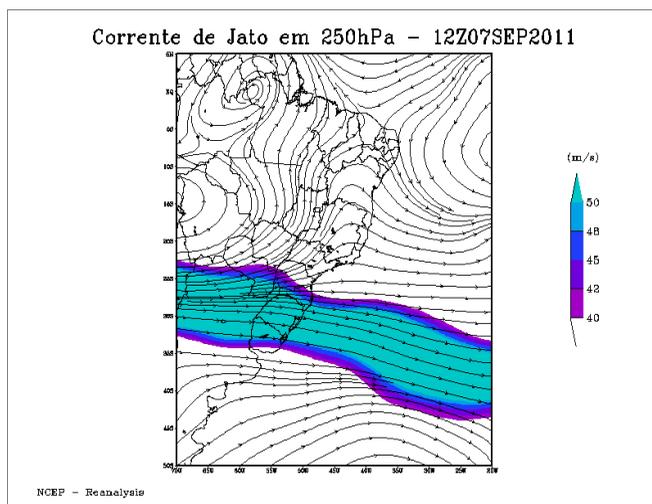
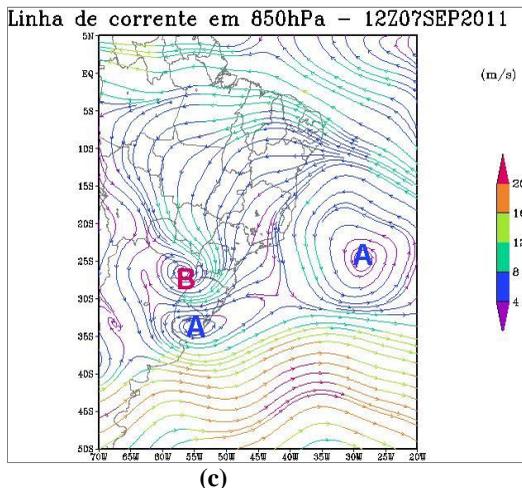
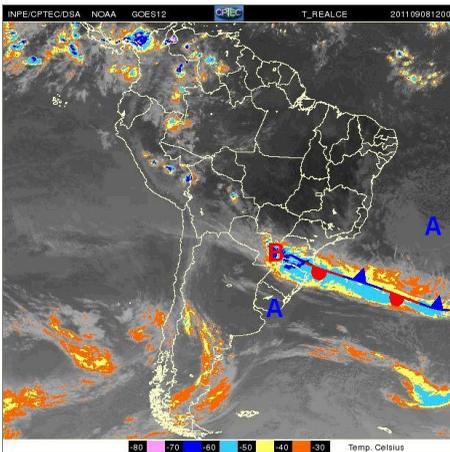


Figura 23 – (a) Representação dos sistemas meteorológicos na superfície e no ar superior, sobre uma imagem de satélite Goes 12 – canal infravermelho, do dia 07/09, às 13:45UTC. Fonte: Epagri/Ciram. (b) Campo de Pressão a nível médio do mar e vento a 10 metros de altura para o dia 07 de setembro de 2011 às 12UTC. (c) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 07 de setembro de 2011 às 12UTC. (d) Corrente de Jato em 250 hPa para o dia 07/09/11 às 12UTC. Fonte: NCEP/Reanalysis.

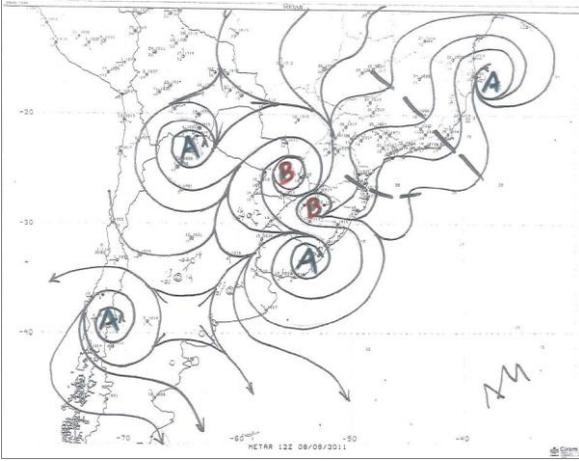
No dia 08, quinta-feira, a chuva contínua e persistente proporcionou acumulados significativos na região do Vale do Itajaí, gerando vários danos à população.

Em superfície a frente continuava estacionária no litoral catarinense (figura 24a), porém recuou um pouco para sul, associada às baixas pressões sobre o leste do Paraguai e noroeste do Rio Grande do Sul, conforme a figura 24b. Entre o litoral Norte e Vale do Itajaí, a atuação maior era de um cavado, conforme representação em linha tracejada na figura 24b. Em 850 hPa (figura 24c) é verificada a persistência da baixa pressão, auxiliando na manutenção da instabilidade local.

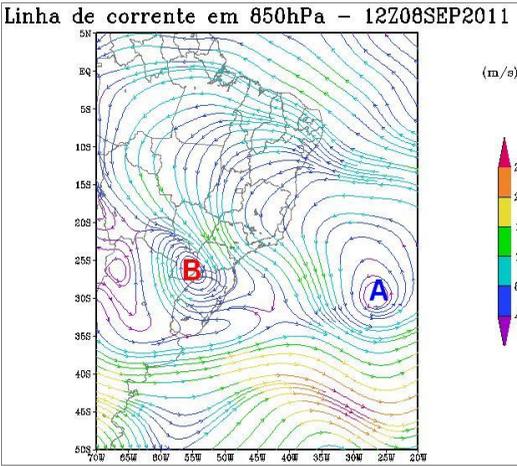
Nos altos níveis da atmosfera, 250 hPa, o jato subtropical, com velocidade acima de 50m/s, continuava atuando em Santa Catarina, contribuindo na manutenção das instabilidades dando suporte a frente (figura 2d).



(a)



(b)



(c)

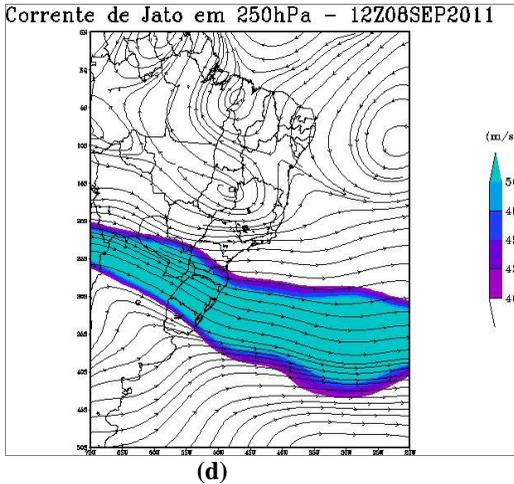
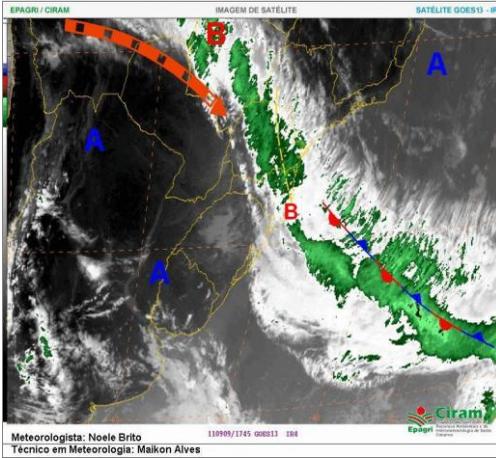


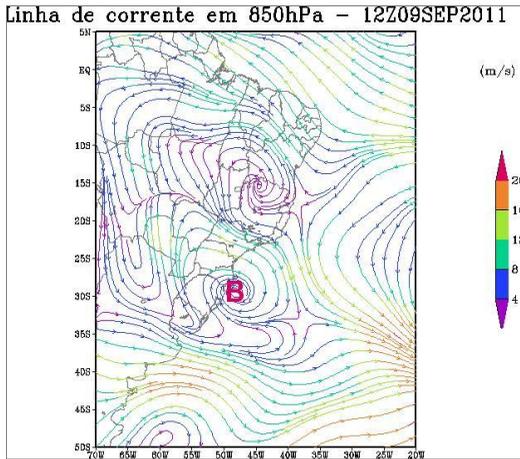
Figura 24 – (a) imagem de satélite Goes 12 – canal infravermelho, do dia 08/09, às 12UTC. Fonte: CPTEC/INPE. (b) Carta sinótica- Metar- das 10UTC do dia 08 de Setembro de 2011. Plotagem e análise realizada por Anderson Monteiro. (c) Linha de corrente em 850hPa para o dia 08 de setembro de 2011 as 12UTC. (d) Corrente de Jato em 250 hPa para o dia 08/09/11 às 12UTC.

Fonte: NCEP/Reanalysis.

No dia 09, os sistemas de tempo instável começaram a se deslocar para o oceano e para o Sudeste brasileiro. A frente que estava estacionária, sobre o Estado de Santa Catarina, escoou para o oceano e existiam duas baixas pressões no litoral catarinense; uma em superfície (figura 25a) e outra em 850 hPa (figura 25b). O jato em altos níveis diminuiu sua intensidade e abrangência sobre o continente (figura 25c). As instabilidades que ainda ocorreram no Litoral Norte e Vale do Itajaí, eram mais representativas em nebulosidade e chuva fraca, e estavam associadas a um cavado que vinha do sudeste em direção à baixa pressão no litoral de Santa Catarina, conforme a linha tracejada na figura 25a.



(a)



(b)

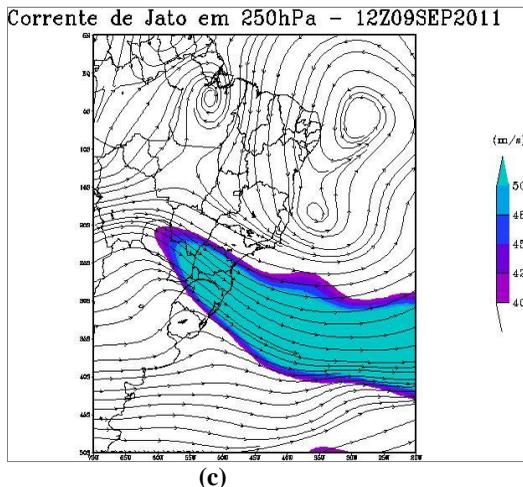


Figura 25 – (a) Representação dos sistemas meteorológicos na superfície e no ar superior, sobre uma imagem de satélite Goes 12 – canal infravermelho, do dia 09/09, às 17:45UTC. Fonte: Epagri/Ciram. (b) Linha de corrente em 850 hPa para o dia 09 de setembro de 2011 às 12UTC. (c) Corrente de Jato em 250 hPa para o dia 09/09/11 às 12UTC.

Fonte: NCEP/Reanalysis.

No dia 10, a chuva cessou no Vale do Itajaí, e em todas as regiões de Santa Catarina. A frente, agora como fria, deslocou-se para alto mar, influenciando parte da região Sudeste do Brasil, o Jato subtropical também se deslocou para o Sudeste, dando lugar a um sistema de alta pressão que passou atuar no Sul do Brasil, mantendo o tempo estável.

4.2 DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E NÍVEL DOS RIOS

Nesta seção serão descritos a distribuição da precipitação e a evolução dos níveis dos rios, para a inundação de novembro de 2008 e setembro de 2011.

4.2.1 A chuva observada de Novembro de 2008

A situação pré-existente na inundação de novembro de 2008, na Bacia hidrográfica do Vale do Itajaí, já era de precipitação acima da média. Desde o mês de outubro chuvas intermitentes ocorreram na região, o que manteve o solo com uma alta umidade, saturado, e por consequência com uma condição reduzida da capacidade de infiltração.

A tabela 3 apresenta os totais de chuva em alguns municípios, juntamente com as médias climatológicas (variabilidade em termos médios) a partir do mês de setembro de 2008, até o mês da inundação. Analisando a tabela 3 podemos notar que no mês de setembro a distribuição da precipitação ocorreu dentro da regularidade, em termos médios, a exceção do município de Timbó. Já a partir do mês de outubro os valores registrados de chuva foram de maior intensidade, em todos os municípios referenciados no quadro, ultrapassando cerca de duas ou quase três vezes a média do mês de outubro para aquela região. No mês de novembro todos os postos da Bacia hidrográfica do Vale do Itajaí ultrapassaram as médias do mês, com destaque para os postos do Baixo e Médio Vale: Itajaí, Brusque, Indaial, Blumenau, Timbó, e Apiúna.

Tabela 3 - Totais pluviométricos (mm), médias mensais (mm) em municípios da bacia hidrográfica do Vale do Itajaí.

Setores da Bacia do Vale do Itajaí	Municípios	Setembro de 2008		Outubro de 2008		Novembro de 2008	
		Média	Total	Média	Total	Média	Total
Alto Vale	Ituporanga	155,7	153	139,3	326,3	128,5	169,8
	Rio do Sul	132,9	138,8	156,7	316,9	118,7	194,9
	Rio do Campo	166,7	145	222,6	452,4	160,9	213,2
	Taió	133,9	151,5	136,7	406,2	108,7	173,6
Médio Vale	Apiúna	124	172,5	135,2	353,2	108,8	393,8
	Blumenau	141,5	147	171,4	359,8	155,1	1002
	Brusque	145	*	155	*	155	853
	Indaial	161,5	153,5	161,8	358,6	139,9	554
	Timbó	*	74,6	*	342,5	*	799,3
Baixo Vale	Itajaí	148,7	112	158,5	275,3	154,6	725,1

Fonte: Estações monitoradas pela Epagri/Ciram, INMET e ANA.

Na inundação de novembro de 2008, os dias que apresentaram a maior precipitação estão compreendidos entre 20 e 24, com destaque para os dias 23 e 24. Na figura 26 tem-se a distribuição diária da precipitação durante todo o mês de novembro de 2008 para o município de Blumenau. É possível perceber que entre os dias 09 e 13 já tinham

ocorrido chuvas com acumulados diários entre 10 e 50 mm (litros de chuva por metro quadrado), mas é no período que começa a partir do dia 18 até 29, que a chuva não cessou no Vale do Itajaí, principalmente nos dias 23 e 24 em que os totais diários ficaram em torno de 250 mm.

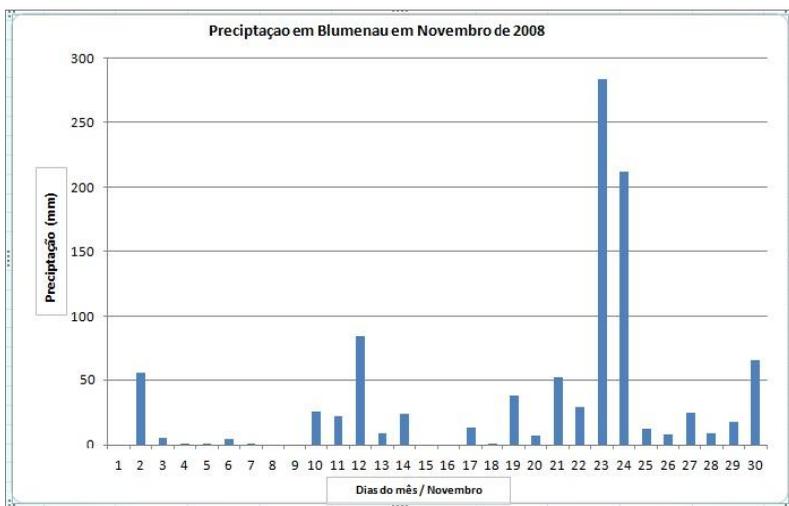


Figura 26 – Distribuição diária da precipitação em Blumenau em novembro de 2008.

Fonte: Epagri/Ciram.

Uma das características deste evento extremo de novembro foi sua irregularidade na distribuição geográfica das chuvas. A tabela 4 mostra os acumulados de chuva no mês de novembro de 2008, para os municípios da Bacia hidrográfica do Vale do Itajaí: Apiúna, Blumenau, Brusque, Indaial, Timbó, Itajaí, Ituporanga, Rio do Campo, Rio do Sul e Taió. Podemos notar que os maiores volumes de chuva foram concentrados nas sub-regiões do Baixo e Médio Vale do Itajaí, com destaque para Blumenau com 1002 mm, Brusque com 853 mm, Itajaí 725,1 mm, Timbó 739 mm e Indaial com acumulado de 554 mm.

Tabela 4 - Precipitação acumulada em novembro de 2008 nos municípios da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí.

Setores da Bacia do Vale do Itajaí	Municípios	Total de Precipitação (mm)
Alto Vale	Ituporanga	199,5
	Rio do Campo	213,2
	Rio do Sul	171
	Taió	138
Médio Vale	Apiúna	361
	Blumenau	1002
	Brusque	853
	Indaial	554
	Timbó	739
Baixo Vale	Itajaí	725,1

Fonte: Dados da Epagri/Ciram, INMET e ANA.

Não há registro de um novembro tão chuvoso nas regiões da Grande Florianópolis, Litoral Norte e Vale do Itajaí, como observado em 2008, onde vários recordes históricos foram quebrados (Nota Técnica INPE/CIRAM/INMET, 2008).

A figura 27 destaca as informações dos totais acumulados em novembro em alguns municípios da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí, comparados com os maiores registros obtidos em anos anteriores para o mês de novembro, com os valores e ano de ocorrência. No município de Blumenau, o total de chuva foi de 1002 mm, sendo que o recorde anterior obtido nesta estação era de 167,2 mm em 2006. Em Itajaí o total em novembro de 2008 foi de 725,1 mm, quebrando o recorde anterior que era de 297,4 mm registrado em 2003, e em Indaial choveu 598,1 mm em novembro de 2008, também quebrando o recorde que era de 313,1 mm em novembro de 1997. Lembrando que a média climatologia para estes municípios é de aproximadamente 150 mm mensais.

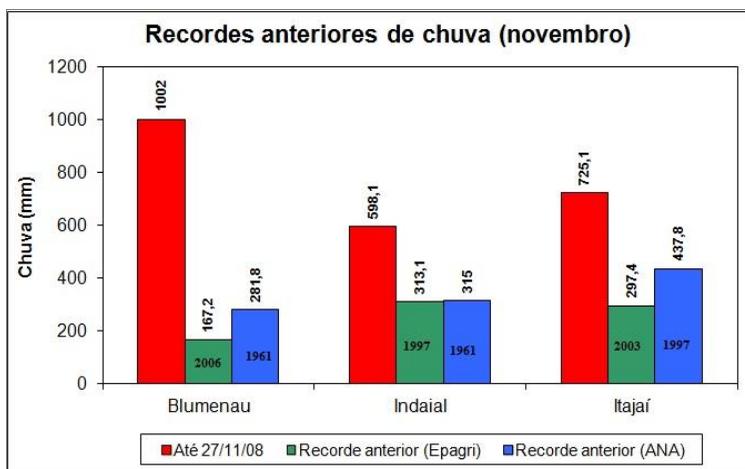


Figura 27 – Recordes de novembro e respectivos anos de ocorrência (estações da Epagri/Ciram e ANA).

Fonte: (Nota Técnica INPE/CIRAM/INMET, 2008).

Quando comparado o novembro de 2008 com outros meses, os totais de chuva acumulada persistem como os de maior registro histórico, inclusive, se comparado com o marcante evento de inundação ocorrido em julho de 1983, conforme apresentado na figura 28. Em Blumenau, os 1002 mm registrados em novembro de 2008, superam os recordes de mais de 500 mm registrados em janeiro de 1989 e julho de 1983. Em Itajaí, os 725,1mm em novembro de 2008, também superam os 551,0mm registrados em janeiro de 1989 e os 491,5 mm em julho de 1983.

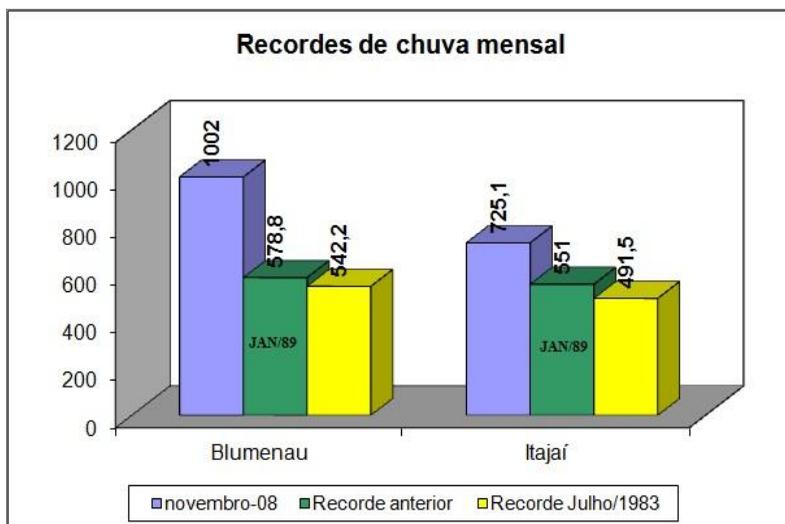


Figura 28 – Recordes de novembro de 2008, comparados com julho de 1983 e outros meses.

Fonte: (Nota Técnica INPE/CIRAM/INMET, 2008).

Já em relação aos valores máximos diários de chuva registrados em novembro de 2008 para os municípios da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí, entre os dias 22 e 23, apenas Blumenau quebrou o recorde, com um acumulado diário de 283,1mm em apenas 24horas, sendo o recorde anterior de 74,9mm registrado no dia 03 em novembro de 2007. Este valor de 283,1 mm também é recorde absoluto de chuva em 24horas para o município de Blumenau.

Na figura 29, tem-se a distribuição espacial da precipitação durante o evento de novembro de 2008, dando destaque para o período de maior precipitação entre os dias 20 e 24, em todo estado de Santa Catarina. Nesta figura podemos observar que os maiores valores de chuva foram localizados naqueles municípios próximos ao litoral norte, principalmente no Vale do Itajaí.

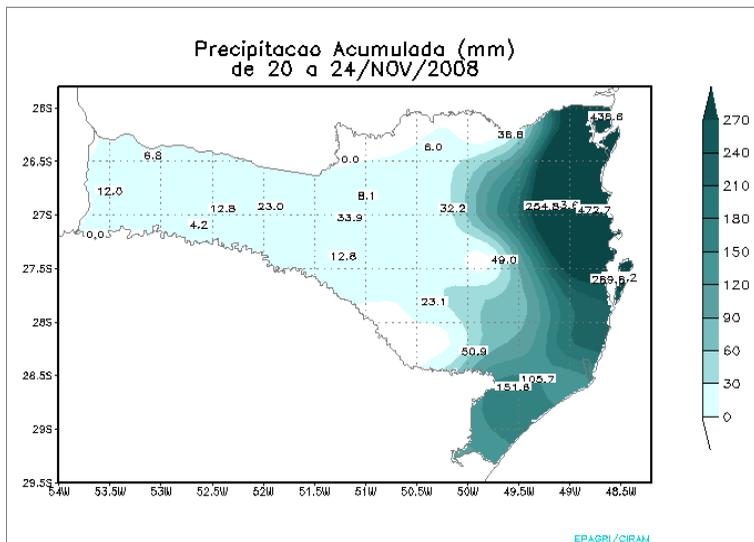


Figura 29 – Acumulado de precipitação em mm, observada por estações de superfície (dados do INMET, Epagri/Ciram e ANA).
Fonte: Epagri/Ciram

4.2.1.1 Comportamento dos Níveis dos Rios em Novembro de 2008

A figura 30 mostra a evolução temporal dos níveis dos rios em quatro pontos da bacia hidrográfica do Vale do Itajaí: Blumenau, Brusque, Rio do Sul e Timbó. Confrontando esses níveis com os estados característicos da tomada de decisão para o enfiletamento de enchentes, adotado pelo sistema de alertas de cheias (figura 31), foi verificado que em Rio do Sul as águas atingiram picos próximos dos 5 metros que caracterizam como sendo estado de atenção, mostrando o efeito da baixa precipitação no Alto Vale. Já em Timbó, Brusque e Blumenau as águas atingiram valores que caracterizaram como estado de emergência, o que significou que ocorreu a inundação.

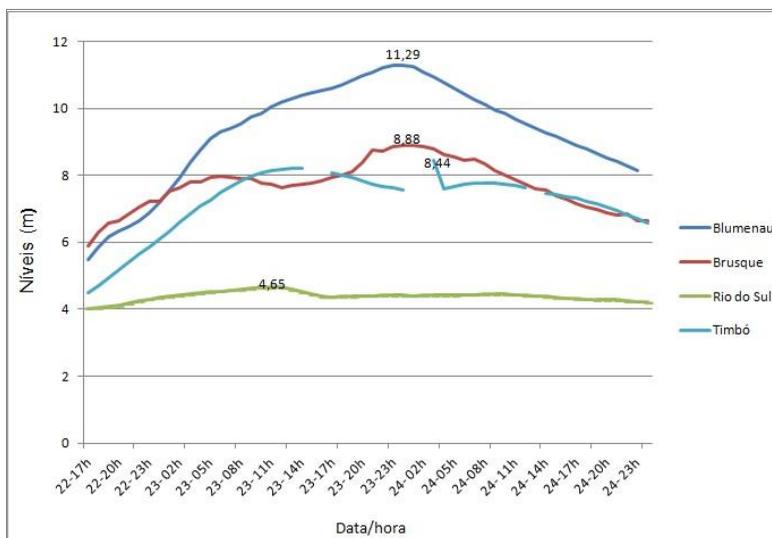


Figura 30 – Evolução temporal dos níveis dos rios de Blumenau, Brusque, Rio do Sul, Taió e Timbó entre os dias 22 e 24 de Novembro de 2008.

Fonte: Dados da ANA.

Em Blumenau o nível do rio chegou a um pico Máximo de 11,29 m entre o final da noite do dia 23 e madrugada do dia 24. Em Brusque o pico Máximo foi de 8,88m na madrugada do dia 24, e em Timbó o nível chegou a medir 8,44m também na madrugada do dia 24.

Cidade	Normal	Atenção	Alerta	Emergência
Apiúna	na < 4,0	4,0 < na < 6,0	6,0 < na < 8,5	na > 8,5
Benedito Novo	na < 1,5	1,5 < na < 2,5	2,5 < na < 3,5	na > 3,5
Blumenau	na < 4,0	4,0 < na < 6,0	6,0 < na < 8,5	na > 8,5
Brusque	na < 3,0	3,0 < na < 4,0	4,0 < na < 5,0	na > 5,0
Botuverá	na < 3,0	3,0 < na < 4,0	4,0 < na < 6,0	na > 6,0
Gaspar	na < 4,0	4,0 < na < 6,0	6,0 < na < 8,5	na > 8,5
Ibirama	na < 2,0	2,0 < na < 3,0	3,0 < na < 4,5	na > 4,5
Ilhota	na < 6,0	6,0 < na < 8,0	8,0 < na < 10,5	na > 10,5
Indaial	na < 3,0	3,0 < na < 4,0	4,0 < na < 5,5	na > 5,5
Ituporanga	na < 2,0	2,0 < na < 3,0	3,0 < na < 4,0	na > 4,0
Rio Do Oeste	na < 4,0	4,0 < na < 6,0	6,0 < na < 9,0	na > 9,0
Rio Do Sul	na < 4,0	4,0 < na < 5,0	5,0 < na < 6,5	na > 6,5
Rio Dos Cedros	na < 2,0	2,0 < na < 4,0	4,0 < na < 6,0	na > 6,0
Taió	na < 4,0	4,0 < na < 6,0	6,0 < na < 7,5	na > 7,5
Timbó	na < 3,0	3,0 < na < 5,0	5,0 < na < 7,0	na > 7,0
Trombudo Central	na < 3,0	3,0 < na < 4,0	4,0 < na < 6,0	na > 6,0
Vidal Ramos	na < 3,0	3,0 < na < 4,0	4,0 < na < 5,0	na > 5,0

Figura 31 – Caracterizações das Situações para o enfrentamento de inundações. (NA= Nível da Água).

Fonte: Ceops (2012).

4.2.2 A chuva observada de Setembro de 2011

As condições observadas nos meses anteriores à inundação de 2011, já era de chuva acima da média, principalmente no mês de agosto onde o acumulado de precipitação foi superior em mais de 100% da média climatológica em alguns municípios do Vale do Itajaí, como Blumenau, Brusque, Rio do Campo, Lontras e Taió (tabela 5).

A tabela 5 apresenta os totais de chuva em alguns municípios, juntamente com as médias climatológicas a partir do mês de Julho de 2011, até o mês da inundação. Analisando-o podemos notar que no mês de Julho a distribuição da precipitação já foi acima da média em três municípios da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí, Brusque, Lontras e Taió, e nos demais dentro da regularidade. Mas foi a partir do mês de agosto que os valores de chuva registrados ultrapassaram os valores médios em todos os municípios da Bacia considerados, destaque para Lontras no Alto Vale que registrou 294,5 mm no mês. A exceção foi Ituporanga que ficou próximo da média. Em setembro todos os postos da Bacia ultrapassaram as médias climatológicas para o mês, as médias da precipitação neste mês de 2011 para postos da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí ficaram em torno de 250 mm aproximadamente, em todas as sub-regiões (Baixo, Médio e Alto Vale do Itajaí), ou seja, foi uma chuva bem distribuída em toda a Bacia.

Tabela 5 – Totais pluviométricos (mm), médias mensais (mm) em municípios da bacia hidrográfica do Vale do Itajaí.

Setores da Bacia do Vale do Itajaí	Municípios	Julho de 2011		Agosto de 2011		Setembro de 2011	
		Média	Total	Média	Total	Média	Total
Alto Vale	Ituporanga	128,6	34,8	105,5	91,2	155,7	246,4
	Rio do Sul	*	*	*	*	132,9	*
	Rio do Campo	136,9	33	112,6	124,1	166,7	253,4
	Lontras	*	159,8	*	285,4	*	244,4
	Taió	*	183	*	214	133,9	228,0
Médio Vale	Blumenau	98,4	21,5	92,7	111,3	141,5	249,3
	Brusque	*	230	*	134	145	*
	Indaial	117	21,8	114,6	102,2	161,5	248,2
Baixo Vale	Itajaí	114,4	41,9	89,4	99,2	148,7	223,8

Fonte: Estações monitoradas pela Epagri/Ciram, INMET e ANA.

Os dias que apresentaram a maior precipitação no evento de inundação de setembro de 2011 estão compreendidos entre os dias 07 e 09. Na figura 32 tem-se a distribuição diária da precipitação durante todo o mês de setembro de 2011 para o município de Rio do Campo, onde é possível perceber que a chuva começa a partir do dia 06 e estende-se de maneira contínua até o dia 09, com totais diários entre os dias 08 e 09 girando em torno dos 80 a 100 mm.

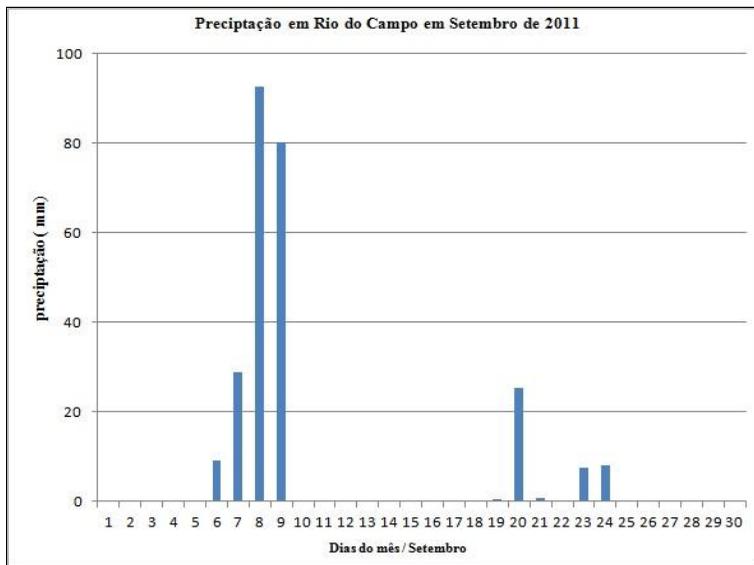


Figura 32 – Distribuição diária da precipitação em Rio do Campo em Setembro de 2011.

Fonte: Epagri/Ciram.

Diferente do evento de novembro de 2008, a inundação de 2011 teve como característica a regularidade na distribuição geográfica das chuvas. A tabela 6 mostra os acumulados de chuva no mês de setembro de 2011, para os municípios da Bacia hidrográfica do Vale do Itajaí: Apiúna, Blumenau, Brusque, Indaial, Timbó, Itajaí, Ituporanga, Rio do Campo, Rio do Sul, Lontras e Taió. Podemos notar que os volumes de chuva foram bem distribuídos em todas as sub-regiões da Bacia (Baixo, Médio, e Alto Vale do Itajaí) com 250 mm em média, não havendo valores com grandes diferenças no acumulado do mês, considerando os postos na tabela 6, o que representa uma distribuição uniforme da chuva nos municípios correspondentes.

Tabela 6 – Precipitação acumulada em novembro de 2011 nos municípios da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí.

Setores da Bacia do Vale do Itajaí	Municípios	Total de Precipitação (mm)
Alto Vale	Ituporanga	246,4
	Rio do Campo	253,4
	Rio do Sul	*
	Lontras	244,4
	Taió	228,0
Médio Vale	Apiúna	*
	Blumenau	249,3
	Brusque	*
	Indaial	248,2
	Timbó	*
Baixo Vale	Itajaí	223,8

Fonte: Dados da Epagri/Ciram, INMET e ANA.

A figura 33 destaca as informações dos totais acumulados em setembro em alguns municípios da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí, comparados com os maiores registros obtidos em anos anteriores para o mês de setembro, com os valores e ano de ocorrência. Nenhum recorde foi quebrado no que diz respeito à precipitação acumulada no mês de setembro.

No município de Blumenau, o total de chuva foi de 249,3 mm, sendo que o recorde obtido nesta estação é de 282,2 mm em 2009. Em Indaial o total em setembro de 2011 foi de 271,5 mm, o recorde é de 338,6 mm registrados em 1998, e em Rio do Campo o acumulado foi de 253,4 mm, e o recorde é de 318,2 mm 1998.

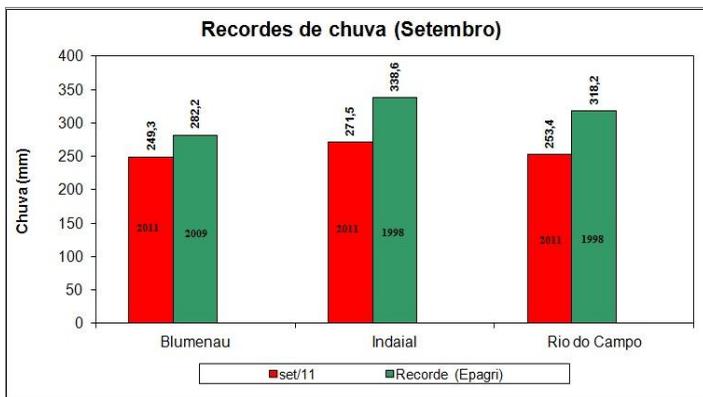


Figura 33 – Recordes de setembro e respectivos anos de ocorrência (estações da Epagri/Ciram).

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Já se tratando de recordes de valores máximos diários de chuva registrados para o mês de setembro, o de 2011, no município de Rio do Campo quebrou o recorde, com um acumulado diário de 92,8 mm em apenas 24 horas no dia 08 de setembro de 2011, sendo o recorde anterior de 71,4 mm em 25 de setembro de 1997. Porém o recorde absoluto de chuva em 24 horas para o município de Rio do Campo é de 140 mm.

Na figura 34 abaixo, tem-se a distribuição espacial da chuva durante a inundação de setembro de 2011, para o período entre os dias 06 e 10, em todo estado de Santa Catarina. Nesta figura podemos observar que os maiores valores de chuva foram localizados em Florianópolis, parte do Meio-Oeste e naqueles municípios próximos ao litoral norte, principalmente no Vale do Itajaí, com volumes ultrapassando os 250 mm.

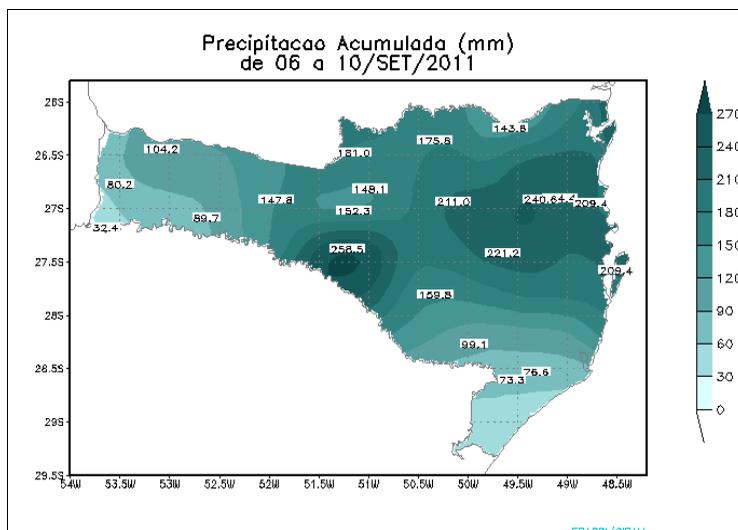


Figura 34 – Acumulado de precipitação em mm, observado por estações de superfície (dados do INMET, Epagri/Ciram e ANA).

Fonte: Epagri/Ciram

4.2.2.1 Comportamento dos Níveis dos Rios Setembro de 2011

A evolução temporal dos níveis dos rios é mostrada na figura 35 em apenas três pontos da bacia hidrográfica do Vale do Itajaí: Blumenau, Brusque e Taió. Este período não possui dados consistentes em outras estações no que diz respeito ao nível de rio, pois até os da figura 35 são pontuais para aqueles horários estabelecidos no gráfico, ou seja, 07 e 17h dos dias 07,08 e 09.

Confrontando esses níveis com os estados característicos da tomada de decisão para o enfiamento de enchentes, adotado pelo sistema de alertas de cheias (figura 31), verifica-se que nos três postos de medição (Blumenau, Brusque e Taió) as águas atingiram picos que caracterizavam estado de emergência, o que significa que ocorreu a inundação, e mostra a distribuição da chuva que acabou atingindo de forma uniforme as sub-regiões da Bacia.

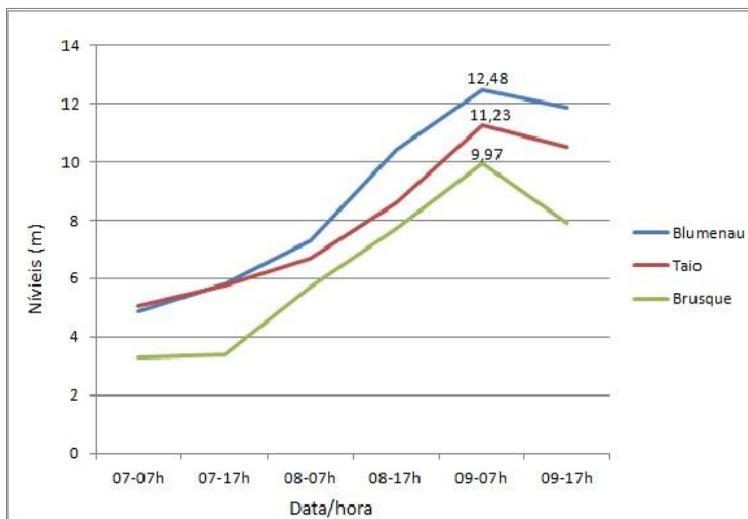


Figura 35 – Evolução temporal dos níveis dos rios de Blumenau, Brusque e Taió entre os dias 07 e 09 de Setembro de 2011.

Fonte: Dados da ANA.

Em Blumenau o nível do rio chegou a um pico Máximo de 12,48 m no período da manhã do dia 09. Em Taió e em Brusque os picos máximos foram de 11,23m e 9,97m respectivamente, ambos também ocorrem na manhã do dia 09. Vale destacar que os dados dos níveis dos rios de Setembro de 2011 são poucos consistentes em se tratando de horário, tem-se falta de dados em muitos horários, por isso foi estabelecido somente os horários encontrados na figura 35, sendo horários em que aparecem as leituras dos níveis para os três postos analisados acima.

4.3 RELAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO COM OS ÍNDICES DE VARIABILIDADE CLIMÁTICA DE BAIXA FREQUÊNCIA NAS INUNDAÇÕES DE NOVEMBRO DE 2008 E SETEMBRO DE 2011

Nesta seção serão tratadas as relações das chuvas nos episódios de inundação estudados com os índices de variabilidade de baixa frequência, de escala interanual (ENOS) e de escala interdecadal (ODP).

4.3.1 Relação das chuvas com o ENOS (nas inundações de novembro/2008 e setembro/2011)

Novembro de 2008

Para o evento de novembro de 2008, as condições oceânicas e atmosféricas sobre o Pacífico Equatorial nos 3 a 4 meses anteriores a inundação, se mantiveram num estado característico de neutralidade com uma tendência a um resfriamento com predominância de anomalias inferiores a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (conforme tabela 1).

A partir de novembro as condições eram de um aumento no resfriamento, caracterizando uma tendência a uma La Niña de fraca intensidade (figura 36) o que não se confirmou, levando em conta os dados constantes da NOAA (tabela 1) que considera como um evento ENOS, o limite de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ para a anomalia da TSM da região Niño 3.4 observadas em pelo menos cinco trimestres.

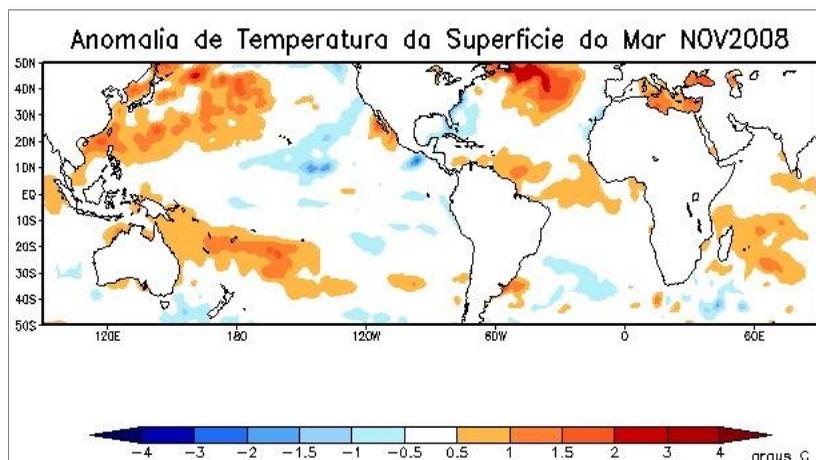


Figura 36 – Anomalia de TSM em novembro de 2008, com intervalo entre as isotermas de $0,5^{\circ}\text{C}$ para anomalias até 1°C . Para anomalias maiores que 1°C , o intervalo é de 1°C .

Fonte: CPTEC/INPE, 2008.

As previsões climáticas sazonais do CPTEC/INPE para a precipitação no trimestre outubro, novembro e dezembro de 2008, para a região Sul, indicavam chuvas de dentro da média a abaixo da média (Nota Técnica INPE/CIRAM/INMET, 2008). Com exceção do mês de outubro onde a precipitação ficou acima da média sobre grande parte da região Sul do Brasil e das chuvas que caíam no litoral catarinense em

outubro e principalmente em novembro, parte do Rio Grande do Sul, norte da Argentina e Uruguai sofreram com eventos de estiagem (Nota Técnica INPE/CIRAM/INMET, 2008), coerente com o quadro climático de grande escala (La Niña) observado na tabela 1, onde tínhamos valores negativos de TSM desde o início de ano até o mês de julho, valores que chegaram a $-1,5^{\circ}\text{C}$.

Por serem fenômenos de escala planetária (global), os eventos de El Niño e La Niña costumam afetar as variáveis climáticas em grande escala. Porém, como a escala espacial é muito ampla, não se constituem em eventos que acabam afetando de forma isolada o Vale do Itajaí.

Desta forma, o extremo de chuvas de novembro de 2008, apresentou uma escala espacial muito reduzida, tornando a previsão climática ou mesmo até a intrassazonal bastante difícil. Como o que ocasionou as chuvas nesta inundação foram fenômenos sinóticos ligados à dinâmica interna da atmosfera, de escala mais local, são previsíveis mais facilmente em escalas de previsão de tempo, ou seja, em curto prazo.

Setembro de 2011

As condições de oceano e atmosfera na inundação de setembro de 2011 eram de anomalias negativas de TSM que expandiram ao longo do Pacífico Equatorial ao longo do mês de setembro (Climanálise, Setembro/2011). Nos meses anteriores essas anomalias cresceram a partir do trimestre de julho-agosto-setembro onde eram de $-0,3^{\circ}\text{C}$, passando para $-0,6^{\circ}\text{C}$ no trimestre agosto-setembro-outubro, e subindo para $-0,8^{\circ}\text{C}$ nos meses de Setembro-outubro e novembro (tabela 1). Os meses anteriores – de abril a julho – configurava-se uma condição de neutralidade climática, o que mudou a partir de Agosto, quando os índices passaram a caracterizar um La Niña de fraca intensidade (figura 37).

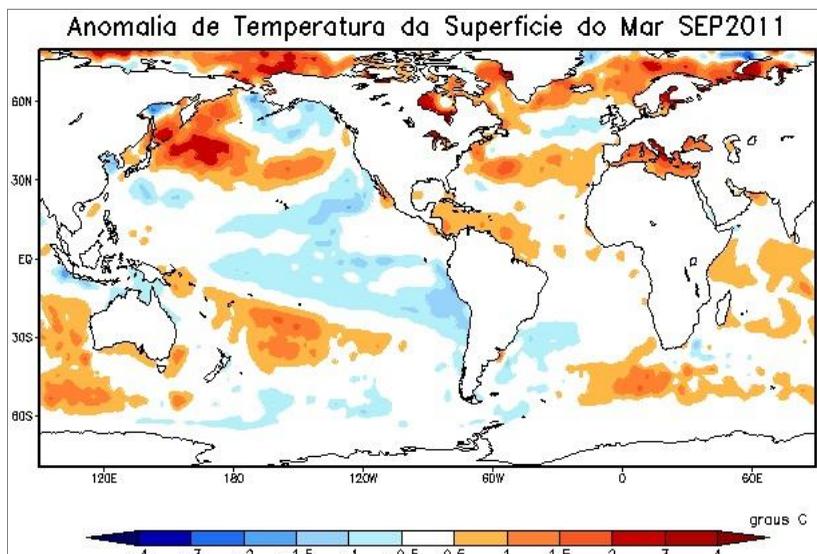


Figura 37 – Anomalia de TSM em setembro 2011, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C para anomalias até 1°C. Para anomalias maiores que 1°C, o intervalo é de 1°C.

Fonte: CPTEC/INPE, 2011.

A inundação de setembro de 2011 aconteceu numa configura o de La Ni a de fraca intensidade, diferente da de novembro de 2008, onde o padrão climático se encontrava em neutralidade climática.

Os eventos de inunda es de novembro/2008 e setembro/2011 têm em comum que não ocorreram em anos El Niño, uma idéia mais ou menos consagrada e ocorreram em torno da primavera.

Sacco (2010) avaliou as configura es atmosféricas em eventos de estiagens no Oeste de Santa Catarina, ocorridos entre os anos de 2001 e 2006, identificando os sistemas e/ou fenômenos responsáveis pela falta de chuva. E em uma de suas considera es constatou que com rela o ao El Niño e La Nina, a maioria dos eventos de estiagem (oito) ocorreram em fase de neutralidade, e apenas quatro em situa o de anomalias positivas de TSM no Pacifco Equatorial, ou seja, El Ni os fracos, que tenderiam a modular o tempo de forma a ocorrência de chuva acima da m dia ou invés de abaixo como foi o caso.

Tem-se nos dois trabalhos resultados interessantes, pois “foge” do padrão conhecido, em que anos de El Niño, temos chuva acima da m dia no Sul do Brasil, e em anos de La Nina, chuva abaixo da m dia. Ou seja, essa rela o, já consolidada na literatura, não tem sido

suficientes para a explicação da ocorrência dos casos, tanto de eventos com valores excepcionais de precipitação, quanto nos de falta de chuva.

4.3.2 Relação das chuvas com a ODP (nas inundações de novembro/2008 e setembro/2011)

Além da variabilidade interanual como o ENOS, a ODP (Oscilação Decadal do Pacífico) de variabilidade climática interdecadal, também influencia nos eventos de precipitações na América do Sul (Nota Técnica INPE/CIRAM/INMET, 2008).

Até final do século XX, a PDO estava em sua fase positiva, o que explica em parte os eventos de chuvas excepcionais e inundações ocorridas do final da década de 70 até o final da década de 90, o que pode ser indicador de uma maior frequência e intensidade de El Niños (Nota Técnica INPE/CIRAM/INMET, 2008). A última fase quente começou em 1977 e há um consenso que tenha terminado em 1998 (ver figura 12), e desde então, a ODP está em uma nova fase fria, que deve durar pelos próximos 20 anos (MOLION, 2007).

Vimos no cap. II que o índice de ODP se correlaciona com o ENOS, que cria um efeito que atua como construtivo quando o ENOS e a ODP estão na mesma fase, e destrutivo quando eles estão em fases opostas. Observando a tabela 2, dos índices da ODP mensal no período de 2008 a 2011, é possível notar que em 2008 todos os meses apresentaram sinais negativos, e o sinal da Oscilação Decadal do Pacífico, esteve mais forte nos meses de abril a novembro, com índices negativos que variaram de -1,16 (outubro) a -1,25 (novembro). Neste período o ENOS encontrava-se em condição de neutralidade climática.

Já em 2011, os índices ficaram negativos só a partir de junho, com o maior valor no mês de setembro, com índice de -1,61. Este índice tem relação com a configuração de La Niña que neste período, apresentava-se de fraca intensidade com valores de TSM trimestrais variando entre -0.6 a -1.0, ou seja, os índices de ODP e ENOS na mesma fase podem ter atuado construtivamente, tornando o padrão de anomalia de TSM mais evidente.

A inundações de novembro de 2008 e setembro de 2011 ocorreram em momento de ODP na fase negativa, e em novembro com neutralidade em relação ao ENOS e em condição de La Niña fraca em setembro de 2011. Nenhum dos dois eventos aconteceram em condições de El Niño ou fase positiva da ODP, o que podia explicar a ocorrência

dos valores extremos de chuva no Vale do Itajaí e litoral de Santa Catarina.

Da mesma forma que o ENOS, a ODP, apresenta uma escala espacial muito grande (global), o que torna difícil relacionar com os eventos de extremo de chuvas de novembro de 2008 e setembro de 2011 no Vale do Itajaí, a qual apresentou uma escala espacial muito reduzida. O que ocasionou as chuvas nesta inundação foram fenômenos sinóticos ligados à dinâmica interna da atmosfera, de escala mais locais, previsíveis mais facilmente em curto prazo.

4.4 ANÁLISE DAS PERDAS

Nesta seção serão analisadas as possíveis perdas/prejuízos decorrentes dos eventos de inundações, na Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí, no caso de novembro de 2008 e setembro de 2011.

Novembro de 2008 – Danos Diretos

Os danos aqui caracterizados foram levantados a partir de consulta aos Relatórios de Avaliação de Danos (AVADAN) da Diretoria Estadual de Defesa Civil de Santa Catarina. Estes relatórios de danos são reconhecidos e registrados oficialmente pelo poder público. Nestes os danos são classificados como calamidade pública, ou seja, situação anormal, provocada por desastres naturais com sérios danos à comunidade afetada e a vida de seus integrantes, e situação de emergência que implica que os danos causados são superáveis, suportáveis pela comunidade, que, apesar de afetada, rapidamente pode retomar a normalidade cotidiana (NEGREDO, 2009).

Dos 48 municípios pertencentes à bacia hidrográfica do Vale do Itajaí 27 decretaram situação de emergência e 12 estado de calamidade pública na inundação de novembro de 2008 (Apêndice A).

Os danos diretos foram divididos em perdas humanas (desabrigados, desalojados, mortes e pessoas afetadas) e perdas materiais (residências danificadas e destruídas, e valores dos prejuízos).

Grande parte do número de mortes, que aparecem nos AVADANS das inundações de novembro de 2008 e setembro de 2011 está relacionada aos escorregamentos, que por sua vez estão associados aos episódios de inundações, tornando-se difícil computar isoladamente os prejuízos decorrentes, bem como os números de desabrigados e mortos.

Existe diferença entre os termos desabrigados -são pessoas que tiveram suas habitações destruídas ou danificadas por desastres, ou que

estão localizadas em áreas de risco iminente de destruição, e que precisam de abrigos temporários para ser alojadas- e desalojados - pessoas cujas habitações foram danificadas ou destruídas, mas que, não necessariamente, precisam de abrigos temporários, sendo normal nessa circunstância, que um grande número de famílias desalojadas hospede-se em casas de amigos e familiares (CASTRO, 2003).

Na sub-região do Alto Vale do Itajaí, em relação às perdas humanas e materiais tabela 7 e 8, foram afetadas 36.967 pessoas, das quais 42 desalojados, todos no município de Ibirama, e não houve pessoas desabrigadas e nem vítimas fatais; no entanto os prejuízos materiais com casas danificadas ou destruídas foram maiores em Rio do Sul, Presidente Getúlio, Presidente Nereu e em Lontras. Rio do Sul teve mais residências destruídas em virtude da inundação, com mais de 1 milhão de reais em prejuízos (tabela 8).

Já no Médio Vale as perdas humanas e materiais tabela 7 e 8, demonstram que o número de pessoas afetadas foram de 234.260; Blumenau, Brusque e Gaspar com um número maior de pessoas desalojadas e desabrigadas. Do total de 67 mortes, Blumenau registrou 24; Gaspar 21 e Luís Alves com 11 foram os municípios que tiveram o maior número de óbitos; Blumenau aparece disparado como um dos municípios que mais sofreu prejuízo com residências destruídas ou danificadas, seguido por Luiz Alves e Brusque.

E na sub-região do Baixo Vale do Itajaí, foram afetadas 286.454 pessoas. Os municípios de Itajaí, Camboriú e Ilhota foram os mais afetados, com um grande número de pessoas desalojadas e desabrigadas. Foram registradas 49 mortes (47 em Ilhota e 2 em Itajaí); destacando-se os prejuízos com residências danificadas de Itajaí e de residências destruídas em Ilhota (tabela 7 e 8).

Tabela 7 – Perdas humanas dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de novembro de 2008.

Perdas Humanas					
Sub-Região	Municípios	Desabrigados	Desalojados	Mortes	Afetados
Alto Vale	Ibirama	0	42	0	10100
	Dona Ema	0	0	0	3030
	Jose Boiteux	0	0	0	450
	Lontras	0	0	0	1500
	Presidente Getúlio	0	4	0	4000
	Presidente Nereu	0	0	0	2303
	Rio do Sul	0	0	0	3200
	Vitor Meireles	0	0	0	4420
	Chapadão do Lajeado	0	0	0	0
	Imbuia	0	0	0	5501
	Ituporanga	0	0	0	2463
	Total	0	0	0	36967
Médio Vale	Ascurra	1	110	1	2653
	Apiúna	0	6	0	6350
	Benedito Novo	712	210	2	3120
	Blumenau	1600	14000	24	10300
	Botuverá	8	6	0	169
	Brusque	1200	8000	1	94962
	Gaspar	4305	7153	21	54687
	Guabiruba	100	60	0	9860
	Indaial	80	761	0	8572
	Luís Alves	0	553	11	9371
	Pomerode	200	1020	1	23875
	Rio dos Cedros	96	595	0	8561
	Rodeio	158	194	4	580
	Timbó	127	700	2	1200
Total	8587	33368	67	234260	
Baixo Vale	Balneário Camboriú	25	500	0	15000
	Balneário Piçarras	122	920	0	5800
	Camboriú	3894	6525	0	54500
	Ilhota	1300	35000	47	3500
	Itajaí	18208	1929	2	163219
	Navegantes	239	3232	0	41900
	Penha	36	1224	0	2535
Total	23824	49330	49	286454	

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, novembro 2008.

Tabela 8 – Perdas materiais dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de novembro de 2008.

(continua)

Perdas Materiais					
Sub-Região	Municípios	Danificadas	Valor danificadas (R\$)	Destruidas	Valor destruídas (R\$)
Alto Vale	Ibirama	SIM	150.000,00	NÃO	0,00
	Dona Ema	SIM	80.000,00	NÃO	0,00
	Jose Boiteux	NÃO	0,00	SIM	200.000,00
	Lontras	SIM	450.000,00	NÃO	0,00
	Presidente Getúlio	SIM	999.300,00	SIM	45.000,00
	Presidente Nereu	SIM	873.000,00	NÃO	0,00
	Rio do Sul	NÃO	0,00	SIM	1.087.500,00
	Vitor Meireles	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Chapadão do Lajeado	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Imbuia	SIM	256.000,00	SIM	10.000,00

(conclusão)

Perdas Materiais					
Sub-Região	Municípios	Danificadas	Valor danificadas (R\$)	Destruidas	Valor destruídas (R\$)
Alto Vale	Ituporanga	SIM	181.090,00	SIM	42.965,00
	Total	Total	2.989.390,00		1.385.465,00
Médio Vale	Ascurra	SIM	387.000,00	SIM	412.000,00
	Apiúna	NÃO	0,00	SIM	40.000,00
	Benedito Novo	SIM	2.95.000,00	SIM	2.726.000,00
	Blumenau	SIM	220.690.200,00	SIM	389.928.000,00
	Botuverá	SIM	1.105.000,00	SIM	500.000,00
	Brusque	SIM	11.459.200,00	SIM	4.687.000,00
	Gaspar	SIM	329.012,00	SIM	1.346,00
	Guabiruba	SIM	3.000.000,00	SIM	750.000,00
	Indaial	SIM	5.641.500,00	SIM	1.204.000,00
	Luís Alves	SIM	8.806.000,00	SIM	10.590.000,00
	Pomerode	SIM	6.215.000,00	SIM	6.340.000,00
	Rio dos Cedros	SIM	1.945.000,00	SIM	654.500,00
	Rodeio	SIM	936.000,00	SIM	442.000,00
	Timbó	SIM	726.250,00	SIM	800.000,00
	Total			261.240.162,00	
Baixo Vale	Balneário Camboriú	SIM	1.110.500,00	SIM	195.000,00
	Balneário Piçarras	SIM	2.080.000,00	NÃO	0,00
	Camboriú	SIM	16.352.000,00	SIM	3.860.000,00
	Ilhota	SIM	14.650.000,00	SIM	44.540.000,00
	Itajaí	SIM	538.021.000,00	SIM	9.460.000,00
	Navegantes	SIM	31.624.000,00	SIM	800.000,00
	Penha	SIM	1.262.000,00	SIM	160.000,00
Total			605.099.500,00		59.015.000,00

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, novembro 2008.

Novembro de 2008 - Danos Indiretos

Os danos indiretos foram divididos em perdas ambientais (perdas associadas ao solo, tais como erosão e deslizamento), perdas econômicas (setores da economia como agricultura, pecuária e indústria) e perdas sociais (com serviços relacionados à interrupção do abastecimento de água, energia elétrica, saúde, transporte, gás, comunicações, coleta de lixo e educação e prejuízos sociais).

No Alto Vale do Itajaí, as perdas ambientais derivadas dos processos ligados ao solo, como erosão e deslizamento decorrentes da inundação, foram maiores nos municípios de Imbuia e Vitor Meireles (tabela 9). Nas perdas econômicas (tabela 10) Presidente Getúlio foi a localidade que mais sofreu no setor agrícola; na pecuária a maior perda foi no município de Imbuia; os valores sobre as perdas relacionadas às atividades industriais não constam no relatório de danos. Nas perdas sociais, destaque para os prejuízos sociais de Presidente Getúlio; e na parte de serviços a perda de R\$ 100.000,00, dado presente somente no município de Imbuia (tabela 11).

No Médio Vale do Itajaí, as perdas ambientais foram maiores nos municípios de Gaspar e Blumenau (tabela 9). Em perdas econômicas (tabela 10) tiveram destaque às que ocorreram em Luiz Alves e Benedito Novo no setor agrícola; Luiz Alves na pecuária e o município de Blumenau no setor industrial. Nas perdas sociais, o município de Blumenau foi o mais prejudicado (tabela 11).

Quanto às perdas ambientais no Baixo Vale do Itajaí relacionada aos deslizamentos e a erosão, a localidade de Ilhota sofreu o maior prejuízo (tabela 9). Já nas perdas econômicas o município de Ilhota foi o que acumulou mais nos setores agrícola (R\$ 16.680.000,00) e pecuária (R\$ 14.669.000,00); já no setor industrial a cidade de Itajaí foi a mais prejudicada (tabela 10). Nas perdas sociais destaque para os prejuízos de Itajaí e Ilhota, principalmente Itajaí no setor de serviços com R\$ 393.500.000,00 de prejuízo (tabela 11).

Tabela 9 – Perdas ambientais dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de novembro de 2008.

(continua)

Perdas Ambientais				
Sub-Região	Municípios	Erosão	Deslizamento	Valor solo (R\$)
Alto Vale	Ibirama	SIM	SIM	210.000,00
	Dona Ema	SIM	SIM	35.000,00
	Jose Boiteux	NÃO	NÃO	0,00

(continuação)

Perdas Ambientais				
Sub-Região	Municípios	Erosão	Deslizamento	Valor solo (R\$)
Alto Vale	Lontras	NÃO	SIM	60.000,00
	Presidente Getúlio	NÃO	SIM	40.000,00
	Nereu	SIM	SIM	30.000,00
	Rio do Sul	SIM	SIM	80.000,00
	Vitor Meireles	SIM	SIM	1.225.000,00
	Chapadão do Lajeado	SIM	SIM	275.000,00
	Imbuia	SIM	SIM	2.515.000,00
	Ituporanga	NÃO	NÃO	0,00
	Total			4.260.000,00
	Médio Vale	Acurra	SIM	SIM
Apiúna		SIM	SIM	200.000,00
Benedito Novo		SIM	SIM	7.297.400,00
Blumenau		SIM	SIM	23.500.000,00
Botuverá		SIM	SIM	1.107.000,00
Brusque		SIM	SIM	442.000,00
Gaspar		SIM	SIM	71.315.000,00
Guabiruba		SIM	SIM	1.340.000,00
Indaial		SIM	SIM	135.000,00
Luís Alves		SIM	SIM	372.000,00
Pomerode		SIM	SIM	820.000,00
Rio dos Cedros		SIM	SIM	240.000,00
Rodeio		NÃO	NÃO	150.000,00
Timbó		NÃO	SIM	2.000.000,00
Total				109.065.400,00
Baixo Vale	Balneário Camboriú	SIM	SIM	1.083.000,00
	Balneário Piçarras	SIM	SIM	350.000,00
	Camboriú	SIM	SIM	33.000,00
	Ilhota	SIM	SIM	28.000.000,00
	Itajaí	NÃO	SIM	3.600.000,00

(conclusão)				
Perdas Ambientais				
Sub-Região	Municípios	Erosão	Deslizamento	Valor solo (R\$)
	Navegantes	NÃO	NÃO	0,00
	Penha	SIM	SIM	15.000,00
Total				33.081.000,00

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, novembro 2008.

Tabela 10 – Perdas econômicas dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de novembro de 2008.

(continua)

Sub-Região	Municípios	Agricultura	Perdas Econômicas		Indústria	Valor Indústria (R\$)	
			Valor Agricultura (R\$)	Pecuária			Valor Pecuária (R\$)
Alto Vale	Ibirama	SIM	1.128.000,00	SIM	1.112,00	NÃO	0,00
	Dona Ema	SIM	2.211.300,00	SIM	27.753,00	NÃO	0,00
	Jose Boiteux	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Lontras	SIM	1.800.000,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Presidente Getúlio	SIM	58.530.000,00	SIM	112.000,00	NÃO	0,00
	Presidente Nereu	SIM	4.206.013,00	SIM	213.000,00	NÃO	0,00
	Rio do Sul	SIM	4.549.200,00	SIM	120.400,00	NÃO	0,00
	Vitor Meireles Chapadão do Lajeado	SIM	8.151.406,00	SIM	42.000,00	NÃO	0,00
	Imbuia	SIM	13.680.000,00	SIM	1.198.000,00	NÃO	0,00
	Ituporanga	SIM	138.000,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Total		94.684.329,00		1.714.265,00		0,00
Médio Vale	Ascurra	SIM	341.800,00	SIM	23.150,00	NÃO	0,00
	Apiúna	SIM	1.500,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Benedito Novo	SIM	7.944.000,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Blumenau	SIM	5.569.900,00	SIM	461.903,00	SIM	220.665.250,00
	Botuverá	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Brusque	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Gaspar	SIM	16.000,00	SIM	1.390,00	SIM	198.500,00
	Guabiruba	SIM	50.000,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Indaial	SIM	831.000,00	SIM	192.000,00	NÃO	0,00
	Luís Alves	SIM	16.240.000,00	SIM	118.279.000,00	SIM	8.000.000,00
	Pomerode	SIM	2.498.000,00	SIM	177.500,00	SIM	2.200.000,00
	Rio dos Cedros	SIM	2.647.140,00	SIM	548.800,00	SIM	78.000,00
	Rodeio	SIM	708.000,00	SIM	57.500,00	NÃO	0,00
Timbó	SIM	2.391.620,00	SIM	4.000,00	NÃO	0,00	
	Total		39.238.960,00		119.745.243,00		231.141.750,00
Baixo Vale	Balneário Camboriú	NÃO	0,00	NÃO	0,00	SIM	160.000,00
	Balneário Piçarras	SIM	402.000,00	SIM	120.000,00	NÃO	0,00
	Camboriú	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Ilhota	SIM	16.680.000,00	SIM	14.669.000,00	SIM	4.649.000,00

(conclusão)

Perdas Econômicas							
Sub-Região	Municípios	Agricultura	Valor Agricultura (R\$)	Pecuária	Valor Pecuária (R\$)	Indústria	Valor Indústria (R\$)
Baixo Vale	Itajaí	SIM	9.823.000,00	SIM	3.705.000,00	SIM	6.528.000,00
	Navegantes	SIM	2.556.000,00	SIM	157.200,00	NÃO	0,00
	Penha	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
Total			29.461.000,00		18.651.200,00		11.337.000,00

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, novembro 2008.

Tabela 11 – Perdas sociais dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de novembro de 2008.

Perdas Sociais				
Sub-Região	Municípios	Serviços	Valor Serviços (R\$)	Prejuízos Sociais (R\$)
Alto Vale	Ibirama	NÃO	0,00	8.380,00
	Dona Ema	NÃO	0,00	10.000,00
	Jose Boiteux	NÃO	0,00	200.000,00
	Lontras	NÃO	0,00	0,00
	Presidente Getúlio	NÃO	0,00	9.936.000,00
	Presidente Nereu	NÃO	0,00	85.000,00
	Rio do Sul	NÃO	0,00	0,00
	Vitor Meireles	NÃO	0,00	0,00
	Chapadão do Lajeado	NÃO	0,00	0,00
	Imbuia	SIM	100.000,00	3.000,00
	Ituporanga	NÃO	0,00	0,00
Total			100.000,00	10.242.380,00
Médio Vale	Ascurra	NÃO	0,00	59.412,00
	Apiúna	NÃO	0,00	113.500,00
	Benedito Novo	NÃO	0,00	5.000.000,00
	Blumenau	SIM	248.700.000,00	17.863.517,00
	Botuverá	NÃO	0,00	2.360.000,00
	Brusque	NÃO	0,00	1.420.000,00
	Gaspar	SIM	49.250.000,00	2.493.758,00
	Guabiruba	SIM	300.000,00	300.000,00
	Indaial	NÃO	0,00	211.617,00
	Luís Alves	NÃO	0,00	417.000,00
	Pomerode	SIM	2.580.000,00	1.963.000,00
	Rio dos Cedros	NÃO	0,00	781.000,00
	Rodeio	NÃO	0,00	181.000,00
	Timbó	NÃO	0,00	203.400,00
	Total			300.830.000,00
Baixo Vale	Balneário Camboriú	SIM	3.657.800,00	897.200,00
	Balneário Piçarras	SIM	250.000,00	180.000,00
	Camboriú	NÃO	0,00	1.301.550,00
	Ilhota	SIM	3.030.000,00	14.980.000,00
	Itajaí	SIM	393.500.000,00	11.133.000,00
	Navegantes	NÃO	0,00	473.970,00
	Penha	NÃO	0,00	30.000,00
Total			400.437.800,00	28.995.720,00

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, novembro 2008.

O evento de inundação de novembro de 2008 registrou números impressionantes para o Vale do Itajaí (Apêndices C e D). As perdas materiais com residências danificadas de R\$ 869.329.052,00, residências destruídas R\$ 479.475.311,00; as perdas humanas com 82.740 pessoas desalojadas, 32.411 desabrigados, 116 mortes e 557.681 pessoas afetadas; as perdas ambientais foram de R\$ 146.406.400,00; e na economia as perdas foram de R\$ 1.447.973.747,00, no setor agrícola de R\$ 242.478.750,00, na pecuária R\$ 140.110.708,00 e na indústria uma perda de R\$ 242.478.750,00; e as perdas sociais ficaram R\$ 72.605.304,00 de prejuízo social e R\$ 701.367.800,00 nos serviços.

Setembro de 2011 – Danos Diretos

Na inundação de setembro de 2011, 32 municípios pertencentes à bacia hidrográfica do Vale do Itajaí decretaram situação de emergência e 10 o estado de calamidade pública (Apêndice B). Os AVADANS dos municípios de Balneário Camboriú, Camboriú e Witmarsum que decretaram situação de emergência e Lontras com decreto de situação de calamidade pública, não foram encontrados na base de dados da defesa civil do Estado de Santa Catarina, por isso os danos deste evento podem ter sido ainda maiores.

Em relação às perdas humanas e materiais, tabela 12 e 13, no Alto Vale do Itajaí foram afetadas 162.921 pessoas; com os municípios de Rio do Sul, Presidente Getúlio, Taió e Rio do Oeste, com uma quantidade maior de pessoas afetadas, desabrigadas e desalojadas. Um total de 3 mortes (duas em Ituporanga e um óbito em Laurentino). O prejuízo das residências danificadas e destruídas foram maiores em Rio do Sul, Taió, Presidente Getúlio, Ituporanga Aurora, mas com destaque também para os municípios de Agrolândia, José Boiteux e Vidal Ramos que ultrapassaram 1 milhão de reais.

Já no Médio Vale as perdas humanas e materiais (tabela 12 e 13), demonstraram que o número de pessoas afetadas foi de 579.571. Blumenau, Brusque, Gaspar e Timbó destacam-se como as localidades com maior número de pessoas mais atingidas; 1 morte foi registrada no município de Guabiruba. Os prejuízos matérias com residências chegaram a um total de R\$ 152.997.189,00, com os maiores valores de danos nas residências em Gaspar, Blumenau, Timbó e Brusque.

Na sub-região do Baixo Vale do Itajaí, foram afetadas 140.438 pessoas, apresentando Itajaí e Navegantes o maior número de pessoas desalojadas e desabrigadas. O município de Itajaí ainda registrou uma morte. Nas perdas matérias, ênfase para os prejuízos com residências danificadas e destruídas em Itajaí e Ilhota (tabela 12 e 13).

Tabela 12 – Perdas humanas dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de Setembro de 2011.

(continua)

Perdas Humanas					
Sub-Região	Municípios	Desabrigados	Desalojados	Mortes	Afetados
Alto Vale	Agrolândia	4	40	0	5100
	Agronômica	250	1030	0	4300
	Aurora	117	1143	0	5549
	Atalanta	0	0	0	3300
	Braço do				
	Trombudo	0	5	0	3457
	Dona Emma	0	5	0	1600
	Ibirama	33	184	0	6495
	Ituporanga	328	1521	2	12030
	José Boiteux	0	0	0	1500
	Laurentino	195	2115	1	6004
	Mirim Doce	15	20	0	2513
	Pouso				
	Redondo	0	159	0	5786
	Petrolândia	0	0	0	4500
	Presidente				
	Getúlio	500	7000	0	10200
	Presidente				
	Nereu	9	20	0	2255
	Rio do Campo	0	95	0	95
Rio do Oeste	680	1650	0	7090	
Rio do Sul	2580	10320	0	50000	
Trombudo					
Central	104	1284	0	6553	
Vidal Ramos	0	14	0	4834	
Vitor Meireles	0	350	0	2500	
Taió	55	3235	0	17260	
	Total	4870	30190	3	162921
Médio Vale	Apiúna	11	160	0	9600
	Ascurra	112	730	0	7300
	Blumenau	668	90000	0	302000
	Benedito Novo	12	932	0	10336
	Botuver�	22	235	0	3800
	Brusque	18	350	0	105495

(conclusão)					
Perdas Humanas					
Sub-Região	Municípios	Desabrigados	Desalojados	Mortes	Afetados
Médio Vale	Doutor Pedrinho	196	237	0	2530
	Gaspar	569	23039	0	58869
	Guabiruba	0	35	1	430
	Indaial	11	435	0	22460
	Pomerode	6	134	0	9070
	Rio dos Cedros	59	101	0	10230
	Rodeio	102	575	0	677
	Timbó	412	3710	0	36774
	Total	2198	120673	1	579571
Baixo Vale	Ilhota	249	401	0	8764
	Itajaí	3215	45630	1	110023
	Penha	10	0	0	760
	Navegantes	185	4113	0	20891
	Total	3659	50144	1	140438

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, setembro de 2011.

Tabela 13 – Perdas materiais dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de Setembro de 2011.

Perdas Materiais					
Sub-Região	Municípios	Danificadas	Valor danificadas (R\$)	Destruidas	Valor destruídas (R\$)
Alto Vale	Agrolândia	SIM	566.075,00	SIM	1.151.006,00
	Agronômica	SIM	2.529.000,00	SIM	951.000,00
	Aurora	SIM	8.465.000,00	SIM	3.334.000,00
	Atalanta	SIM	35.000,00	SIM	15.000,00
	Braço do Trombudo	SIM	753.170,00	SIM	164.400,00
	Dona Emma	SIM	530.000,00	SIM	300.000,00
	Ibirama	SIM	3.743.000,00	SIM	600.000,00
	Ituporanga	SIM	5.711.210,00	SIM	2.891.500,00
	José Boiteux	SIM	2.190.000,00	SIM	1.020.000,00
	Laurentino	SIM	19.892.000,00	SIM	360.000,00
	Mirim Doce	SIM	1.133.180,00	SIM	155.000,00
	Pouso Redondo	SIM	143.600,00	SIM	275.560,00
	Petrolândia	SIM	1.043.000,00	SIM	50.000,00
	Presidente Getúlio	SIM	3.060.055,00	SIM	4.906.000,00
	Presidente Nereu	SIM	2.390.000,00	SIM	980.000,00
	Rio do Campo	SIM	350.000,00	SIM	400.000,00
	Rio do Oeste	SIM	1.850.000,00	SIM	60.000,00
	Rio do Sul	SIM	126.258.000,00	SIM	28.400.000,00
	Trombudo Central	SIM	3.869.000,00	SIM	500.000,00
	Vidal Ramos	SIM	1.120.000,00	SIM	1.130.000,00
Vitor Meireles	SIM	116.640,00	NÃO	0,00	
Taió	SIM	63.020.000,00	SIM	5.400.000,00	
	Total		248.767.930,00		53.043.466,00
Médio Vale	Apiúna	SIM	3.580.000,00	NÃO	0,00
	Ascurra	SIM	6.340.000,00	SIM	500.000,00
	Blumenau	SIM	21.702.027,00	SIM	52.804.009,00
	Benedito Novo	SIM	3.815.000,00	SIM	1.111.000,00
	Botuverá	SIM	1.910.000,00	SIM	960.000,00
	Brusque	SIM	10.280.050,00	SIM	13.528.000,00
	Doutor Pedrinho	SIM	1.490.762,00	SIM	50.000,00
	Gaspar	SIM	52.099.900,00	SIM	12.000,00
	Guabiruba	SIM	964.000,00	NÃO	0,00
	Indaial	SIM	7.892.450,00	SIM	462.000,00
	Pomerode	SIM	3.639.000,00	SIM	107.000,00
	Rio dos Cedros	SIM	1.929.000,00	SIM	200.000,00
	Rodeio	SIM	1.227.000,00	SIM	556.000,00
	Timbó	SIM	36.128.000,00	SIM	850.000,00
	Total		152.997.189,00		71.140.009,00
Baixo Vale	Ilhota	SIM	1.613.146,00	SIM	1.500.000,00
	Itajaí	SIM	29.607.000,00	SIM	5.455.000,00
	Penha	SIM	2.181.000,00	SIM	100.000,00
	Navegantes	SIM	708.000,00	NÃO	0,00
	Total		34.109.146,00		7.055.000,00

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, setembro de 2011.

Setembro de 2011 – Danos Indiretos

No Alto Vale do Itajaí, os danos ambientais totalizaram R\$ 73.507.000,00; só no município de Rio do Sul as perdas chegaram a R\$ 45.000.000,00 e em Trombudo Central, Laurentino e Presidente Nereu as perdas variaram entre 1 e 2 milhões de reais (tabela 14). Nas perdas econômicas (tabela 15) relacionadas às atividades agrícolas, os destaques foram os prejuízos de José Boiteux e Vidal Ramos; na pecuária maiores perdas em Ituporanga e Rio do Sul, e sobre as perdas relacionadas às atividades industriais, os municípios de Rio do Oeste e Laurentino apresentaram os maiores valores. Já os prejuízos sociais foram maiores em Laurentino, Taió e Rio do Sul, e na parte de serviços, perdas em Taió e Laurentino (tabela 16).

No Médio Vale do Itajaí, nas perdas ambientais se destacou o prejuízo no município de Brusque com R\$ 34.439.566,00 (tabela 14). Em perdas econômicas (tabela 15) foram mais significativas na atividade agrícola no município de Benedito Novo, na pecuária em Botuverá e as maiores perdas do setor industrial ocorreram em Gaspar e Pomerode. Os prejuízos sociais foram maiores em Gaspar, Botuverá e Blumenau e nos serviços em Blumenau, Gaspar e Timbó, destacando-se Blumenau com R\$ 100.822.000,00 (tabela 16).

As perdas ambientais no Baixo Vale do Itajaí relacionadas aos deslizamentos e a erosão, foram grandes na localidade de Ilhota (tabela 14). O município de Ilhota também teve as maiores perdas nos setores agrícolas, seguida por Itajaí, e na pecuária. Já as perdas relacionadas às atividades industriais não constam no relatório de danos. Nas perdas sociais, destaque para os prejuízos de Itajaí e Ilhota com mais de um milhão de reais em prejuízos sociais, já na parte de serviços destaque para Itajaí, a qual representa o total de perda, pois é o único com dado de perda neste campo do AVADAN na sub-região do Baixo Vale (tabela 16).

Tabela 14 – Perdas ambientais dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de Setembro de 2011.

(continua)

Perdas Ambientais				
Sub-Região	Municípios	Erosão	Deslizamento	Valor solo
Alto Vale	Agrolândia	NÃO	SIM	425.000,00
	Agronômica	SIM	SIM	187.000,00
	Aurora	NÃO	SIM	220.000,00

(continuação)

Perdas Ambientais				
Sub-Região	Municípios	Erosão	Deslizamento	Valor solo
Alto Vale	Atalanta	SIM	SIM	170.000,00
	Braço do Trombudo	NÃO	NÃO	0,00
	Dona Emma	SIM	SIM	1.000.000,00
	Ibirama	NÃO	SIM	2.303.000,00
	Ituporanga	NÃO	NÃO	0,00
	José Boiteux	SIM	SIM	650.000,00
	Laurentino	SIM	SIM	1.300.000,00
	Mirim Doce	SIM	SIM	200.000,00
	Pouso Redondo	NÃO	NÃO	0,00
	Petrolândia	SIM	SIM	430.000,00
	Presidente Getúlio	NÃO	SIM	462.000,00
	Presidente Nereu	SIM	SIM	1.800.000,00
	Rio do Campo	SIM	SIM	950.000,00
	Rio do Oeste	SIM	SIM	310.000,00
	Rio do Sul	SIM	SIM	45.000.000,00
	Trombudo Central	SIM	SIM	2.600.000,00
	Vidal Ramos	SIM	SIM	500.000,00
	Vitor Meireles	NÃO	NÃO	0,00
	Taió	NÃO	SIM	15.000.000,00
	Total			73.507.000,00
Médio Vale	Apiúna	SIM	SIM	1.000.000,00
	Ascurra	SIM	SIM	1.100.000,00
	Blumenau	NÃO	NÃO	0,00
	Benedito Novo	SIM	SIM	1.385.000,00
	Botuverá	SIM	SIM	900.000,00
	Brusque	SIM	SIM	34.439.566,00
	Doutor Pedrinho	NÃO	NÃO	0,00
	Gaspar	SIM	SIM	1.196.500,00
	Guabiruba	SIM	SIM	540.000,00
	Indaial	SIM	NÃO	29.000,00
	Pomerode	SIM	SIM	1.574.000,00
	Rio dos Cedros	SIM	SIM	1.000.000,00
	Rodeio	SIM	SIM	250.000,00
Timbó	SIM	SIM	1.500.000,00	

(conclusão)

Perdas Ambientais				
Sub-Região	Municípios	Erosão	Deslizamento	Valor solo
Médio Vale	Total			44.914.066,00
Baixo Vale	Ilhota	SIM	SIM	1.260.170,00
	Itajaí	SIM	SIM	21.000,00
	Penha	SIM	SIM	555.000,00
	Navegantes	SIM	NÃO	60.000,00
	Total			1.896.170,00

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, setembro de 2011.

Tabela 15 – Perdas econômicas dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de Setembro de 2011.

Perdas Econômicas							
Sub-Região	Municípios	Agricultura	Valor		Valor		Valor
			Agricultura (R\$)	Pecuária	Pecuária (R\$)	Indústria	Indústria (R\$)
Alto Vale	Agrolândia	SIM	99.850,00	SIM	230.500,00	NÃO	0,00
	Agromômica	NÃO	0,00	SIM	67.000,00	SIM	1.600.000,00
	Aurora	NÃO	0,00	SIM	135.000,00	SIM	450.000,00
	Atalanta	NÃO	0,00	SIM	112.000,00	NÃO	0,00
	Braço do Trombudo	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Dona Emma	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Ibirama	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Ituporanga	SIM	133.000,00	SIM	821.200,00	SIM	870.230,00
	José Boiteux	SIM	3.910.000,00	SIM	256.000,00	NÃO	0,00
	Laurentino	SIM	1.361.000	SIM	176.250,00	SIM	14.800.000,00
	Mirim Doce	SIM	800.660,00	SIM	225.000,00	NÃO	0,00
	Pouso Redondo	NÃO	0,00	SIM	22.350,00	NÃO	0,00
	Petrolândia	SIM	80.000,00	SIM	22.000,00	NÃO	0,00
	Presidente Getúlio	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Presidente Nereu	NÃO	0,00	NÃO	1.000,00	NÃO	0,00
	Rio do Campo	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Rio do Oeste	SIM	1.000.000,00	SIM	165.000,00	SIM	25.000.000,00
	Rio do Sul	SIM	570.000,00	SIM	550.000,00	SIM	7.000.000,00
	Trombudo Central	SIM	17.000,00	NÃO	0,00	SIM	1.094.000,00
	Vidal Ramos	SIM	1.722.000,00	SIM	63.000,00	NÃO	0,00
Vitor Meireles	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00	
Taió	NÃO	0,00	SIM	73.000,00	SIM	2.000.000,00	
	Total		9.693.510,00		2.918.299,00		52.814.230,00
Médio Vale	Apiúna	SIM	180.000,00	NÃO	0,00	SIM	1.500.000,00
	Ascurra	SIM	235.000,00	SIM	500.000,00	SIM	520.000,00
	Blumenau	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Benedito Novo	SIM	3.843.000,00	SIM	11.000,00	SIM	4.717.000,00
	Botuverá	SIM	140.000,00	SIM	580.000,00	SIM	110.000,00
	Brusque	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Doutor Pedrinho	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Gaspar	SIM	66.000,00	SIM	4.800,00	SIM	89.684.000,00
	Guabiruba	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Indaial	SIM	323.400,00	SIM	11.000,00	SIM	30.800,00
	Pomerode	SIM	296.000,00	SIM	238.257,00	SIM	71.000.000,00
	Rio dos Cedros	SIM	420.500,00	SIM	96.500,00	NÃO	0,00
	Rodeio	SIM	36.000,00	SIM	4.000,00	SIM	2.000,00
	Timbó	SIM	404.480,00	SIM	75.500,00	SIM	1.039.000,00
	Total		5.944.380,00		1.521.057,00		168.602.800,00
Baixo Vale	Ilhota	SIM	11.958.000,00	SIM	117.800,00	NÃO	0,00
	Itajaí	SIM	6.889.000,00	SIM	60.000,00	NÃO	0,00
	Penha	NÃO	0,00	NÃO	0,00	NÃO	0,00
	Navegantes	NÃO	0,00		0,00	NÃO	0,00
	Total		18.847.000,00		177.800,00		0,00

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, setembro de 2011.

Tabela 16 – Perdas sociais dos municípios das sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de Setembro de 2011.

(continua)

Perdas Sociais				
Sub-Região	Municípios	Serviços	Valor Serviços (R\$)	Valor Prejuízos Sociais (R\$)
Alto Vale	Agrolândia	NÃO	0,00	39.500,00
	Agronômica	SIM	1.700.000,00	697.000,00
	Aurora	SIM	800.000,00	765.000,00
	Atalanta	NÃO	0,00	30.000,00
	Braço do Trombudo	NÃO	0,00	0,00
	Dona Emma	NÃO	0,00	9.900,00
	Ibirama	NÃO	0,00	2.410.000,00
	Ituporanga	SIM	7.399.399,00	1.256.584,00
	José Boiteux	SIM	5.000,00	256.000,00
	Laurentino	SIM	17.430.000,00	20.058.700,00
	Mirim Doce	NÃO	0,00	265.920,00
	Pouso Redondo	NÃO	0,00	22.550,00
	Petrolândia	NÃO	0,00	115.500,00
	Presidente Getúlio	NÃO	0,00	344.400,00
	Presidente Nereu	NÃO	0,00	22.000,00
	Rio do Campo	NÃO	0,00	131.000,00
	Rio do Oeste	SIM	11.250.000,00	3.395.000,00
	Rio do Sul	SIM	30.700.000,00	10.600.000,00
	Trombudo Central	SIM	288.000,00	761.200,00
	Vidal Ramos	NÃO	0,00	900.000,00
Vitor Meireles	NÃO	0,00	0,00	
Taió	SIM	60.500.000,00	17.750.000,00	
	Total		130.072.399,00	59.830.254,00
Médio Vale	Apiúna	NÃO	0,00	1.476.000,00
	Ascurra	SIM	800.000,00	1.171.000,00
	Blumenau	SIM	100.822.000,00	2.220.034,00
	Benedito Novo	SIM	1.606.000,00	1.557.500,00
	Botuverá	SIM	450.000,00	2.572.550,00
	Brusque	NÃO	0,00	369.582,00
	Doutor Pedrinho	NÃO	0,00	1.292.200,00
	Gaspar	SIM	33.892.000,00	3.029.740,00
	Guabiruba	NÃO	0,00	175.000,00

(conclusão)				
Perdas Sociais				
Sub-Região	Municípios	Serviços	Valor Serviços (R\$)	Valor Prejuízos Sociais (R\$)
Médio Vale	Indaial	SIM	255.500,00	670.990,00
	Pomerode	SIM	18.000.000,00	40.000,00
	Rio dos Cedros	NÃO	0,00	529.000,00
	Rodeio	SIM	2.000,00	0,00
	Timbó	SIM	39.250.000,00	943.000,00
Total			195.077.500,00	16.046.596,00
Baixo Vale	Ilhota	NÃO	0,00	1.574.209,00
	Itajaí	SIM	19.275.000,00	1.175.900,00
	Penha	NÃO	0,00	1.080.000,00
	Navegantes	NÃO	0,00	120.000,00
Total			19.275.000,00	3.950.109,00

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, setembro de 2011.

A inundação de setembro de 2011 trouxe para os municípios que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí grandes perdas (Apêndices E e F). As perdas materiais com residências danificadas de R\$ 803.530.238,00, residências destruídas R\$ 131.238.475,00; as perdas humanas com 201.007 pessoas desalojados, 10.727 desabrigados, 5 mortes e 882.930 pessoas afetadas; as perdas ambientais foram de R\$ 120.317.236,00; e na economia as perdas foram de R\$ 260.519.076,00, no setor agrícola de R\$ 34.484.890,00, na pecuária R\$ 4.617.156,00 e na indústria uma perda de R\$ 221.417.030,00; e as perdas sociais foram de R\$ 79.826.959,00 de prejuízo social e R\$ 344.424.899,00 nos serviços.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo analisar e comparar as condições meteorológicas, sociais e econômicas das inundações de novembro de 2008 e setembro de 2011, na bacia hidrográfica do Vale do Itajaí. O conhecimento e principalmente a previsibilidade das condições meteorológicas que favorecem a ocorrência destes eventos de inundações são ferramentas importantíssimas na tomada de decisões dos órgãos públicos, como a Defesa Civil, para evitar perdas humanas, de animais e prejuízos econômicos.

As condições atmosféricas nas duas situações foram distintas; em novembro de 2008 (Anexo A) a circulação marítima e um vórtice ciclônico em médios níveis da atmosfera foram os responsáveis pela inundação. A circulação marítima foi importante na manutenção da umidade tanto do ar como do solo através das chuvas persistentes que anteciparam a tragédia e a precipitação do vórtice, muito intensa e persistente por várias horas, favoreceu a elevação rápida do nível do rio Itajaí-Açu. A inundação de setembro de 2011 (Apêndice G) foi proporcionada pela presença de uma frente estacionária no litoral catarinense e por um sistema de baixa pressão à superfície. A instabilidade presente nestes sistemas foi reforçada por jatos em baixos e altos níveis da atmosfera.

A inundação de 2008 registrou chuva significativa em todas as estações hidrológicas e meteorológicas da Bacia hidrográfica, principalmente naquelas do Médio e Baixo Vale do Itajaí. Os maiores índices pluviométricos se concentraram entre os dias 22 e 23, com totais diários em torno de 250 mm, mais concentrados nas sub-bacias do Baixo e Médio Vale do Itajaí. Por isso, o nível do rio do Alto Vale ficou baixo atingindo a cota de 5 metros, como no município de Rio do Sul. No entanto em Timbó, Brusque e Blumenau as águas atingiram valores que caracterizaram estado de emergência, o que significou que ocorreu a inundação. Em Blumenau o nível do rio chegou a um pico máximo de 11,29 m.

Na inundação de setembro de 2011 também choveu forte nas estações, ficando em torno de um total de 250 mm durante todo o período do evento, sendo mais concentrados nos dias 07 e 09. Esta inundação atingiu todo Vale do Itajaí, sendo decretado estado de emergência em Blumenau, Brusque e Taió, registrando-se nível máximo, na manhã do dia 09, de 12,48m, 9,97m e 11,23m, respectivamente.

Na relação dos eventos de inundação com os índices de variabilidades climáticas de baixa frequência na América do Sul (ENOS e ODP), em ambos os eventos não se verificou a forte relação entre inundações e El Niño, apesar de que a primavera é a estação na qual as séries históricas demonstram correlações mais fortes com chuvas em eventos El Niño e estiagens em eventos La Niña. As inundações, no entanto ocorreram em condições de neutralidade e La Niña fraca, respectivamente. Entretanto ambos os eventos ocorreram na fase fria da Oscilação Decadal do Pacífico, uma situação mais presente a partir de 1999 e que merece atenção da previsão de tempo e das políticas públicas de prevenção de desastres.

Com relação às perdas, a inundação de novembro de 2008 foi mais prejudicial à sociedade. As perdas materiais em 2008 foram de R\$1.348.804.363, enquanto que em 2011 foram de R\$934.768.713. As perdas humanas, em 2008, contabilizaram 116 mortes, 82.740 pessoas desalojadas e 32.411 desabrigadas. Em 2011 foi registrado apenas 5 mortes, com 201.007 pessoas desalojados e 10.727 desabrigadas. As perdas ambientais, em 2008, somaram R\$146.406,400 e em 2011, R\$120.317.236; as econômicas em 2008 foram de R\$447.973.747 e de R\$260.519.076, em 2011. As perdas sociais em 2008 foram de R\$773.973.104 e somaram R\$424.251.858 em 2011.

A inundação de novembro de 2008 afetou 557.681 pessoas e deixou 27 municípios da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí em situação de emergência e 12 em estado de calamidade pública. A inundação de setembro de 2011 afetou um número maior de pessoas, totalizando 882.930, deixando 32 municípios em situação de emergência e 10 em estado de calamidade pública. A inundação de 2011 afetou um número maior de municípios, mas foi a de 2008 que teve um maior número de municípios com decreto de estado de calamidade pública, o que comprova a intensidade do evento.

Apesar das inundações de novembro de 2008 e setembro de 2011 terem sido classificadas como inundações bruscas, elas também apresentaram características de inundações graduais, tais como: chuvas intermitentes durante o período anterior das inundações; grande abrangência e extensão; e escoamento gradual das águas.

Do exposto, conclui-se que há necessidade de monitoramento constante das condições de tempo para verificar principalmente o caráter da precipitação. Além disso, a formação de equipes interdisciplinares em órgãos públicos como a Defesa Civil do Estado para que uma quantidade de precipitação prevista seja avaliada com relação à climatologia da precipitação, ao tipo e uso do solo, declividade do solo,

tipo de cobertura vegetal e a hidrografia da região. É importante também que ao ser atingido os estados de tomada de decisão de alerta e emergência, que as autoridades responsáveis disponham de planos de evacuação e de lugares seguros e preparados para receber as pessoas que vivem em áreas de risco, como garantia de, pelo menos, preservar as vidas.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA-AYALA, I. **Geomorphology, Natural Hazards, Vulnerability and Prevention of Natural Disasters in Developing Countries.** Geomorphology, 1167, 2002, 18 p.
- ALCANTARA, A. et al. **Terminologias Básicas na Área de Defesa Civil e Segurança Civil: Construindo Pontes para um Entendimento Intersetorial.** V Seminário Internacional de Defesa Civil – DEFENCIL – São Paulo, Novembro de 2009. Anais eletrônicos – artigos. Disponível em:
<http://www.defesacivil.uff.br/defencil_5/Artigo_Anais_Eletronicos_De_fencil_24.pdf>.
Acesso em: 28 de Ago 2012.
- ALHEIROS, M. M.; BITOUN, J; SOUZA, M. A. A.; MEDEIROS, S. M. G. M; AMORIM Jr., W. 2003. **Manual de ocupação dos Morros da Região Metropolitana de Recife.** Recife, 2003.
- AMBRIZZI, T.; MARQUES, R.; NASCIMENTO, E. **Bloqueios Atmosféricos.** In: Iracema F.A.Cavalcanti... [et al.] organizadores. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p279 - 296.
- AMORIM, L.M.; CORDEIRO, J.S. **Impactos Provocados pela Ocupação Antrópica de Fundos de Vale.** Universidade Federal de São Carlos – São Carlos, 2004. Disponível em:
<<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/martucci.pdf>>
Acesso em: 03 de Set 2012.
- ANA- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Sistema de Monitoramento Hidrológico.** Disponível em: <<http://mapas-hidro.ana.gov.br/>>. Acesso em Set 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-1: avaliação de bens.** Parte 1: procedimentos gerais. Rio de Janeiro, 2001.
- AUMOND, J. J.; SEVEGNANI, S.; BACCA, L. E. **Condições naturais que tornam o vale do Itajaí sujeitos aos desastres.** In: Frank B.;

Sevegnani, L. (Org.) Desastre de 2008 no vale do Itajaí: Água, Gente e Política. Blumenau, Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009, p26 -40.

BASTOS, C. C. e FERREIRA, N. J. Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro. XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2000. **Anais ...** Centro Cultural da UERJ, Rio de Janeiro, 2000. p.612-618.

BELTRAME, A.V. **A colonização do Vale do Itajaí-Mirim e os reflexos na degradação de seus recursos naturais renováveis.** Geosul – Revista do Departamento de Geociência- CFH/UFSC, Editora da UFSC, Florianópolis, SC, n° 11 – Ano VI – 1° Semestre de 1991. Disponível em: < <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12771> >. Acesso em: 24 de Jul 2012.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. **Divisão de Controle de Recursos Hídricos. Bacia do rio Itajaí: caracterização dos usos e das disponibilidades hídricas.** Brasília; DNAEE; 1984. 200p. Mapas, tabelas.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional (MIN) (2007). **Manual de planejamento em Defesa Civil** (Volume I) (4ª ed.). Secretaria Nacional de Defesa Civil. Brasília: MIN.

BRASIL, **Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas – Manual Operativo,** Ministério da Agricultura, Comissão Nacional de Coordenação do PNMH, Brasília, 1987, 60p.

BRASIL - MINISTÉRIO DAS CIDADES & IPT - INSTITUTO DE PESQUISASTECNOLÓGICAS. (2004) **Apostila do Curso–Treinamento de técnicos municipais para o mapeamento e gerenciamento de áreas urbanas com risco de escorregamentos, enchentes e inundações.** Rio de Janeiro: Ministério das Cidades/IPT, 2004. 90p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010.** Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010>>. Acesso em: 10 de Mai 2012.

CARDOZO, F.S. **Análise das Áreas Suscetíveis a Inundações e Escorregamentos na Bacia do Rio Forquilhas, São José/ SC.**2009. 226p. Dissertação de Mestrado – Curso de Geografia – Universidade Federal de Santa Catarina-Florianópolis, 2009.

CASTRO, A. L. C.1998. **Glossário de defesa civil: estudo de riscos e medicina de desastres. Brasília:** MPO/ Departamento de Defesa Civil. 283 p.

CASTRO, A.L.C. 2003. **Manual de desastres.** Brasília: Ministério da Integração Nacional; Secretaria Nacional de Defesa Civil. V.1. 174p.

CEOPS. **Centro de Operação do Sistema de Alerta da Bacia do Rio Itajaí;** CEOPS, 2010. Disponível em <<http://ceops.furb.br>>. Acesso em: 23 de Out 2012.

CERRI, L.E.S. **Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para prevenção de acidentes.** Rio Claro, SP, 1993. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (IGCE/UNESP).

CORRÊA, C.E. G; PEREIRA, T.V. **Gestão Urbana e Regional no Vale do Itajaí: O Caso de Blumenau.** Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Núcleo de Pesquisa em Desenvolvimento Regional (NPDR), Blumenau, 2007. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CFEQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.apec.unesc.net%2FIII%2520EEC%2Fsessoes_tematicas%2FDesenvolvimento%2FArtigo%252018.doc&ei=rIAJUOzbCpKs8ASf5o3jCg&usg=AFQjCNFMaaXCcQ1S-ZTp7SGJVK-b7m2i3Q>. Acesso em: 19 Jul 2012.

CORRÊA, C. E. G. **A expansão das atividades industriais: influências nos problemas ambientais no Vale do Itajaí.** In: I Encontro de Economia Catarinense -, Rio do Sul. Anais do I Encontro de Economia Catarinense, 2007. v. 1. Disponível em <http://www.apec.unesc.net%20EEC/sessoes_tematicas/Desenvolvimento_Meio/artigo3a.PDF>. Acesso em: 23 de Jul 2012.

COSTA, H.; TEUBER, W. **Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – uma abordagem geral.** Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 160p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**, São Paulo, Ed. Edgard Blucher Ltda., 2. ed.1980.

CPTEC/INPE – **Centro de Previsão e Estudos Climáticos**. Disponível em:< <http://enos.cptec.inpe.br/>> Acesso em: 23 de Set 2012.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 26, n. 09, 2011. Disponível em:
<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf11/set11.pdf>;
Acessado em: 21 de Jan 2013.

_____. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 23, n. 11, 2008. Disponível em:
<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf08/nov08.pdf>;
Acessado em: 21 de Jan 2013.

_____. **Imagens de Satélite**. Disponível em:
http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes_antiores.jsp. Acesso em: 20 de Set 2012.

_____. Nota Técnica CPTEC/INPE.

CRISTO, S. S. V. **Análise de Susceptibilidade a Riscos Naturais Relacionados às Enchentes e Deslizamentos do Setor Leste da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis-SC**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 2002. 195p.

CROSS, J. A. **Megacities and Small Towns: Different Perspectives on Hazard Vulnerability**. *Environmental Hazards* 3 (2001), 63-80.

CRUZ, G.S. **Manutenção Zonal da Corrente de Jato sobre a América do Sul**. Dissertação de mestrado em Meteorologia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)- São José dos Campos, 2003. 102p.

DA SILVA, G.A.M. **Introdução a Variabilidade de Baixa Frequência e Teleconexões**. Departamento de Ciências Atmosféricas,

IAG/USP, São Paulo, 2010. Disponível em: <
www.dca.iag.usp.br/www/material/.../clima1/clim1_circgeral_tsm.pdf>.
Acesso em 24 de Out 2012.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Relatório de Danos (**AVADANS**). Florianópolis. Acesso em Jul 2012.

EPAGRI /CIRAM– EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A / CENTRO DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS AMBIENTAIS E DE HIDROMETEOROLOGIA DE SANTA CATARINA. **Cartas Sinóticas**, Novembro de 2008 e Setembro de 2011. Acesso em 2012.

_____. **Banco de dados Meteorológicos (SAM)**. Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. **EPAGRI/CIRAM**. Florianópolis. Acesso em 2012.

_____. Nota Técnica INPE, EPAGRI e INMET. **As chuvas de novembro de 2008 em Santa Catarina**: um estudo de caso visando à melhoria do monitoramento e da previsão de eventos extremos. Editor Responsável: Maria Assunção F. Silva Dias. Disponível em: <http://www.ciram.com.br/ciram_arquivos/arquivos/gtc/downloads/NotaTecnica_SC.pdf>. Acesso em: 20 de Nov 2012.

_____. Seção de Meteorologia (**Monitoramento**). CIRAM – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. **EPAGRI/CIRAM**. Florianópolis. Acesso em 2012.

ESCOBAR, G. **Jatos de Altos Níveis**. Tempo e Clima no Brasil. In: Iracema F.A.Cavalcanti... [et al.] organizadores. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p128 - 134.

FERREIRA, D. F. et al. **Impactos socioambientais provocados pelas ocupações irregulares em áreas de interesse ambiental – Goiânia – GO**: Artigo (Pós-graduandos em Gestão Ambiental). Universidade Católica de Goiás, 2005. Disponível em: <
<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/IMPACTO S%20S%C3%93CIO->

AMBIENTAIS%20PROVOCADOS%20PELAS%20OCUPA%C3%87%
%C3%95ES%20IRREGULARES.pdf >. Acesso em: 03 de Set 2012.

FERREIRA, A. B. H. (2009). **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa** (4ª ed.). Paraná: Positivo. 2120 p.

FUENTES, M.V. **Climatologia de Bloqueios Próximos à América do Sul e Seus Efeitos**. 1997. 116p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), INPE, São José dos Campos, São Paulo.

FRANK, Beate. **Uma abordagem para o gerenciamento ambiental a Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, com ênfase no problema das enchentes**. – Capítulo 2 - Historia Critica das Enchentes - Tese. Florianópolis, 1995. Disponível em:<
<http://www.eps.ufsc.br/teses/beate/indice/index.html>>. Acesso em: 26 de Jul 2012.

FRAGA, N. C. **Vale do Itajaí, SC - 25 anos das enchentes catástrofes de 1983 e a tragédia socioambiental de 2008**. Escritos (Curitiba), v. 1, p. 1-30, 2009.

GAN, M.A; KOUSKY, V.E, **Estudo observacional sobre as baixas frias da alta troposfera nas latitudes subtropicais do Atlântico Sul e Leste do Brasil**. São José dos Campos, INPE. (INPE -2579-PRE/227). 1982.

GAPLAN (GABINETE DO PLANEJAMENTO E COORDENACAO GERAL). **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986.

GOERL, R.F.; KOBIYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. In: XVI
Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa, **Anais...** 2005.

GRANDO, T.V. **Os Recursos Hídricos e os Planos Diretores Municipais na Bacia do Rio Itajaí-Açu**. Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Geografia – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011. 195p.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. **Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events.** In: J. Climate, 11, 1998. p. 2863 - 2880.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 648p.

HERMANN, M. L. P. **Problemas Geoambientais na Faixa Central do Litoral Catarinense.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. 1999.

HERMANN, M. L.; KOBİYAMA, M.; MARCELINO, E. V. **Inundação Gradual.** In: HERMANN, M. L. P. (org). Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: IOESC, 2007, 146 p.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados das estações meteorológicas.** Novembro de 2008 e Setembro de 2011. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomatizadas>>. Acesso em 2012.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. **Relation of South American summer rainfall interannual variations with the Pacific Decadal Oscillation.** Int. J. Climatology, vol.27, n.4, 2007. P.531-540.

KOBİYAMA, 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.S.F.; RUDORFF, F.M. 2006. **Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos.** Curitiba: Ed. Organic Trading. 109 p. Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br/publicacoes.html>>. Acesso em: 14 de Ago 2012.

KLEIN, R.M.; PASTORE, U.; COURA NETO, A. B. **Vegetação.** In: Atlas de Santa Catarina. Florianópolis: Gabinete do planejamento e Coordenação Geral de Santa Catarina, p.35-36, 1986.

LIMA, L.M.M. **Mapeamento da Suscetibilidade á inundação na Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso, Porto Alegre-RS.** Instituto de

Geociências Programa de Pós-Graduação em Geografia – Dissertação – Porto Alegre, Março de 2010. 175p.

LORANDI, R., PEDRO, F.G. **Potencial Natural de Erosão na Área Periurbana de São Carlos - SP.** Revista Brasileira de Cartografia, N° 56/01, 2004.

LOURENÇO, M.C. M; FERREIRA, N. J.; GAN, M. A. **Vórtices Ciclônicos em altos níveis de origem subtropical.** In: Climanálise Especial: edição comemorativa de 10 anos. São José dos Campos-São Paulo, INPE/CPTEC, 1996. p.163-167

MACHADO, M.L. et al. **Curvas de danos de inundação versus profundidade de submersão:** desenvolvimento de metodologia. Porto Alegre: Rega – Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 2, n 3, p. 32-52, jan/jun. 2005.

Manual do GrADS: Disponível em <
<http://www6.cptec.inpe.br/ManualGrADS/>>. Acesso em 16 de Nov 2012.

MANTUA, N.J.; HARE, S.R.; ZHANG Y.; WALLACE, J.M.; FRANCIS R.C: **A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production.** Bull. Amer. Meteor. Soc., v.78, p. 1069-1079, 1997.

_____. **Índice ODP.** Disponível em: <
<http://jisao.washington.edu/pdo/PDO.latest>>. Acesso em 24 de Dez 2012.

MEDEIROS, J. de D.. In: Os estados da Mata Atlântica - Santa Catarina. CAMPANILI, M.; PROCHNOV, M. (Orgs). **Mata Atlântica – Uma Rede pela Floresta.** Rede de ONGs da Mata Atlântica, RMA, p45-57, 2006. Disponível em:
www.apremavi.org.br/download.php?codigoapremavi=87 (Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida. (APREMAVI), Acessos em: Mai 2013.

MENDONÇA, M.; ROMERO, H. Ondas de Frio, Índices de Oscilação e Impactos Socioambientais das Variabilidades Climáticas de Baixa Frequência na América do Sul. Edição Especial - "Climatologia

Geográfica", **Revista Acta Geográfica** (UFRR), v.2, p.185 - 185, 2012. Disponível em: < <http://civdes.uchile.cl/wp-content/uploads/2012/05/Ondas-de-fr%C3%ADo-%C3%ADndices-de-oscilaci%C3%B3n-e-Impactos-socioambientales-de-las-Variables-Clim%C3%A1ticas-de-Baja-frecuencia-en-Am%C3%A9rica-del-Sur-Hugo-RomeroMagaly-Mendon%C3%A7a.pdf>> Acesso em: 02 de Out 2012.

MOLION, L.C.B. **Variabilidade e Alterações Climáticas**. Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, 2007. Disponível em: <http://www.proclira.uevora.pt/pdf/CLIVAR_PORTUGAL_2007.pdf>. Acesso em: 25 de Set 2012.

MONTEIRO, M. **Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano**. Geosul. Revista do Departamento de Geociências da UFSC, Florianópolis, v. 16, nº 31, p 69-78. 2001.

MONTEIRO, M. A. **Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**. 2007. 224 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

NAGHETTINI, M.C. **Projeto Rio de Janeiro – Estudo de chuvas intensas no estado do Rio de Janeiro**; Relatório Técnico; 140p. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais; Belo Horizonte, CPRM. 2000.

NASCIMENTO, E.; MATIAS, L.F. **Expansão Urbana e Desigualdade Socioespacial: Uma Análise da Cidade de Ponta Grossa (PR)**. Revista RA'EGA – O Espaço Geográfico em Análise, Vol 23, 2011. p66-97. Disponível em: < <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/viewArticle/24833> >. Acesso em: 23 de Ago 2012.

NEGREDO, J.C. Defesa Civil: a ação necessária e possível. In: Frank B.; Sevegnani, L. (Org.) **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: Água, Gente e Política**. Blumenau, Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009, p168-177.

NEVES, E.H.; KOESTER, E. **Áreas de Risco Geomorfológico Influenciadas pelo Rio Piratini, na Área Urbana de Pedro Osório – RS.** XVIII CIC (Congresso de Iniciação Científica) e I Mostra Científica, Pelotas – RS, 2009. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/pdf/CH/CH_00346.pdf>. Acesso em 23 de Ago 2012.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p.

NCEP/NCAR. National Centers for Environmental Prediction/National Centers for Atmospheric Research. **Dados médios diários de Reanalise.** Disponível em: <<http://www.cdc.noaa.gov>>. Acesso em: 22 de Ago 2012.

_____. **Tabela da Relação de eventos de El Niño e La Niña.** Disponível em: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml>. Acesso em: Ago 2012.

OLIVEIRA, F. A.; MELLO, E. L.; PAIVA, E. C. R. CALIJURI, M. L.; GUIMARÃES, A. O. **Identificação e Discriminação de Áreas de Risco no Entorno Urbano de Ipatinga, Brasil.** Rev. Int. de Desastres Naturales, Acidentes e Infraestrutura Civil. Vol. 7(1), 2006.

PELUSO Jr, Victor Antonio (1991). O Vale do rio Itajaí do Oeste. In: PELUSO Jr, Victor Antonio. **Aspectos Geográficos de Santa Catarina.** Florianópolis: FCC. p157-184.

PEZZI, L.P., ROSA, M.B., BATISTA, N.N.M. A corrente de jato subtropical sobre a América do Sul. **Climanálise Edição Especial Outubro/1996.** Edição especial comemorativa de 10 anos.

REBELLO E. R. G. A oscilação decadal do pacífico e sua possível influência no regime de precipitação do rio grande do sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14, Florianópolis, 2006. **Anais...** Florianópolis, 2006.

REDEMET. Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica. **Cartas Auxiliares.** Disponíveis em: <<http://www.redemet.aer.mil.br>>. Acesso em: 20 de Ago 2012.

RELATÓRIO JAICA. **Estudo Preparatório para o Projeto de Prevenção e Mitigação de Desastres na Bacia do Rio Itajaí – Relatório Final Preliminar – Relatório Principal – Parte 1. Capítulo 2: Situação da Área de Estudo.** Florianópolis, Setembro de 2011, p-15.

ROGALSKI, J.M. **Biologia da Conservação da reófito Dyckia brevifolia Baker (Bromeliaceae), Rio Itajaí-Açu, SC.** Tese – 86p. Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Ciências Agrárias – Florianópolis, 2007, p-6.

ROSA, R.; HERMANN, M.L.P. **Geomorfologia.** In: Atlas de Santa Catarina. Aspectos Físicos. Rio de Janeiro: GAPLAN, 1986. p.31-32.

SACCO, F.G. **Configurações Atmosféricas em Eventos de Estiagem de 2001 a 2006 na Mesorregião Oeste Catarinense.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC- Programa de pós-graduação em Geografia, Florianópolis, 2010.107p.

SALINI, M.F. **A influência do Fenômeno El Niño Oscilação Sul – ENOS (La Niña e El Niño) na Ocorrência de Inundações no Vale do Taquari- RS.** Monografia apresentada do Curso de Engenharia Ambiental. Centro Universitário -UNIVATES- Lageado, 2001. 56p. Disponível em:< <http://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/264/1/MichelineFinattoSali ni.pdf>>. Acesso em: 25 de Set 2012.

SANTA CATARINA. **Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: Diagnóstico Geral.** Santa Catarina: Secretaria do Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, 1997.

SANTOS, L; ARUTO, P.C. Boletim Regional do Mercado de Trabalho Catarinense: **Mesorregião Vale do Itajaí.** Governo do Estado de Santa Catarina – Secretaria de Estado da Assistência Social, Trabalho e Habitação – SST- Diretoria de Trabalho e Emprego – DITE – Coordenação Estadual do Sistema Nacional de Emprego – SINE. Novembro de 2011.

SEYFERTH, G. **A colonização alemã no Vale de Itajaí-Mirim: um estudo de desenvolvimento econômico.** Porto Alegre: Ed. Movimento, SAB, 1999.

SEVERO D. L. **Estudo de casos de chuvas intensas no estado de Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1994. 97p.

SEVERO, D.L.; CAMPIGOTTO, A.P.; REFOSCO. J.C. **Climatologia dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis que Afetam o Sul do Brasil**. Congresso Brasileiro de Meteorologia (CBMET). Anais. Belém, 2010. Disponível em: <
http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/383_76562.pdf>. Acesso em: 30 de Ago 2012.

SILVA, H. S.; BENAKOUCHE, T.; DIAS, P. L. S. **Análise Sócio-técnica da Meteorologia Brasileira: uma aplicação interdisciplinar**. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza. Anais do XIII CBMET, 2004.

SILVA, H., SEVERO, D. O clima. In: AUMOND, J.J., PINHEIRO, A., FRANK, B. (org.). **Bacia do Itajaí: formação, recursos naturais e ecossistemas**. Blumenau: Edifurb, 2003.

SILVEIRA, W.N; KOBIYAMA, M. **Histórico de Inundação em Joinville/SC- Brasil, no período de 1851 – 2007**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – São Paulo – 2007. Disponível em:<
[http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2007%20Wivian%20\(890\).pdf](http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2007%20Wivian%20(890).pdf)>. Acesso em: 26 de Jul 2012.

SIEBERT, C.F. **Estruturação e desenvolvimento na rede urbana do Vale do Itajaí**. Blumenau: Ed. da Furb, 1996, p-74.

SIEBERT, C.F. **Descontrole Urbano no Vale do Itajaí**. In: Frank B.; Sevegnani, L. (Org.) **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: Água, Gente e Política**. Blumenau, Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009, p40 - 51.

TACHINI, M. **Avaliação de Danos Associados às Inundações no Município de Blumenau**. 2010. 179p. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2010.

TOBIN, G.A.; MONTZ, B.E. **Natural hazards: explanation and integration**. New York: The Guilford Press, 1997.388p.

TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL,R. **Desastres Naturais: Conhecer para prevenir (ogrs.)** – São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196 p.

URIBE, A. **Cambios en el régimen de temperatura en la Península Antártica: Mecanismos Asociados**. Proyecto para optar al grado de magister en *Meteorología y Climatología*. Universidad de Chile, Departamento de Geofísica, 2007.

VAREJÃO-SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia** Versão Digital. Recife, Pernambuco, Junho de 2005, 552p. Disponível em: <http://www.asasdaamazonia.com.br/downloads/Meteorologia_Climatologia.pdf>
Acesso em: 19 de Dez 2012.

VIBRANS, A. C. **A cobertura florestal da bacia do Rio Itajaí – elementos para uma análise histórica**. 231p. Tese (Doutorado em Geografia), UFSC, Florianópolis, 2003.

**APÊNDICE A – Situação dos decretos emitidos pelos municípios a
Defesa Civil Estadual na inundação de novembro de 2008**

Sub-Regiões	Municípios	Decreto
Alto Vale do Itajaí	Dona Ema	E
	Ibirama	E
	Jose Boiteux	E
	Lontras	E
	Presidente Getúlio	E
	Presidente Nereu	E
	Rio do Sul	E
	Vitor Meireles	E
	Chapadão do Lageado	E
	Imbuia	E
	Ituporanga	E
Médio Vale do Itajaí	Ascurra	E
	Apiúna	E
	Benedito Novo	CP
	Blumenau	CP
	Botuverà	E
	Brusque	CP
	Gaspar	CP
	Guabiruba	E
	Indaial	E
	Luís Alves	CP
	Pomerode	CP
	Rio dos Cedros	CP
	Rodeio	CP
Timbó	CP	
Baixo Vale do Itajaí	Balneário Camboriú	E
	Balneário Piçarras	E
	Camboriú	CP
	Itajaí	CP

	Ilhota	CP
	Navegantes	E
	Penha	E

E = Situação de Emergência, CP = Situação de Calamidade Pública.

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, novembro 2008.

APÊNDICE B- Situação dos decretos emitidos pelos municípios a Defesa Civil Estadual na inundação de setembro de 2011.

Sub-Regiões	Municípios	Decreto
Alto Vale do Itajaí	Atalanta	E
	Ituporanga	CP
	Petrolândia	E
	Vidal Ramos	E
	Agrolândia	E
	Agronômica	CP
	Aurora	CP
	Braço do Trombudo	E
	Dona Emma	E
	Ibirama	E
	José Boiteux	E
	Laurentino	CP
	Lontras	CP
	Mirim Doce	E
	Pouso Redondo	E
	Presidente Getúlio	CP
	Presidente Nereu	E
	Rio do Campo	E
	Rio do Oeste	CP
Rio do Sul	CP	
Médio Vale do Itajaí	Apiúna	E
	Ascurra	E
	Benedito Novo	E
	Blumenau	E
	Botuverá	E

	Brusque	CP
	Gaspar	E
	Guabiruba	E
	Indaial	E
	Rio dos Cedros	E
	Rodeio	E
	Timbó	E
Baixo Vale do Itajaí	Balneário Camboriú	E
	Camboriú	E
	Ilhota	E
	Itajaí	E
	Navegantes	E
	Penha	E

E = Situação de Emergência, CP = Situação de Calamidade Pública.

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, setembro 2011.

APÊNDICE C– Perdas Matérias e Humanas das Sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de novembro de 2008.

Sub-regiões	Perdas materiais		Perdas Humanas			
	Danificadas (R\$)	Destruídas (R\$)	Desalojados	Desabrigados	Mortes	Afetados
Alto Vale	2.989.390,00	1.385.465,00	42	0	0	36967
Médio Vale	261.240.162,00	419.074.846,00	33368	8587	67	234260
Baixo Vale	605.099.500,00	59.015.000,00	49330	23824	49	286454
Total	869.329.052,00	479.475.311,00	82740	32411	116	557681

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, novembro 2008.

APÊNDICE D– Perdas Ambientais, Econômicas e Sociais das Sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de novembro de 2008.

Sub-regiões	Perdas Ambientais (R\$)		Perdas econômicas (R\$)			Perdas Sociais (R\$)	
	Solo	Agricultura	Pecuária	Indústria	Serviços	Prejuízos sociais	
Alto Vale	4.260.000,00	94.684.329,00	1.714.265,00	0	100.000,00	10.242.380,00	
Médio Vale	109.065.400,0	0	39.238.960,00	231.141.750,0	300.830.000,0	33.367.204,00	
Baixo Vale	33.081.000,00	29.461.000,00	18.651.200,00	11.337.000,00	400.437.800,0	28.995.720,00	
Total	0	146.406.400,0	163.384.289,0	140.110.708,00	242.478.750	701.367.800,0	
Total	0	0	140.110.708,00	242.478.750	0	72.605.304,00	

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, novembro 2008.

APÊNDICE E – Perdas Matérias e Humanas das Sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de setembro de 2011.

Sub-regiões	Perdas materiais		Perdas Humanas			
	Danificadas (R\$)	Destruídas (R\$)	Desalojados	Desabrigados	Mortes	Afetados
Alto Vale	248.767.930,00	53.043.466,00	30190	4870	3	162921
Médio Vale	152.997.189,00	71.140.009,00	120673	2198	1	579571
Baixo Vale	401.765.119,00	7.055.000,00	50144	3659	1	140438
Total	803.530.238,00	131.238.475,00	201007	10727	5	882930

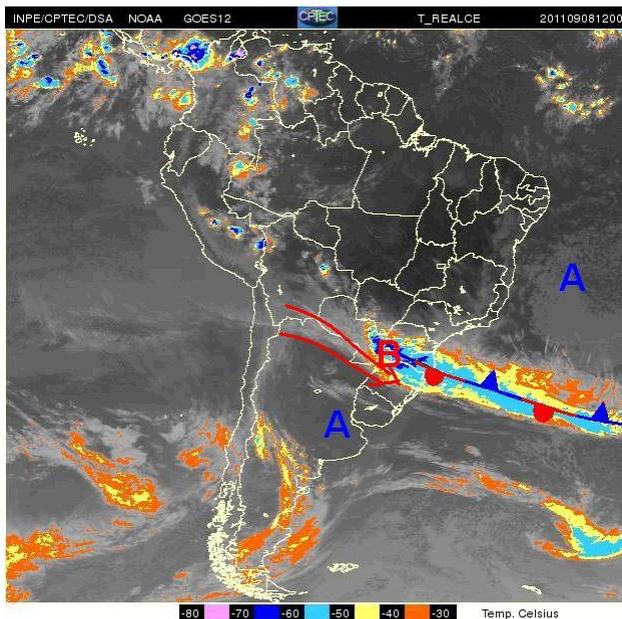
Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, setembro de 2011.

APÊNDICE F- Perdas Ambientais, Econômicas e Sociais das Sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí na inundação de setembro de 2011.

Sub-regiões	Perdas Ambientais (R\$)		Perdas econômicas (R\$)			Perdas Sociais (R\$)	
	Solo	Agricultura	Pecuária	Indústria	Serviços	Prejuízos sociais	
Alto Vale	73.507.000,00	9.693.510,00	2.918.299,00	52.814.230	130.072.399,00	59.830.254,00	
Médio Vale	44.914.066,00	5.944.380,00	1.521.057,00	168.602.800,00	195.077.500,00	16.046.596,00	
Baixo Vale	1.896.170,00	18.847.000,00	177.800,00	0,00	19.275.000,00	3.950.109,00	
Total	120.317.236,00	34.484.890,00	4.617.156,00	221.417.030	344.424.899,00	79.826.959,00	

Fonte: AVADANs enviados pelos municípios a Defesa Civil de Santa Catarina, setembro de 2011.

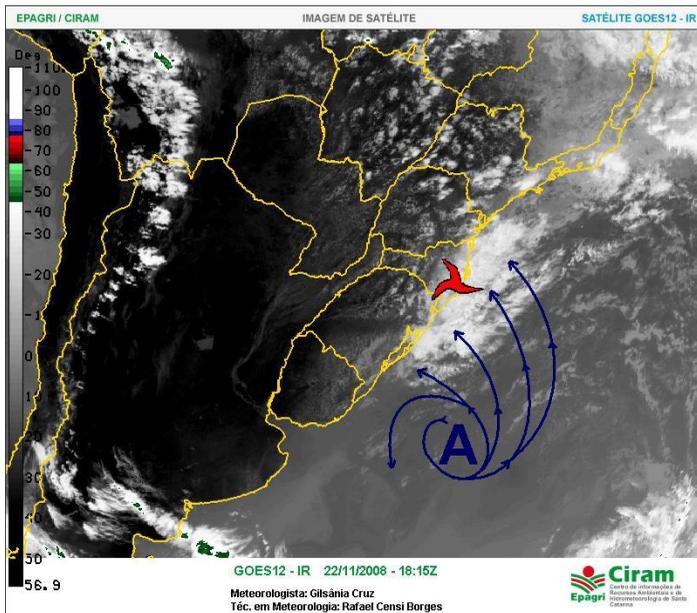
APÊNDICE G - Representação dos sistemas meteorológicos na superfície e no ar superior, sobre uma imagem de satélite Goes 12 – canal infravermelho, do dia 08/09/2011, às 12UTC.



Traçado elaborado pelo autor.

Fonte da imagem de Satélite: CPTEC/INPE.

ANEXO A – Representação dos sistemas meteorológicos na superfície e no ar superior, sobre uma imagem de satélite Goes 12 – canal infravermelho, do dia 22/11/2008, às 18:15UTC.



Fonte: Epagri/Ciram.