

**República Federativa do Brasil
Governo do Estado de Santa Catarina**

PRELIMINAR

**ESTUDO PREPARATÓRIO
PARA O
PROJETO DE PREVENÇÃO E
MITIGAÇÃO
DE DESASTRES NA BACIA DO RIO ITAJAÍ**

RELATÓRIO FINAL

VOLUME I - SUMÁRIO EXECUTIVO

SETEMBRO/2011

AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO

NIPPON KOEI CO., LTD.

RELATÓRIO FINAL PRELIMINAR

Composição dos Relatórios

VOLUME I	SUMÁRIO EXECUTIVO
VOLUME II	RELATÓRIO PRINCIPAL Parte I : Plano Diretor Parte II : Estudo de Viabilidade
VOLUME III	RELATÓRIO SUPLEMENTAR (A) Hidrologia (B) Plano de Mitigação de Enchentes (C) Condição Nacional e Plano de Gestão de Deslizamentos de Terra (D) Sistema de Previsão e Alerta de Enchentes (E) Contenção de Água nas Arrozais (F) Considerações Ambientais e Sociais (G) Projeto Estrutural e Estimativa de Custos (H) Avaliação Econômica
VOLUME IV	DATA BOOK CD

TAXA DE CÂMBIO

A taxa de câmbio utilizada neste estudo:	
Plano Diretor (2010/10)	Brazilian Real (R\$1.0)=US Dollar (US\$0.58) = Japanese Yen(Y47.87)
Estudo de Viabilidade (2011/06)	Brazilian Real (R\$1.0)=US Dollar (US\$0.63) = Japanese Yen(Y50.71)

**ESTUDO PREPARATÓRIO
PARA
O PROJETO DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO
E
MITIGAÇÃO DE DESASTRES NA BACIA DO RIO ITAJAÍ**

RELATÓRIO FINAL PRELIMINAR

VOLUME I: SUMÁRIO EXECUTIVO

Índice

	<u>Página</u>
PARTE I PLANO DIRETOR	
1. Introdução.....	1
1.1 Antecedentes do estudo.....	1
1.2 Objetivo do estudo.....	1
1.3 Cronograma geral do estudo.....	1
1.4 Estrutura de implementação do estudo.....	1
2. Situação da área objeto de estudo.....	2
2.1 Instituições correlatas do poder público.....	2
2.2 Situação socioeconômica.....	2
2.3 Topografia e geologia.....	3
2.4 Meteorologia e hidrologia.....	3
2.5 Uso de solos.....	3
2.6 Comitê da Bacia Hidrográfica Rio do Itajaí.....	3
3. Características de inundações do Rio Itajaí.....	4
3.1 Características do canal de rio.....	4
3.2 Instalações hidráulicas existentes.....	4
3.3 Características de inundação do Rio Itajaí.....	5
3.4 Enchente de 11/2008.....	6
3.5 Vazão de enchente provável do Rio Itajaí.....	8
3.6 Determinação e avaliação da capacidade de escoamento do Rio Itajaí.....	9
4. Situação atual do sistema de alerta para enchentes e seus problemas.....	12
4.1 Situação atual das atividades de previsão e alerta para enchentes.....	12
4.2 Problemas em relação às atividades de previsão e alerta para enchentes.....	13
5. Demandas relacionadas com a mitigação dos desastres de enchentes e diretrizes básicas para a formulação do Plano Diretor.....	14
5.1 Problemas com os desastres de enchentes de cada cidade e necessidade de medidas para enchentes.....	14
5.2 Princípios básicos que serão aplicados neste estudo.....	17
5.3 Diretrizes básicas para a elaboração do Plano Diretor de medidas para a mitigação dos desastres de enchentes.....	17
5.4 Diretrizes básicas para o fortalecimento do sistema de alerta para enchentes.....	18

6.	Demandas relacionadas com os desastres de escorregamentos e diretrizes básicas para a elaboração do Plano Diretor.....	18
6.1	Situação dos desastres de escorregamentos e projetos de reconstrução.....	18
6.2	Avaliação do risco de escorregamentos e mapeamento das áreas de riscos.....	19
6.3	Demandas relacionadas com a mitigação dos desastres de escorregamentos.....	20
6.4	Princípios básicos para a introdução das medidas para mitigação dos desastres de escorregamentos.....	20
6.5	Diretrizes básicas para a elaboração do Plano Diretor de medidas para os desastres de escorregamentos.....	20
7.	Considerações socioambiental e Avaliação Ambiental Estratégica (AAE).....	21
7.1	Síntese da Avaliação Ambiental Estratégica.....	21
7.2	Unidade de Conservação Ambiental.....	21
8.	Formulação do Plano Diretor de mitigação dos desastres de enchentes.....	22
8.1	Grau de segurança para enchentes.....	22
8.2	Região objeto para proteção das enchentes.....	22
8.3	Seleção das propostas alternativas de controle das enchentes.....	22
8.4	Plano Diretor de medidas para cada grau de segurança contra enchentes.....	24
8.5	Plano de fortalecimento do sistema vigente de previsão e alerta para as enchentes.....	26
9.	Formulação do Plano Diretor de medidas para os escorregamentos.....	27
9.1	Estruturação do Plano Diretor.....	27
9.2	Medidas não estruturais (Sistema de alerta para os escorregamentos e enchentes bruscas).....	28
9.3	Medidas estruturais para os desastres de escorregamentos.....	28
9.4	Medidas de mitigação da produção de sedimentos.....	29
9.5	Medidas para redução das enchentes bruscas.....	29
9.6	Melhoria das técnicas de implementação dos projetos estruturais e apoio técnico e financeiro ao empreendimento privado para prevenção de desastres.....	30
10.	Avaliação do Impacto Ambiental do Plano Diretor (AIA).....	30
11.	Custo total de projetos do Plano Diretor, avaliação econômica e plano de implementação dos projetos.....	31
12.	Recomendações para o Plano Diretor.....	32
12.1	Recomendações para o Plano Diretor de medidas para mitigação das enchentes.....	32
12.2	Recomendações para o Plano Diretor de medidas para mitigação dos desastres de escorregamentos e produção de sedimentos.....	34
 Parte II ESTUDO DE VIABILIDADE		
13.	Seleção dos projetos prioritários.....	36
13.1	Seleção dos projetos prioritários.....	36
14.	Estudo de viabilidade do projeto de contenção de água de chuvas nas arrozeiras.....	37
14.1	Síntese do Plano.....	37
14.2	Estrutura de implementação do projeto.....	37

14.3	Processo de execução do projeto.....	38
15.	Estudos de viabilidade para a sobre-elevação das barragens de contenção de cheias e modificação na operação das comportas	38
15.1	Levantamentos topográficos e condições geológicas.....	38
15.2	Projeto básico da sobre-elevação das barragens.....	39
15.3	Avaliação técnica das instalações existentes das comportas de conduto.....	40
15.4	Modificação na operação das barragens.....	40
16.	Estudos de viabilidade para modificação na operação das barragens hidrelétricas	41
16.1	Antecedentes da modificação na operação das barragens.....	41
16.2	Estudos sobre a descarga preventiva	41
16.3	Proposição da organização de funcionamento	42
17.	Estudos de viabilidade para instalação das comportas no Rio Itajaí Mirim, em Itajaí.....	43
17.1	Características de enchentes do Rio Itajaí Mirim.....	43
17.2	Função e operação das comportas hidráulicas e seus efeitos	43
17.3	Projeto básico das comportas hidráulicas.....	46
18.	Estudos de viabilidade do plano de fortalecimento do sistema vigente de previsão e alerta para enchentes	47
18.1	Fortalecimento da rede de estações hidrológicas e meteorológicas existentes	47
18.2	Adequação da atual metodologia de previsão das enchentes	47
18.3	Proposta de estrutura organizacional para o fortalecimento do sistema de alerta para enchentes.....	49
19.	Estudos de viabilidade das medidas estruturais para os escorregamentos	50
19.1	Diretrizes básicas.....	50
19.2	Classificação dos desastres de escorregamentos e seleção das medidas estruturais.....	51
20.	Estudos de viabilidade do sistema de alerta para escorregamentos e enchentes bruscas	52
20.1	Método de transmissão dos dados de medição da chuva e formas de armazenamento.....	52
20.2	Índice de referência da chuva para o anúncio do aviso de atenção e alerta	52
20.3	Gerenciamento da informação, cálculo do índice pluviométrico e anúncio do aviso de atenção e alerta	53
20.4	Ordem de evacuação e treinamento da gestão dos desastres.....	53
20.5	Regulamentação do tráfego rodoviário para evitar riscos	53
21.	Considerações sócio-ambientais.....	53
21.1	Revisão da Avaliação do Impacto Ambiental (AIA)	53
21.2	Medidas de mitigação dos efeitos socioambientais relevantes.....	53
22.	Custos do empreendimento, instituições executoras e estrutura organizacional de implementação dos projetos, cronograma de execução e avaliação dos projetos	54

22.1	Custos de empreendimentos.....	54
22.2	Instituições executoras e estrutura organizacional de implementação dos projetos	54
22.3	Cronograma de execução dos projetos.....	55
22.4	Avaliação dos projetos	55

ÍNDICE DE TABELAS

	<u>Página</u>	
Tabela-1	Tipos de uso de solos nas planícies de inundação (2000) 3	
Tabela-2	Avaliação do período de retorno provável dos principais enchentes 6	
Tabela-3	Registro de danos de enchentes e escorregamentos de novembro de 2008..... 7	
Tabela-4	Custo de medidas emergenciais dos órgãos ligados ao governo do Estado de SC..... 7	
Tabela-5	Custo de obras de recuperação dos órgãos ligados ao governo do Estado de Santa Catarina	8
Tabela-6	Avaliação da capacidade de escoamento do canal de rio (Rio Itajaí-açu)..... 10	
Tabela-7	Avaliação da capacidade de escoamento do canal de rio (Afluentes)..... 11	
Tabela-8	Nível d'água de referência para o alerta na Bacia do Rio Itajaí..... 13	
Tabela-9	Condições de funcionamento das estações existentes do sistema de alerta para enchentes	14
Tabela-10	Características de danos com enchentes de cada cidade da Bacia do Rio Itajaí	14
Tabela-11	Inventário dos desastres de risco de escorregamentos..... 20	
Tabela-12	Medidas para cada grau de segurança do plano de enchentes	24
Tabela-13	Síntese das medidas para cada plano de enchente provável	25
Tabela-14	Proposta de instalação novas estações para fortalecimento sistema de alerta para enchentes	26
Tabela-15	Estrutura do Plano Diretor de atenuação da sedimentação e desastres de escorregamentos e de enxurradas na Bacia do Rio Itajaí	29
Tabela-16	Suporte técnico necessário para mitigação dos escorregamentos/sedimentação e plano executivo	30
Tabela-17	Custo do Plano Diretor..... 31	
Tabela-18	Resultados da avaliação econômica..... 31	
Tabela-19	Volume Necessário para o Controle de Enchentes através da Descarga preventiva nas Duas Barragens: Rio Bonito e Pinhal..... 41	
Tabela-20	Área de Inundação ao longo do Mirim Antigo	45
Tabela-21	Principais características das comportas hidráulicas	46
Tabela-22	Obras de medidas estruturais para o colapso da encosta a montante..... 51	
Tabela-23	Medidas Estruturais para o Colapso de Encosta a Jusante	51
Tabela-24	Relação de Medidas Estruturais e Resultado da Análise de Estabilidade	52
Tabela-25	Custo total da 1ª fase de implementação dos projetos	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Figura-1	Cronograma geral do Estudo..... 1
Figura-2	Estrutura de Governo do Estado de Santa Catarina 2
Figura-3	Instituições do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos..... 4
Figura-4	Mapa de localização das principais barragens da Bacia do Rio Itajaí 5
Figura-5	Vazão provável de cada ponto de referência, após o cálculo de escoamento não uniforme 9
Figura-6	Resultado de cálculo do escoamento não uniforme de cada vazão de enchente provável do Rio Itajaí-açu..... 10
Figura-7	Estrutura do sistema de alerta para enchentes de Santa Catarina vigente 13
Figura-8	Evolução do número de escorregamentos no Estado de Santa Catarina e na Bacia do Rio Itajaí ao longo dos anos (1980-2003)..... 19
Figura-9	Distribuição de localidades de riscos de escorregamentos/produção de sedimentos e exemplo de mapa de riscos 21
Figura-10	Proposta alternativa de controle das enchentes aplicável na Bacia do Rio Itajaí..... 23
Figura-11	Ilustração da seção transversal mista no Rio Itajaí-açu em Blumenau 23
Figura-12	Micro bacias com previsão de escassez de água na Bacia do Rio Itajaí 24
Figura-13	Localização das medidas de prevenção para enchente provável de 50 anos 26
Figura-14	Síntese do Sistema de alerta para escorregamentos e inundações bruscas 28
Figura-15	Exemplo de medidas de atenuação de desastres dos escorregamentos 29
Figura-16	Plano de execução dos projetos para enchente provável de 50 anos 32
Figura-17	Plano de execução dos projetos de medidas estruturais para os escorregamentos 32
Figura-18	Ilustração da implementação das medidas para enchentes de forma gradativa..... 36
Figura-19	Ilustração do método de contenção de enchentes nas arrozeiras..... 37
Figura-20	Metodologia de Gerenciamento do Projeto..... 38
Figura-21	Seção transversal padrão para sobre-elevação da barragem Oeste..... 39
Figura-22	Formato do dissipador de energia após a sobre-elevação da barragem Oeste 39
Figura-23	Formato de sobre-elevação da parte vertente da barragem Sul..... 40
Figura-24	Método de regulação da enchente na barragem Oeste..... 40
Figura-25	Método de regulação da enchente da barragem Sul 41
Figura-26	Proposta da estrutura organizacional para a execução da descarga preventiva..... 43
Figura-27	Mapa de Localização das Comportas no Mirim Antigo..... 44
Figura-28	Localização das Estações de Nível da água e chuva Instaladas no Município de Itajaí..... 44
Figura-29	Área de Inundação Estimada ao longo do Mirim Antigo com e sem as Comportas..... 45
Figura-30	Proposta da estrutura organizacional para a operação de comportas 46
Figura-31	Planta geral da comporta hidráulica 47
Figura-32	Mapa de Localização das Estações de Medição e dos Sistemas CCTV..... 48
Figura-33	Proposta de estrutura organizacional para o sistema de alerta para enchentes..... 50
Figura-34	Instituições executoras de empreendimentos e estrutura de implementação 55
Figura-35	Cronograma de implementação dos projetos..... 56

Abbreviations	Portuguese	English
ABRH	Associação Brasileira de Recursos Hídricos	Water Resources Brazilian Association
ALESC	Assembléia Legislativa do Estado de Santa Catarina	Legislative Assembly of The State of Santa Catarina
AMAVI	Associação dos Municípios do Alto Vale do Itajaí	Upper Itajaí Valley Municipalities Association
AMFRI	Associação dos Municípios da Região da Foz do Rio Itajaí	Itajaí River Mouth Municipalities Associations
AMMVI	Associação dos Municípios do Médio Vale do Itajaí	Mid-Valley Municipalities Association
ANA	Agência Nacional de Águas	National Water Agency
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica	Electric Power National Agency
APA	Área de Proteção Ambiental	Environmental Protection Area
ARCOVALI	Associação de Rádios Comunitárias de Santa Catarina	Communities Radio Association of Santa Catarina
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	Water And Sanitation Company of Santa Catarina
CDRURAL	Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural	State Council of Rural Development
CDU	Conselho de Desenvolvimento Urbano	Urban Development Council
CEDEC	Conselho Estadual de Defesa Civil	Civil Defense State Council
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.	Electrical Power Station of Santa Catarina
CEMEAR	Centro de Motivação Ecológica e Alternativas Rurais	Centre For Ecological Motivation And Rural Alternatives
CEOPS	Centro de Operações do Sistema de Alerta da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu	Centre of Warning System operation of The Itajaí-Açu River Basin
CEPED	Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres	University Centre of Disasters Studies And Surveys
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos	Water Resources State Council
CIDASC	Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina	Integrated Agricultural Development Company of Santa Catarina
CIRAM	Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina	Information Center of Hydrometeorology And Environmental Resources of Santa Catarina
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos	Water Resources National Council
COHAB	Companhia de Habitação	Housing Company
COMDEC	Comissões Municipais de Defesa Civil	Municipal Civil Defense Committees
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente	Environment National Council
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente	Environmental State Council
COREDEC	Coordenadorias Regionais de Defesa Civil	Civil Defense Regional Coordination
CRAVIL	Cooperativa Regional Agropecuária Vale do Itajaí	Itajaí Valley Regional Agricultural Cooperative
CTTMAR	Centro de Ciências e Tecnológicas da Terra e do Mar	Science And Technology Center of The Earth And Sea
Defesa Civil	Defesa Civil	Civil Defense
DEINFRA	Departamento Estadual de Infraestrutura	State Department of Infrastructure
DEOH	Departamento de Edificações e Obras Hidráulicas de Santa Catarina	Department of Hydraulic Works And Buildings of Santa Catarina
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica	National Department of Water And Electrical Energy
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de transportes	National Department of Transport Infrastructure
EAS	Estudo Ambiental Simplificado	Simplified Environmental Study
EIA	Estudo de Impacto Ambiental	Environmental Impact Study
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina	Company of Agricultural Research And Rural Extension of Santa Catarina
FAPESC	Fundo de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina	Support Fund For Scientific And Technological Research of Santa Catarina State
FATMA	Fundação do Meio Ambiente	Environment Foundation
FECAM	Federação Catarinense de Municípios	Federation of Santa Catarina Municipalities
FUNAI	Fundação Nacional do Índio	Indians National Foundations
FURB	Fundação Universidade Regional de	Blumenau Regional University Foundation

Abbreviations	Portuguese	English
	Blumenau	
GTC	Grupo Técnico-Científico	Scientific Technical Group
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	Brazilian Institute of Geography And Statistics
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais	National Institute of Educational Studies And Surveys
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	National Institute For Space Research
JICA	Agência de Cooperação Internacional do Japão	Japan International Cooperation Agency
MMA	Ministério do Meio Ambiente	Environmental Ministry
MPE	Ministério Público Estadual	State Public Ministry
PCHs	Pequenas centrais hidrelétricas	Small Hydroelectrical Stations
PEEA	Política Estadual de Educação Ambiental	Environmental Education State Policy
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente	Environment National Policy
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos	Water Resources National Policy
RAP	Relatório Ambiental Previo	Preliminary Environmental Report
REABRI	Rede de Educação Ambiental da Bacia do Rio Itajaí	Environmental Education Network of The Itajaí River Basin
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental	Environmental Impact Report
SDR	Secretaria de Desenvolvimento Regional	Regional Development Secretary
SDS	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável	Secretary of State For Sustainable Economic Development
SDU	Secretaria de Desenvolvimento Urbano	Urban Development Secretary
SEAIN-COFIEX	Secretaria de Assuntos Internacionais/ Comissão de Financiamentos Externos	Seain-Cofiex
SEMASA	Serviço Municipal de Água, Saneamento Básico e Infra-estrutura de Itajaí	Municipal Service of Water, Sanitation And Infrastructure Itajaí
SIEDC	Sistema Estadual de Defesa Civil	Civil Defence State System
SIRHESC	Sistema de Informações de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina	Information System of Water Resources of The Santa Catarina State
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente	Environment National System
SMA	Secretaria de Meio Ambiente	Environment Secretary
SPG	Secretaria de Estado do Planejamento	Secretary of State For Planning
STN/MF	Secretária do Tesouro Nacional/ Ministério da Fazenda	Secretary of The Treasury / Ministry of Finance
UCs	Unidades de Conservação	Conservation Units
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina	Santa Catarina State University
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina	Federal University of Santa Catarina
UNIFEBE	Centro Universitário de Brusque	University Centre of Brusque
UNIVALI	Universidade do Vale do Itajaí	Itajaí Valley University

PARTE I PLANO DIRETOR

1. Introdução

1.1 Antecedentes do Estudo

A bacia hidrográfica do Rio Itajaí, com uma área total de 15.521 km², localiza-se no centro do Estado de Santa Catarina, na região sul do Brasil e as inundações têm sido frequentes historicamente. Depois de ser atingida consecutivamente por grandes enchentes em 1983 e 1984, foram realizados os estudos abaixo, com a cooperação técnica do Governo Japonês ao Governo da República Federativa do Brasil.

- Estudo do Plano de Controle de Enchentes na Bacia do Rio Itajaí (1986-88)
- Estudo do Plano de Controle de Enchentes na Bacia Inferior do Rio Itajaí (1988-90)

Em 1996, houve troca de Nota (E/N) sobre o Empréstimo ODA Japonês para a implementação do Projeto de Controle de Enchentes do Rio Itajaí entre o Governo do Estado de Santa Catarina e o Governo do Japão, entretanto, o Acordo de Empréstimo (L/A) não foi concluído devido à falta de garantia por parte do Governo da República Federativa do Brasil.

Chuvas intensas caíram sobre o Estado de Santa Catarina no período de novembro a dezembro de 2008, resultando em sérios desastres causados pelas águas na bacia do Rio Itajaí. O Governo do Estado de Santa Catarina demonstra a vontade de implementar o Plano Integrado com a assistência técnico-financeira do Governo Japonês. A Minuta da Reunião (M/M) sobre a implementação do Estudo Preparatório foi assinada pelo Governo do Estado de Santa Catarina e pela Missão JICA em 5 de novembro de 2009.

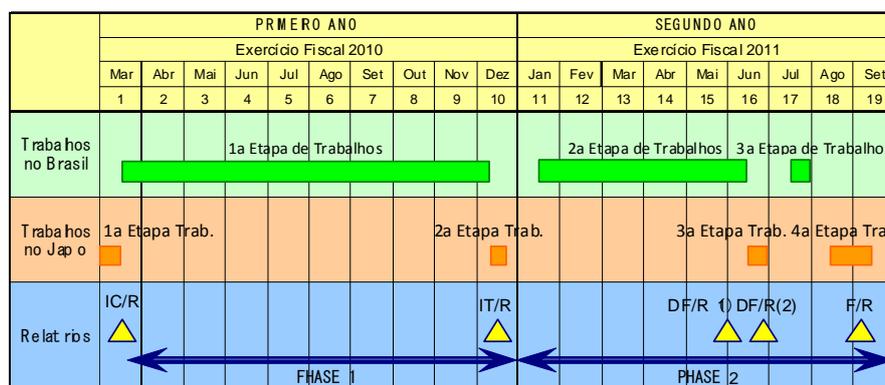
1.2 Objetivo do Estudo

O presente Estudo foi realizado com os objetivos abaixo:

- i. Formular um plano diretor para as medidas de prevenção e mitigação de desastres de enchentes e de escoamentos na bacia do Rio Itajaí,
- ii. Realizar um estudo de viabilidade dos projetos prioritários selecionados no plano diretor para futura concessão de Empréstimo ODA pelo Japão.

1.3 Cronograma geral do Estudo

O presente Estudo foi realizado em duas fases, a Fase 1, de março a dezembro de 2010, e a Fase 2, de janeiro a setembro de 2011. Na fase 1 foi realizado o estudo básico da área do Estudo e foi formulado o Plano Diretor. Na fase 2 foi realizado o Estudo de Viabilidade dos projetos prioritários que foram selecionados no Plano Diretor.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-1 Cronograma geral do Estudo

1.4 Estrutura de implementação do estudo

A instituição de implementação do Estudo pelo lado do Governo de Estado foi a FAPESC e o Plano Diretor foi formulado em conjunto com a equipe brasileira. O Estudo tem como objetivo a aquisição do

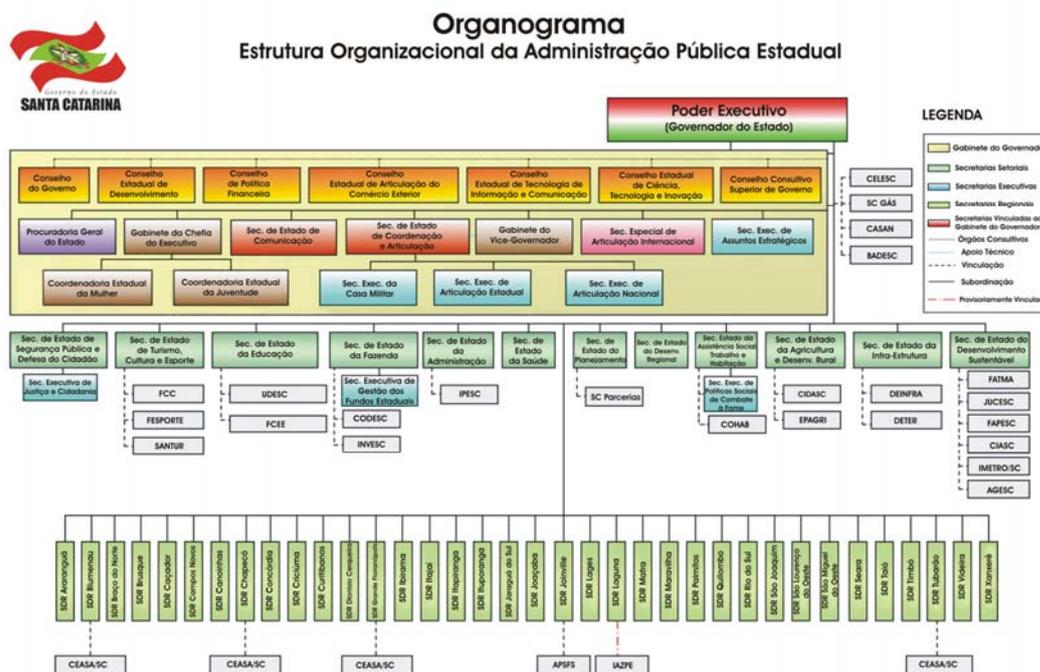
empréstimo do Governo japonês, portanto, foi instalada uma comissão de acompanhamento com os representantes de diversas instituições do Governo de Estado sob a coordenação da FAPESC. Como as instituições participantes são muitas, foram selecionadas 3 pessoas, 1 pessoa de cada instituição: SDS, Defesa Civil e DEINFRA, para representar todos os membros da comissão.

A partir de janeiro de 2011 foi dado o início da nova estrutura do Governo de Estado e foi criado a Secretaria de Estado da Defesa Civil, incorporando a Coordenadoria da Defesa Civil Estadual. Portanto, a coordenação do Estado passou a ser a Secretaria de Estado da Defesa Civil e a FAPESC continuou participando no Estado como a instituição contraparte.

2. Situação da área objeto de estudo

2.1 Instituições correlatas do poder público

Na Figura abaixo a ilustração da estrutura do Governo de Estado em 2010. O Poder Executivo do Estado é composto por 21 Secretarias de Estado, 36 Secretarias de Desenvolvimentos Regionais e 29 Instituições afiliadas.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-2 Estrutura de Governo do Estado de Santa Catarina

2.2 Situação socioeconômica

No ano de 2009, a população da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí foi estimada em 1.232.000 habitantes, representando 20% da população de todo o Estado. Desde 1970, a população desta região tem crescido, em média, 2% ao ano, principalmente nas cidades de Itajaí, Blumenau e Brusque, onde são dotadas de melhor infraestrutura urbana. Por outro lado, o crescimento populacional da região do alto vale do Itajaí tem demonstrado tendência de estagnação ou até redução, indicando significativa migração para as cidades de médio porte.

O setor de serviços tem sido o principal na cadeia produtiva da Bacia Hidrográfica do Itajaí, representando 50,2% do PIB local. A cidade de Itajaí, localizada na foz do rio Itajaí-açu, tem se destacado em atividades produtivas com serviços portuários. O setor industrial tem se destacado na região de Brusque, Timbó, Blumenau e Ibirama. O setor de serviços tem demonstrado o crescimento maior do que 20% ao ano em toda a Bacia nos últimos tempos.

2.3 Topografia e geologia

A Bacia do Rio Itajaí é circundada por montanhas de altitude variando de 200m a 1750m, exceto no lado do Oceano Atlântico e nas baixadas litorâneas. A região com altitude menor do que 100 metros representam 11%, altitude ente 500 e 1000 metros representam 53% e altitude maior do que 1000 metros não atinge 1%. O solo da Bacia do Rio Itajaí tem como base a camada rochosa das eras arqueozóica e a proterozóica que compõe o continente estável da América do Sul, e acima dela, distribuem-se as rochas sedimentares das eras paleozóicas e mesozóicas, e na camada superior, as rochas basálticas escoadas na era mesozóica. Excetuando o estrato aluvial que se distribui na planície da costa atlântica e nas planícies das margens dos rios, de modo geral os estratos são mais antigos na região nordeste e recentes na região sudoeste.

2.4 Meteorologia e hidrologia

O índice médio de precipitação anual da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí é de 1560 mm, o índice mais baixo é de 986 mm do ano de 1968, e o índice mais alto o de 2632 mm do ano de 1983. Além disso, o ano de 2008 em que ocorreu a enchente que causou danos até então inéditos, manteve-se dentro da escala de índice pluviométrico do passado, com o valor médio do índice pluviométrico da bacia de 1899 mm, devido à concentração da chuva na região do médio e baixo vale, proximidade de Indaial até a foz, durante a enchente. Na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, os índices pluviométricos são relativamente baixos nos meses de abril até agosto, elevando-se gradativamente a partir de setembro e apresentando os mais altos índices nos meses de janeiro a fevereiro. No entanto, em julho de 1983 e em agosto de 1984, mesmo durante o período de pouca chuva, ocorreram grandes enchentes. A vazão média anual do período 1980 – 2004 é 40 m³/s em Ituporanga, 131 m³/s em Rio do Sul e 269 m³/s em Indaial. A vazão média anual do período 1982 – 2004 em Blumenau é 340 m³/s. O período de chuva e o de estiagem não é muito claro, porém, a vazão média mensal do período setembro – fevereiro é maior do que a vazão média anual.

2.5 Uso de solos

A floresta de Itajaí representa 64,6% de toda a bacia, vindo em seguida lavouras e pastagem com 36,7%. A área urbana representa 2,5%. Na Tabela abaixo a ilustração do uso de solos na planície de inundação às margens do Rio Itajaí. As principais cidades estão localizadas nas áreas sujeitas a enchentes e a maioria da população reside nessas áreas.

Tabela-1 Tipos de uso de solos nas planícies de inundação (2000)

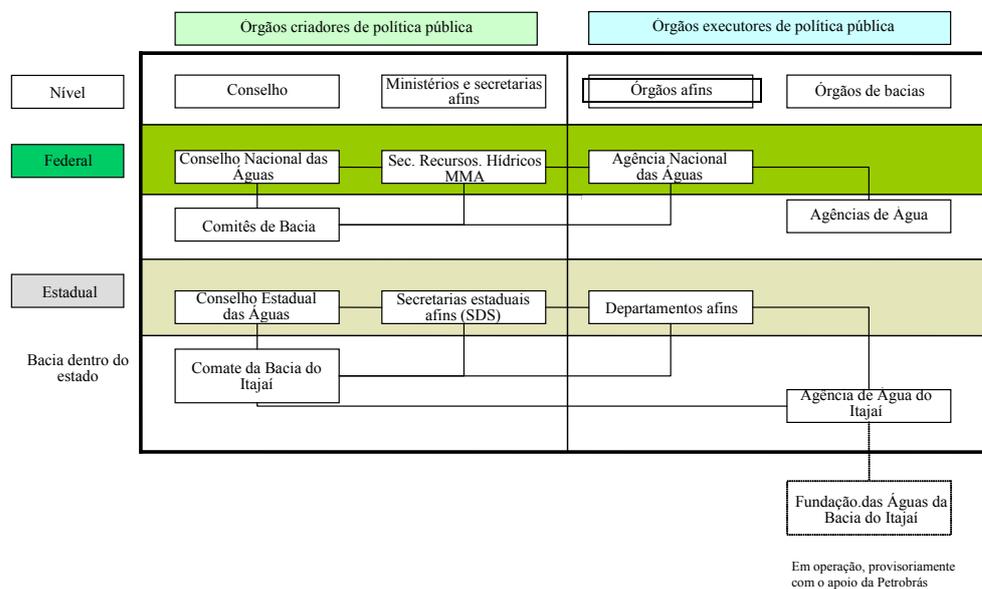
Tipos de uso de solos	Área (km ²)	Proporção (%)
Agricultura e pastagem	505,2	58,0%
Arrozeiras	86,6	9,9%
Área urbana	214,2	24,6%
Corpos d'água	64,4	7,4%
Total	870,4	100,0%

Fonte: Elaborado pela Equipe de Estudos da JICA com base nos dados do IBGE

2.6 Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí

O Governo Federal promulgou a Lei no. 9433 em 08 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A gestão de recursos hídricos basicamente é executada para cada bacia, estabelece as normas jurídicas de acordo com o desenvolvimento da bacia hidrográfica e deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Com relação à política dos recursos hídricos, as regulamentações e outras medidas relacionadas às águas serão estabelecidas pelos órgãos definidores de política pública, centrado em conselhos de recursos hídricos. Os órgãos executores executam as políticas baseando-se na legislação e, a nível federal, essa atribuição compete a ANA (Agência Nacional de Águas). Ao nível estadual são criadas as Fundações de Águas em cada Bacia, responsáveis pelo ordenamento das bacias. A figura a seguir ilustra a composição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos baseados na lei acima.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí é uma instituição criada pelo Decreto Estadual 2109/97 e os membros são formados por 20 representantes das organizações de usuários de água; 20 representantes das organizações comunitárias e 10 representantes das instituições públicas, totalizando 50 membros.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-3 Instituições do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

3. Características de enchentes do Rio Itajaí

3.1 Características do canal de rio

O Rio Itajaí tem a declividade do leito entre 1/15.000~20.000 no trecho até a cidade de Blumenau, com inclinação muito suave e a altitude do leito de rio em Blumenau é mais baixa do que o nível médio do mar. O trecho intermediário do rio a montante de Blumenau até a cidade de Lontras (entorno de 170 km) tem a declividade bem íngreme ente 1/100~1.500 e a declividade do trecho entre Lontras e Rio do Sul é bem plana com inclinação de 1/3.000.

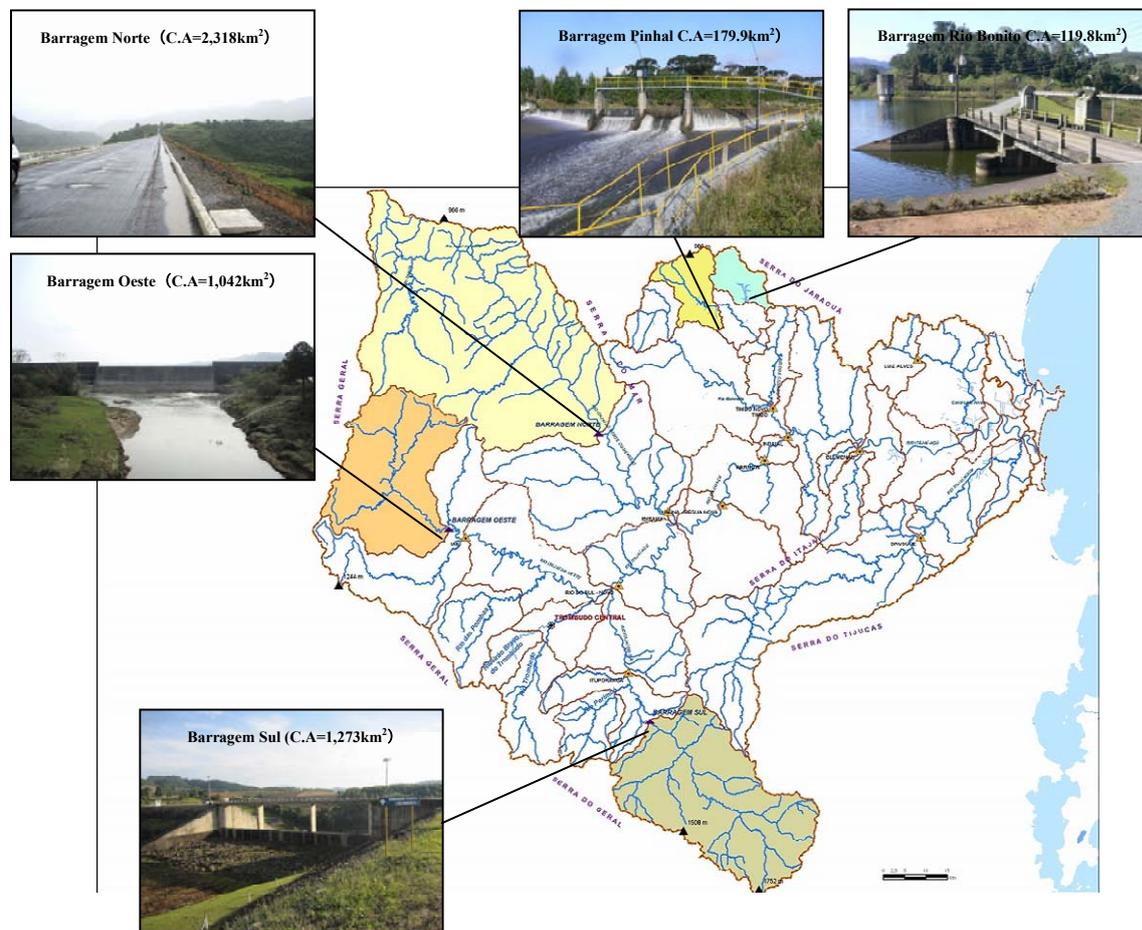
A largura do rio é entre 200 a 300 metros no trecho do baixo vale, entre 150 a 200 metros na proximidade de Blumenau, entre 100 a 150 metros em Rio do Sul e à medida que segue a montante vai se tornando cada vez mais estreito. Atualmente no Rio Itajaí, não existe diques ou canal retificado, com exceção de intervenção parcial tais como cais de concreto do complexo portuário e canal retificado do Rio Itajaí Mirim, portanto o seu canal, em quase toda a sua extensão se mantém na sua forma natural.

3.2 Instalações hidráulicas existentes

As instalações mais representativas para o controle de enchentes são as três barragens de contenção construídas nos afluentes de montante. O total da área de drenagem dessas três barragens soma 4.633km², equivalente a 31% da área total da Bacia do Rio Itajaí. As Barragens Rio Bonito e Pinhal são barragens de enrocamento da Celesc, exclusivo para geração de energia, localizadas no Rio dos Cedros, principal afluente do Rio Benedito. Basicamente essas barragens são utilizadas para geração de energia, não possuem funções de controle de enchentes e dispõe somente de instalações de descarga para geração de energia e vertedouro para a descarga de excedentes. Na Figura 4 a ilustração da localização dessas barragens.

Além das barragens de contenção de cheias acima citadas, existem obras de proteção da calha na margem direita do Rio Itajaí-Açú (ponto de colisão da água) localizadas na zona urbana de Blumenau (feito pelo bloco de concreto), e outras pequenas obras de proteção das calhas nas margens dos ribeirões (obras simples de gabião e enrocamentos), não se observa outras obras de medidas de contenção de enchentes que melhore a capacidade de escoamento do rio, tais como diques e alargamento do leito.

No Rio Itajaí Mirim foram implementadas as obras de retificação do canal a fim de escoar as enchentes com rapidez, porém, a população critica esse canal, dizendo que as enchentes têm chegado mais rápido em Itajaí e prejudicado essa cidade, portanto não se pode considerar essa medida como solução definitiva.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-4 Mapa de localização das principais barragens da Bacia do Rio Itajaí

3.3 Características de inundações do Rio Itajaí

Na Bacia do Rio Itajaí, as necessidades de adoção das medidas contra a inundação para cada região, levando em consideração a frequência e as escalas dos danos são conforme abaixo.

- i) Nos últimos anos, foram registradas 5 enchentes causadoras de danos relativamente significativos: julho de 1983, agosto de 1984, maio de 1992, outubro de 2001 e novembro de 2008.
- ii) Analisando por município, os danos mais significativos causados pela inundação aconteceram no município de Blumenau, e também foram relativamente grandes nos municípios de Itajaí, Gaspar e Rio do Sul. Estes 4 municípios possuem grande número de população e indústrias e podem ser considerados como cidades prioritárias para a adoção das medidas contra as Enchentes.
- iii) Dentre os demais municípios, as reclamações são maiores sobre danos causados por enchentes em Timbó e Taió, levando a crer que sejam também municípios que requerem medidas juntamente com os 4 municípios citados acima. No município de Timbó, é preciso averiguar as interferências causadas pelas barragens das usinas hidroelétricas (barragens Rio Bonito e Pinhal) existentes a montante do rio dos Cedros e, no município de Taió, os prejuízos causados pelo transbordamento da barragem Oeste.
- iv) Os municípios de Navegantes e Ilhota também sofrem danos razoáveis, porém, o grau de segurança nestas cidades aumentará automaticamente com as medidas a serem adotadas nas principais cidades

tais como: Itajaí, Blumenau e Gaspar.

- v) Por outro lado, os municípios de Brusque e Ituporanga sofrem danos nas grandes enchentes com tempos de retorno iguais ou superiores a 50 anos, como as de 1983, 1984 e 2008, porém, em relação aos demais municípios, o leito atual do rio apresenta alta taxa de segurança, diminuindo a ordem de prioridade de medidas.
- vi) A região da bacia do Rio Itajaí a montante do município de Blumenau até a junção com o Rio Itajaí do Norte apresenta elevada capacidade de vazão e as cidades situadas nesta região como Indaial apresentam baixa prioridade de medidas por serem menores os danos causados pela inundação.

Os portes das principais enchentes foram avaliados com base na probabilidade de ocorrência de cada enchente. O resultado da análise está demonstrado na Tabela abaixo. As enchentes de 1983 e 1984 que causaram grandes danos equivalem ao tempo de retorno de 76 e 66 anos respectivamente, seguida pela grande inundação de 1992, cujo tempo de retorno é equivalente a 33 anos. Na enchente de 2008, caíram chuvas torrenciais sem precedentes no baixo vale, porém considerando a média de toda a bacia, o volume de chuva equivale a 5 anos de retorno.

Tabela-2 Avaliação do período de retorno provável dos principais enchentes

Data de ocorrência das enchentes	Volume de chuva de 4 dias (média de toda a bacia)	Período de retorno (Ano)	Situação de danos
31.10.1961	139 mm	6	—
26.09.1963	149 mm	8	—
25.08.1972	166 mm	13	—
19.12.1980	147 mm	7	—
06.07.1983	223 mm	76	Grandes danos entre as cidades de Itajaí e Blumenau. Grandes danos entre as cidades de Lontras e Rio do Sul. Danos de média e grande proporção nas cidades de Timbó, Taió, Rio do Oeste e Ituporanga.
05.08.1984	218 mm	66	Grandes danos nas cidades de Itajaí, Gaspar e Blumenau. Grandes danos em Brusque. Danos de média proporção nas cidades de Taió e Ituporanga.
28.05.1992	196 mm	33	Grandes danos entre as cidades de Itajaí e Blumenau. Danos relativamente pequenos na cidade de Rio do Sul. Danos de porte médio na cidade de Timbó.
31.01.1997	134 mm	5	Danos relativamente grandes na cidade de Gaspar. Pequenos danos na cidade de Blumenau.
02.07.1999	150 mm	8	Pequenos danos na cidade de Rio do Sul.
29.09.2001	147 m	7	Pequenos danos nas cidades de Itajaí, Gaspar, Blumenau, Indaial e Lontras. Danos de média proporção na cidade de Rio do Sul. Pequenos danos nas cidades de Timbó e Taió.
18.05.2005	144 mm	7	Sem danos significativos.
21.11.2008	135 mm	5	Ocorreram chuvas torrenciais sem precedentes na região a jusante, provocando grandes danos. Contudo, por se tratar de chuvas torrenciais localizadas, na media da bacia são computadas com tempo de retorno menor.
23.04.2010	130 mm	4	Não há dados oficiais. Na pesquisa de campo houve relatos sobre pequenos danos nas cidades de Rio do Sul, Timbó e Taió.

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

3.4 Enchente de 11/2008

A chuva na enchente de novembro de 2008 começou mais ou menos no dia 18 de novembro, estendendo-se até o dia 27 do mesmo mês. As maiores precipitações ocorreram durante 4 dias, entre os dias 21 a 24 de novembro, a média total de 4 dias atingiu 121 mm. Contudo, esta enchente concentrou-se na parte de jusante da bacia, atingindo 236 mm na bacia do rio Itajaí-Açu, 214 mm na bacia do rio Benedito e 160 mm na bacia do rio Itajaí Mirim.

O maior nível da água em Blumenau foi 11,5 metros (valor observado na régua de medição) e foi registrado na madrugada do dia 24. As vazões convertidas pela Equipe, através da equação de correlação nível d'água – vazão (Curva chave H-Q), com base nos dados da ANA, foram as seguintes:

Blumenau	H=11.5 m	Q=4200 m ³ /s
Timbó	H= 8.0 m	Q=710 m ³ /s
Indaial	H= 6.0 m	Q=3100 m ³ /s

Na Tabela 3 abaixo a ilustração dos registros de danos de enchentes e escorregamentos. Os danos são enormes nos municípios de Ilhota e Blumenau. Nos municípios de Blumenau, Brusque, Gaspar, Ilhota, Itajaí e Luiz Alves que se localizam no médio e baixo vale, praticamente a totalidade da população sofreu danos.

Tabela-3 Registro de danos de enchentes e escorregamentos de novembro de 2008

	População	Proporção de flagelados	Número de evacuados	Número de flagelados	Pessoas que perderam casas	Feridos	Mortos	Casas que sofreram danos	Extensão das estradas que sofreram danos (km)
Benedito Novo	9.841	31%	102	712	210		2	191	576
Blumenau	292.972	35%		25.000	5.209	2.383	24	18.000	
Brusque	94.962	100%		8.000	1.200	66	1	1.220	120
Gaspar	52.428	100%		7.100	4.300	280	16	8.700	600
Ilhota	11.552	100%	3.500	3.500	1.300	67	26	406	
Itajaí	163.218	100%	100.000	18.208	1.929	1.800	5	28.400	
Luiz Alves	8.986	100%		3.232	239	41	10	220	40
Pomerode	25.261	1%		182	48		1	50	100
Rio dos Cedros	9.685	88%		595	96			283	300
Rodeios	10.773	5%		27	42		4	35	144
Timbó	33.326	2%						264	
Total	713.004		103.602	66.556	14.573	4.637	89	57.769	1.880

Fonte: AVADAMs enviados pelos municípios à Defesa Civil de Santa Catarina, nos dias 24 e 25 de novembro de 2008.

Na Tabela abaixo, os custos das medidas emergenciais e os custos de obras de recuperação dispendidos pelos órgãos ligados ao governo de Santa Catarina.

Tabela-4 Custo de medidas emergenciais dos órgãos ligados ao governo do Estado de SC

Órgão	Orçamento (em milhões de reais)	Conteúdo das obras de recuperação
DEINFRA	254,8	Recuperação das estradas
Prefeituras	25,8	Recuperação das estradas municipais
	19,0	Limpeza dos detritos dos rios
	29,0	Recuperação das pontes
	64,0	Recuperação dos estabelecimentos públicos
COHAB/SC	8,6	Construção de residências para pessoas que perderam casas
SST	6,5	Obras de assistência
Secretaria de Estado da Saúde	70,0	Medidas sanitárias e medidas de combate à epidemia
Defesa Civil	34,8	Medidas de evacuação emergencial
Secretaria de Desenvolvimento Regional	48,2	Obras de combate aos desastres da Secretaria de Desenvolvimento Regional
Fundo de Defesa Civil	1,5	Medidas emergenciais
Secretaria de Segurança Pública do Estado (SSP)	3,0	Medidas emergenciais
Secretaria de Estado de Administração (SEA)	11,3	Recuperação das escolas
Companhia de Água e Saneamento - CASAN	2,0	Obras de recuperação de água e esgoto
CELESC	29,0	Recuperação da rede de energia elétrica
Verba do estado	49,0	Custo de medidas emergenciais aos flagelados
Total	656,5	

Fonte: Reconstrução de áreas afetadas na Catástrofe Novembro/2008, Estado de Santa Catarina.

Tabela-5 Custo de obras de recuperação dos órgãos ligados ao governo do Estado de Santa Catarina

Órgão	Orçamento (em milhões de reais)	Conteúdo das obras de recuperação
Porto de Itajaí	350,0	Recuperação do Porto de Itajaí
DEINFRA	1,0	Aparelhamento do sistema de monitoramento de informações da montante e jusante da barragem
EPAGRI/CIRAM	10,0	Elaboração do mapa de solo e do mapa de risco, análise meteorológica, zonas de risco de enchente, melhoria do sistema de alerta meteorológico, melhoria de GIS etc.
Defesa Civil	1,0	Treinamento
GTC	10,0	Elaboração do plano de redução de risco de desastres na Bacia do Rio Itajaí
DEINFRA	112,0 1,0	Desvios de estradas Reforma das estradas pavimentadas Reforma das estradas de terra
CELESC	1,5 3,8	Obras de proteção de subestações Rede elétrica
SDS	20,3	Construção de mapas e de sistema de monitoramento meteorológico e hidrológico da FURB e construção sistema de monitoramento meteorológico da EPAGRI
SAR	526,0	Prorrogação do pagamento de dívidas, instalação de linhas de créditos especiais.
SEF	1.029,2	Medidas para prejuízos administrativos de 845 milhões de reais, perdas em produtos de 71,2 milhões de reais, danos à infraestrutura de 113 milhões de reais. - Isenção de ICMS (até fevereiro de 2009) - Prorrogação do pagamento de ICMS - Dedução de ICMS relativo às mercadorias perdidas
Total	2.065,8	

Fonte: Reconstrução de áreas afetadas na Catástrofe Novembro/2008, Estado de SC.

3.5 Vazão de enchente provável do Rio Itajaí

Na figura abaixo a ilustração da vazão de enchente provável de cada ponto de referência, determinado através do modelo de escoamentos. Em relação às 3 barragens de contenção de cheias existentes, foram consideradas que as comportas do conduto de descargas permaneceram totalmente abertas.

Na planície aluvial que se estende desde a montante da cidade de Itajaí, na linha da rodovia BR-101, até as cidades de Ilhota e Gaspar, ocorre inundação por causa da falta de capacidade de vazão, permanecendo alagado por um período muito longo devido ao aterro das rodovias BR-101 e BR-470. Se considerar a preservação dessa planície que exerce o efeito de armazenamento temporário, daria para reduzir a vazão de enchente de projeto para a cidade de Itajaí e reduzir os custos necessários para a implementação das medidas. Para efeito do Plano Diretor, foi determinada a vazão de projeto para o trecho a jusante de Ilhota, considerando o efeito de inundação na planície aluvial.

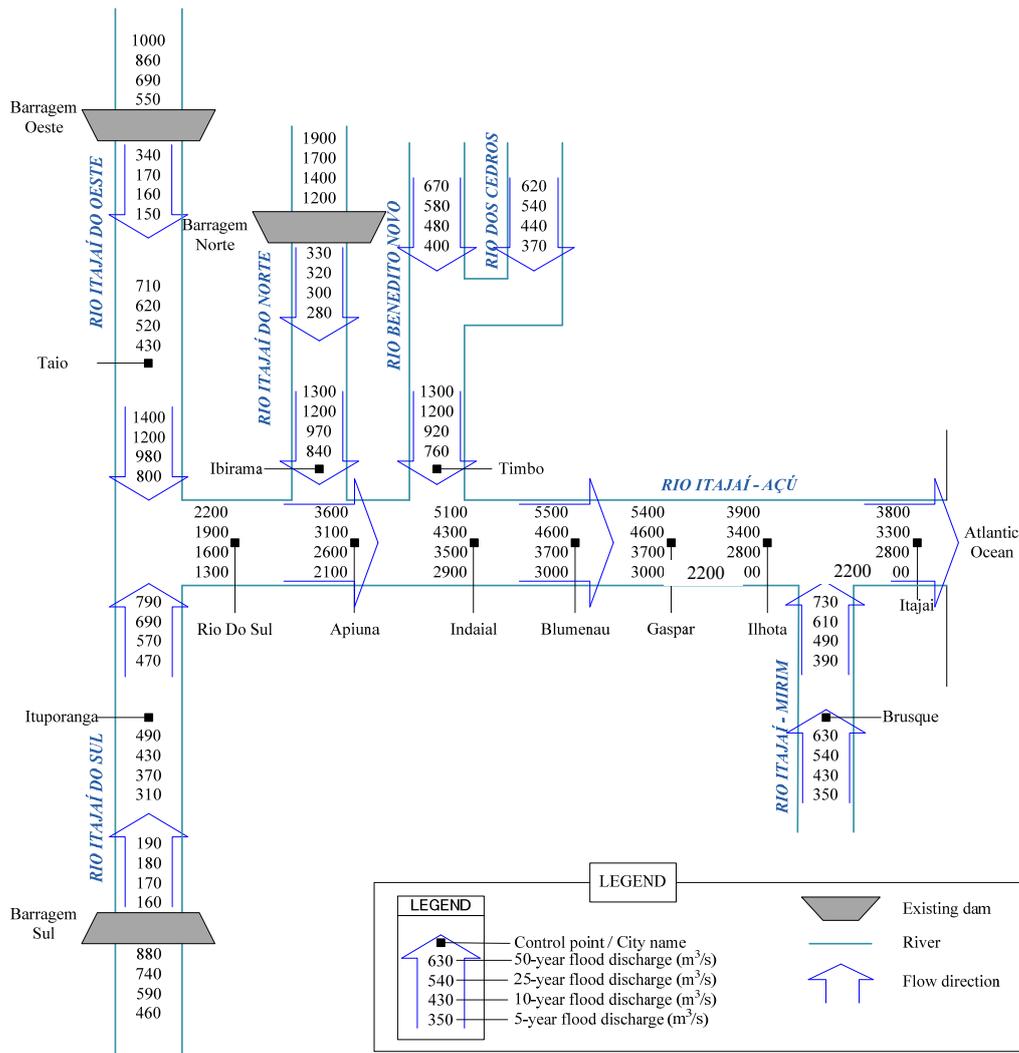
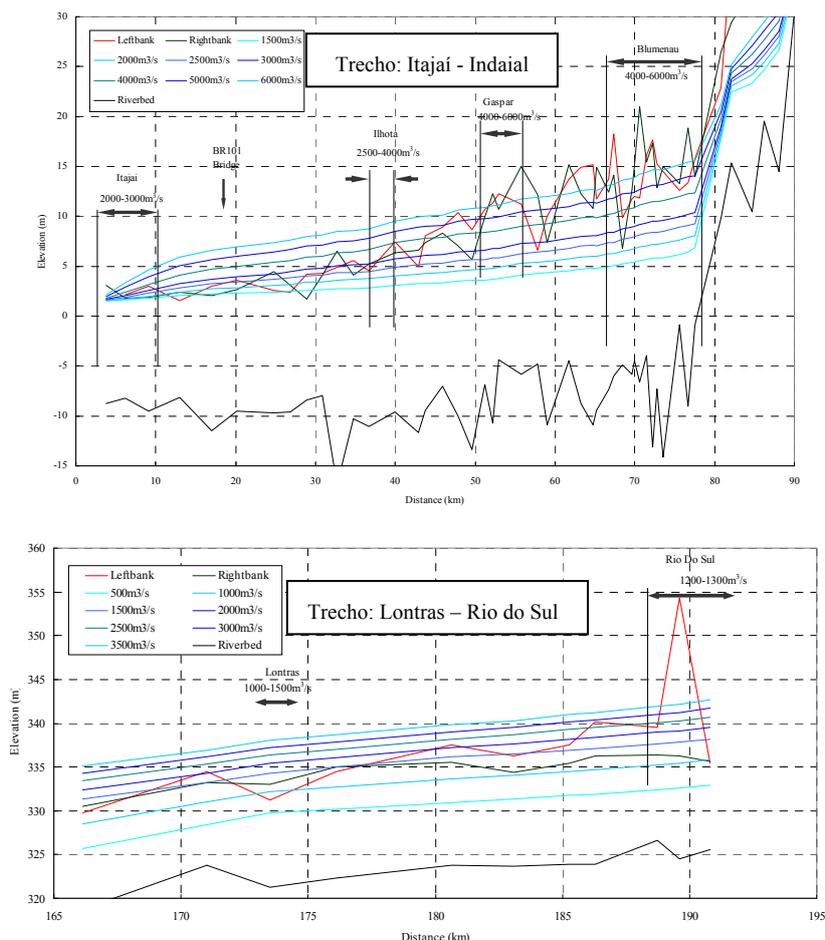


Figura-5 Vazão provável de cada ponto de referência, após o cálculo de escoamento não uniforme.

3.6 Determinação e avaliação da capacidade de escoamento do Rio Itajaí

No período de junho a agosto de 2010 foi realizado o levantamento de seções transversais (143 seções do canal do rio) no campo e foi identificado o perfil transversal e longitudinal do Rio Itajaí. Para avaliar a capacidade de escoamento do canal do Rio Itajaí-Açu e seus afluentes foi realizado o cálculo de escoamento não uniforme, utilizando os dados de levantamento de seção transversal do rio e foi determinado o nível da água do rio para cada vazão. Na figura abaixo a ilustração do resultado de cálculo de escoamento não uniforme do Rio Itajaí-açu.



Fonte : Equipe de Estudos da JICA

Figura-6 Resultado de cálculo do escoamento não uniforme de cada vazão de enchente provável do Rio Itajaí-açu

Baseado no cálculo de escoamento não uniforme acima foi determinado vazão de transbordamento do canal como sendo a capacidade de escoamento da Bacia do Rio Itajaí e de seus principais afluentes. Essa capacidade de escoamento que foi determinada foi comparada com a vazão de enchente provável (vide Figura 5) e avaliada a capacidade de escoamento das principais localidades. Na Tabela abaixo a ilustração do resultado de avaliação.

Tabela-6 Avaliação da capacidade de escoamento do canal de rio (Rio Itajaí-açu)

Rio	Cidade	Capacidade de escoamento (m ³ /s)	Resultado de comparação com a vazão de enchente provável
Itajaí-Açu	Itajaí Navegantes	2.000-3.000	A capacidade de escoamento é para enchente de 5 anos aproximadamente (2300 m ³ /s). A altitude da margem direita do rio é baixa (cidade de Itajaí). A capacidade de escoamento do canal do rio a montante de Itajaí é baixa (trecho entre 10 km a 30 km) e sua capacidade é entre 1500 m ³ /s a 3000 m ³ /s e é baixa, as áreas de pastagens às margens do rio nesse trecho exercem a função de retardamento natural das enchentes.
	Ilhota	2.500 a 4.000	A capacidade de escoamento da enchente é entre 10 a 25 anos. A planície fluvial das imediações está exercendo o efeito de retardamento da mesma forma como acontece em Itajaí. => A retificação do canal de rio irá causar problemas à jusante, pois ao redor da cidade é planície de retardamento; existe necessidade de implementar obras de diques em anel se houver falta de capacidade de escoamento.

Rio	Cidade	Capacidade de escoamento (m ³ /s)	Resultado de comparação com a vazão de enchente provável
	Gaspar	5.100 a 6.000	A capacidade de escoamento da enchente é entre 25 a 50 anos. A capacidade na região central da cidade é em torno de 6000 m ³ /s, porém há muitos registros de danos com enchentes.
	Blumenau	4.200 a 6.000	A capacidade de escoamento da enchente equivale entre 25 a 50 anos. A capacidade é baixa na margem direita da confluência com o Ribeirão Garcia, na margem esquerda da região central é em torno de 4000 m ³ /s, e nas proximidades da região de Itoupava Norte é 5000 m ³ /s. => A capacidade de escoamento é relativamente grande, porém têm ocorrido grandes danos durante enchentes. Portanto, há necessidade de medidas conjugadas de contenção de cheias (lago de retardamento e barragens) e aumento da capacidade de escoamento (alargamento da calha, diques parciais nas partes baixas onde há falta de capacidade de escoamento, além do canal extravasor).
	Indaial	5.700	O trecho de montante de Blumenau, passando Indaial até a confluência com o Rio Itajaí do Norte, tem capacidade de escoamento da enchente maior do que 50 anos e não há problemas de enchentes. => Sem necessidades de medidas
	Lontras	1.000 a 1.500	A capacidade de escoamento da enchente é em torno de 5 a 10 anos, a topografia da margem esquerda, onde predomina o campo de pastagem, é mais baixa cerca de 1 a 2 metros do que a margem direita (zona urbana). A frequência de enchente na cidade de Lontras é baixa. => Sem necessidades de medidas
	Rio do Sul	1.220	De maneira geral, a topografia da margem direita é mais baixa (zona central da cidade), sua capacidade de escoamento é em torno de 5 anos. Há registros de frequências altas de enchentes em Rio do Sul e existe falta de capacidade de escoamento. => A zona urbana tem sido desenvolvida nas margens do rio, portanto, serão priorizadas as medidas de contenção de cheias nas barragens existentes e nos lagos de retardamento. O alargamento da calha do rio e a construção de lago de retardamento à jusante (entre Rio do Sul e Lontras) são bem eficientes, pois a declividade do leito de rio dessa região é bem suave.

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Tabela-7 Avaliação da capacidade de escoamento do canal de rio (Afluentes)

Rio	Cidade	Capacidade de escoamento (m ³ /s)	Resultado de comparação com a vazão de enchente provável
Itajaí Mirim	Itajaí	300 (depois da junção do canal retificado e canal antigo) 500~600 (Canal retificado) 200~300 (canal antigo)	A capacidade de escoamento do trecho extremo jusante de 1 km é menor do que 5 anos, a capacidade do canal retificado é entre 25 e 50 anos, a capacidade do canal antigo é baixa, menor do que 5 anos. A topografia da margem direita do Canal retificado é baixa. => Manutenção da função de retardamento à montante da BR-101 (principalmente do lado do Mirim antigo) e reduzir o efeito de refluxo do Itajaí-Açu.
	Brusque	550~700	A capacidade de escoamento é maior do que 25 a 50 anos. As avenidas existentes nas duas margens do rio equivalem à seção transversal mista do canal de rio, a inundação se limita a essas avenidas e não ocorrem grande danos. => A prioridade para medidas é baixa.

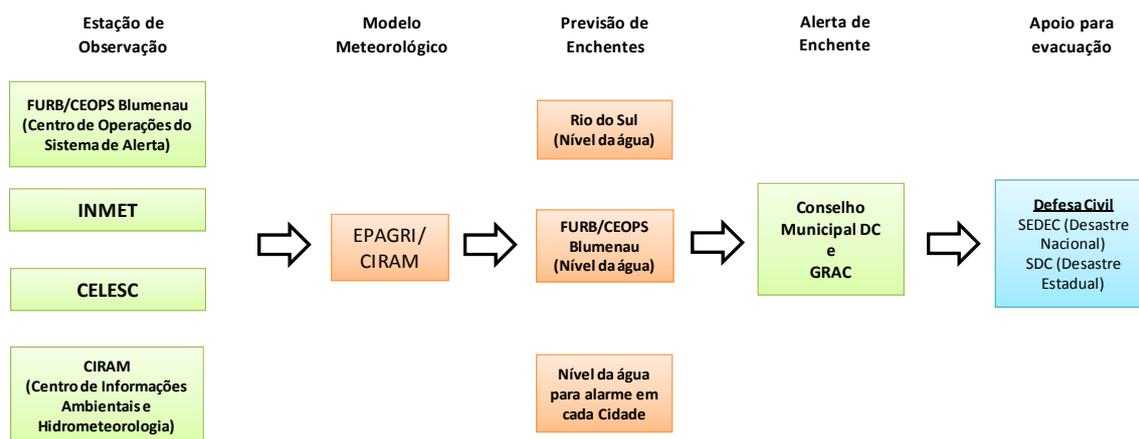
Rio	Cidade	Capacidade de escoamento (m ³ /s)	Resultado de comparação com a vazão de enchente provável
Benedito	Timbó	860	A capacidade de escoamento é levemente menor do que 10 anos. De acordo com a informação da Prefeitura, têm ocorrido enchentes com bastante frequência (a comunidade em geral desconhece o problema de enchentes, pode ser que esse problema seja apenas em alguma região da cidade). => Não somente para a cidade de Timbó, mas visando o resultado para a região de Blumenau, pretende-se avaliar a implementação de medidas de retardamento, açude de contenção, uso múltiplo da barragem hidrelétrica e nova barragem na bacia do Rio Benedito.
Itajaí do Norte	Ibirama	> 2.000	A capacidade de escoamento de toda a extensão do Rio Itajaí do Norte, incluindo as imediações de Ibirama, é maior do que 50 anos de retorno. => Sem necessidade de medidas
Itajaí do Oeste	Rio do Sul	760	A capacidade de escoamento é baixa, menor do que 5 anos. A capacidade de escoamento da região de pastagem à montante de Rio do Oeste é baixa, exercendo o efeito de retardamento e atenuando a inundação em Rio do Sul. => Serão analisadas as medidas para reduzir o nível da água do Rio Itajaí-Açu com o melhoramento da barragem Oeste, lago de retardamento e alargamento da calha do rio, logo à jusante de Rio do Sul.
	Taió	440	A capacidade de escoamento de Taió equivale entre 5 a 10 anos. Como a cidade está localizada logo abaixo da barragem, está sujeita à inundação devido ao transbordamento da barragem. => Serão analisados aumento da capacidade do reservatório e a operação mais eficiente da barragem, incluindo o efeito em Rio do Sul. Além disso, será identificada a causa da inundação da área mais baixa da cidade (proximidade da Prefeitura), além de avaliar a retificação parcial do canal do rio.
Itajaí do Sul	Rio do Sul	300~500	A capacidade de escoamento é baixa, equivalente a 5 anos, sofrendo grande efeito de refluxo do Rio Itajaí-Açu. → Existe necessidade de limitar o escoamento no Itajaí do Sul e Itajaí do Oeste (melhoramento das barragens, lagoa de retardamento), além de alargar a calha do rio e de reduzir o nível da água.
	Ituporanga	450	A capacidade de escoamento é em torno de 30 a 40 anos e é relativamente alta, havendo poucos registros de enchentes. → Será analisado o melhoramento da Barragem Sul, prevendo o efeito em Rio do Sul. Com isso, o grau de segurança para a cidade de Ituporanga irá aumentar cada vez mais.

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

4. Situação atual do sistema de alerta para enchentes e seus problemas

4.1 Situação atual das atividades de previsão e alerta para enchentes

Atualmente, as atividades relacionadas com o sistema de previsão e alerta para enchentes da Bacia do Rio Itajaí não são administradas de forma integrada, a ação exercida por cada organização e totalmente independente e sem a interligação. Na Figura 7 será ilustrada de forma conceitual a estrutura funcional do sistema de alerta para enchente vigente.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-7 Estrutura do sistema de alerta para enchentes de Santa Catarina vigente

Nas 16 cidades, incluindo a cidade de Itajaí, tem estabelecido o nível d'água de referência para o estado de atenção, alerta e alarme, baseado nas enchentes do passado, conforme ilustrado na Tabela 8. A Defesa Civil de cada cidade efetua a medição do nível d'água, monitora a situação de enchente e comunica o Conselho Municipal de Defesa Civil de sua cidade.

Tabela-8 Nível d'água de referência para o alerta na Bacia do Rio Itajaí

Bacia do Itajaí	Altitude (EL+m)	Área de drenagem (km ²)	Nível normal (m)	Nível de atenção (m)	Nível de alerta (m)	Nível de alarme (m)
Taió	360	1.575	4.0	6.0	6.5	> 7.5
Rio do Oeste	-	-	4.0	6.0	9.0	> 9.0
Trombudo	350	248	3.0	4.0	7.5	> 7.5
Ituporanga	370		2.0	3.0	4.0	> 4.0
Vidal Ramos	-	-	3.0	4.0	6.0	> 5.0
Rio do Sul	350	5.100	4.0	5.0	6.5	> 6.5
Ibirama	151	3.314	2.0	3.0	4.5	> 4.5
Apiúna	93	9.241	3.0	6.0	8.5	> 8.5
Benedito Novo	90	692	1.5	2.5	3.5	> 3.5
Rio dos Cedros	80	510	1.5	2.5	3.5	> 3.5
Timbó	73	1.342	2.0	4.0	6.0	> 6.0
Indaial	60	11.151	3.0	4.0	5.5	> 5.5
Blumenau	12	11.803	4.0	6.0	8.5	> 8.5
Gaspar	11	12.141	4.0	6.0	8.5	> 8.5
Ilhota	-	12.357	6.0	8.0	10.5	> 10.5
Itajaí	-	15.221				

Fonte: FURB / CEOPS

4.2 Problemas em relação às atividades de previsão e alerta para enchentes

A FURB/CEOPS que opera o sistema de alerta para enchentes sob a concessão da SDS instalou 14 estações hidrológicas e meteorológicas em 1985 com o objetivo de implementar o sistema de alerta para enchentes em toda a Bacia do Rio Itajaí. No entanto, enfrenta os problemas relacionados na Tabela 9 abaixo, portanto, o seu funcionamento não é perfeito.

Tabela-9 Condições de funcionamento das estações existentes do sistema de alerta para enchentes

Instalações das estações existentes			Condições dos instrumentos das estações
1	Taió	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	Necessidade de reparação do instrumento de transmissão de dados
2	Rio Oeste	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	Defeito do instrumento de medição, GSM não funciona e ausência do responsável de manutenção.
3	Saltinho	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	Defeito do instrumento de medição, GSM não funciona e ausência do responsável pela manutenção.
4	Ituporanga	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	Necessidade de reparação do instrumento de transmissão de dados
5	Rio do Sul	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	
6	Barra da Prata	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	A medição em real time não está sendo realizado devido ao defeito do instrumento de medição e ausência do responsável pela manutenção.
7	Ibirama	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	Há necessidade de identificar a vazão de descarga, além da reparação do instrumento de transmissão de dados da Barragem Norte.
8	Apiuna	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	Sistema de registro telemétrico do nível d'água está quebrado, portanto, o morador da imediação está fornecendo a informação, porém foi interrompido esse serviço por falta de pagamento.
9	Timbó	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	
10	Indaial	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	Defeito do instrumento de medição, GSM não funciona e ausência do responsável pela manutenção.
11	Blumenau	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	—
12	Salseiro	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	Sistema de transmissão GSM não funciona
13	Botuverá	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	Sistema de transmissão GSM não funciona
14	Brusque	Pluviômetro e Medidor de nível d'água	Defeito do medidos do nível d'água devido à cobertura de sedimento no fundo do leito

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

5. Demandas relacionadas com a mitigação dos desastres de enchentes e diretrizes básicas para a formulação do Plano Diretor

5.1 Problemas com os desastres de enchentes de cada cidade e necessidade de medidas para enchentes

As características de danos com enchentes de cada cidade foram organizadas na Tabela abaixo, baseada no resultado de entrevistas e visitas técnicas.

Tabela-10 Características de danos com enchentes de cada cidade da Bacia do Rio Itajaí

Nome do Rio	Cidade	População	Resultado de entrevistas e Visita de campo	Fonte de informações
Itajaí-açu	Itajaí	172.081	<ul style="list-style-type: none"> . Após 1980, sofreu 7 vezes danos de enchentes. . População mais densa, maior população afetada. 	Relatórios
			<ul style="list-style-type: none"> . Na zona urbana, enchente do Itajaí Mirim é mais grave do que Itajaí-açu. . Elevação do nível d'água devido à maré e enchente do Itajaí-açu prejudica a drenagem do Itajaí Mirim. . Instalação de drenagem da cidade é vulnerável e não tem sistema de bombeamento. . Ponte sobre o rio Itajaí Mirim prejudica o escoamento de enchente. . Existe sistema de alarme, mas não está bem estruturado como o de Blumenau. 	Secretarias de Planejamento e Obras Municipais, UNIVALI e visita de campo.

Nome do Rio	Cidade	População	Resultado de entrevistas e Visita de campo	Fonte de informações
			<ul style="list-style-type: none"> Existe plano de APP ao longo do canal antigo do Itajaí Mirim (cinturão verde). 	
			<ul style="list-style-type: none"> Grande volume de sedimentos doe montante necessita de enorme volume de dragagem todo ano. Necessidade de medidas para produção de sedimentos dentro da bacia. 	Porto Itajaí e visita de campo
	Navegantes	57.324	<ul style="list-style-type: none"> Pouca frequência de enchentes (3 vezes após 1980). Como a altitude é mais elevada, ocorrem poucos danos de enchentes. Sedimentação causada pela enchente na parte do Porto é problema mais relevante. 	Relatórios, Secretarias da Fazenda/Planejamento Municipal e visita de campo.
	Ilhota	12.149	<ul style="list-style-type: none"> Pouca frequência de enchentes (2 vezes após 1980, conforme relatório, porém 5 vezes de acordo com a informação do pessoal da Prefeitura). Locais baixos próximos a SC-470 inundam durante enchentes, devido ao problema de refluxo. Existe plano para construção de ponte sobre o rio Itajaí-açu. 	Relatórios, Secretaria de Planejamento Municipal e visita de campo.
	Gaspar	55.489	<ul style="list-style-type: none"> Após 1980, sofreu danos de enchentes 7 vezes, a população afetada é grande. Rio A calha do rio na zona urbana é estreita e existe grande possibilidade de obstrução do leito do rio pela ponte. 	Relatórios e visita de campo
	Blumenau	299.416	<ul style="list-style-type: none"> Ocorrência de 14 vezes danos de enchentes após 1980, população afetada é grande. Nas enchentes de 1983 e 1984, ocorreram inundações graduais com elevação lenta do nível da água do rio Itajaí-açu. Enchente de 2008 não houve transbordamento do Rio Itajaí, porém houve danos com elevação rápida (inundações bruscas) de nível d'água dos afluentes (Garcia, Velha, Fortaleza). 	Relatório e visita de campo
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento residencial nas encostas das montanhas são causas das inundações bruscas e escorregamentos, existem problemas de residências irregulares na beira do rio. Existem planos de proteção dos taludes das margens dos afluentes (Fortaleza, Garcia, Velha e Itoupava), pontes, drenagem urbana, instalação de comportas e bombas. O futuro desenvolvimento urbano seguirá para o lado norte (beira do rio Itoupava). No momento, não existe problema de enchentes no rio Itoupava. Alarme de enchentes é baseado nas informações do Ciram e Furb e divulgado via rádio e internet, a previsão de enchente na Furb é calculada com 6 horas de antecedência. 			Secretarias de Planejamento e de Obras Municipal	
<ul style="list-style-type: none"> Residências irregulares às margens do rio proporcionam a ocorrência de desastres de enchentes. A inexistência das matas ciliares nas margens do rio facilita a ocorrência de desmoronamento dos taludes e destruição das casas. Plano de formação de cobertura vegetal, assegurando a área de APP de 30 m de largura. Controle da mata ciliar é importante também como medida de controle das enchentes Instalação de comporta existente na foz do ribeirão Fortaleza é problema Projeto de contenção da margem esquerda que a Prefeitura está planejando implementar não tem efeito como medida de controle das enchentes, haverá perdas valiosas de matas ciliares. 			Comitê da Bacia do Itajaí, FURB e visita de campo.	
	Indaial	50.917	<ul style="list-style-type: none"> Pouca frequência de enchentes (3 vezes danos de enchentes de pequeno porte, após 1980). Capacidade de escoamento do Rio Itajaí-açu é grande. 	Relatórios e visita de campo
	Ascurra	10.996	<ul style="list-style-type: none"> Não há danos de enchentes. 	Relatórios e visita de campo
	Apiúna	6.945	<ul style="list-style-type: none"> Não há danos de enchentes. 	Relatório e visita de campo
	Lontras	9.660	<ul style="list-style-type: none"> Pouca frequência de enchentes (3 vezes danos de 	Relatório e visita de

Nome do Rio	Cidade	População	Resultado de entrevistas e Visita de campo	Fonte de informações
	Rio do Sul	59.962	enchentes de pequeno porte, após 1980).	campo
			<ul style="list-style-type: none"> Pouca população afetada, porém os danos de enchentes são grandes (8 vezes após 1980). Danos de enchentes de pequeno porte são muitos (2 a 3 vezes por ano) Residências irregulares e uso de solos são problemas enormes. Existem problemas de operação das barragens que existem na a montante (Oeste e Sul) Informações das barragens (nível da água, vazão, etc.) são insuficientes (administrador da barragem desconhece a vazão de descarga). Dificuldade para implementar obras de alargamento de leito do rio na zona urbana Manual de evacuação está sendo elaborado 	Relatório e visita de campo
			<ul style="list-style-type: none"> Medidas de contenção da água de chuva nas arrozeiras e instalação para irrigação estão sendo avaliadas. Canalizar as águas dos afluentes, conter nas pequenas barragens e utilizar na irrigação das arrozeiras. 	CRAVIL e visita de campo.
Itajaí Mirim	Brusque	102.280	<ul style="list-style-type: none"> Pouca frequência de enchentes (3 vezes danos de enchentes após 1980). Problemas de enchentes são poucos, recentemente executou a obra de melhoramento fluvial no leito de rio. Quando ocorre enchente, a avenida da beira do rio inunda, mas não inunda a cidade (inundação da cidade ocorreu somente em 1984). Na parte sinuosa do rio, a erosão da beira das margens do rio poderá causar problemas para as residências. 	Relatórios, Secretaria de Planejamento municipal e visita de campo.
Benedito	Timbó	35.303	<ul style="list-style-type: none"> Ocorreram 6 vezes danos de enchentes após 1980, mas população afetada é menor. Em função da descarga brusca das 2 usinas hidrelétricas no a montante do Rio dos Cedros, frequentemente ocorrem inundações. Em 06/2010, a população enviou pedido ao Governador do Estado de Santa Catarina com 1200 assinaturas, solicitando redução do nível da água da barragem de acumulação, como medidas contra as enchentes. Sofre com as inundações dos Rios Benedito e dos Cedros. 	DEINFRA, FURB/CEOPS, Câmara dos Vereadores e visita de campo.
	Benedito Novo	10.335	<ul style="list-style-type: none"> Não há danos de enchentes 	Relatórios
	Rio dos Cedros	10.170	<ul style="list-style-type: none"> Ocorrência frequente de inundação devido à descarga brusca das 2 barragens existentes a montante, da forma como ocorre em Timbó. Em 06/2010, a população enviou pedido ao Governador do Estado de Santa Catarina com 1200 assinaturas, solicitando redução do nível da água da barragem de acumulação, como medidas contra as enchentes. Quando o nível d'água do Rio dos Cedros atingir 6 metros começa a inundar a zona urbana. O mapa de inundação da cidade foi elaborado pela Prefeitura. 	FURB/CEOPS, Prefeito da cidade, Câmara dos Vereadores e visita de campo.
Itajaí do Norte	Ibirama	17.469	<ul style="list-style-type: none"> Não há danos de enchentes. 	Relatórios e visita de campo
Itajaí do Oeste	Laurentino	5.757	<ul style="list-style-type: none"> Praticamente não há danos de enchentes. 	Relatórios
	Rio do Oeste	7.033	<ul style="list-style-type: none"> Praticamente não há danos de enchentes. 	Relatórios e visita de campo
	Taió	17.522	<ul style="list-style-type: none"> Houve 6 vezes danos de enchentes após 1980, população afetada é menor. Inunda facilmente devido ao transbordamento da Barragem Oeste Em abril de 2010, houve inundação de 1,5m nas imediações da Prefeitura. Há opiniões de que houve fechamento precipitado das comportas da barragem Oeste. Capacidade de escoamento do canal é 1.000 m³/s, porém, a capacidade de descarga dos condutos com todas as comportas abertas da barragem Oeste é +- 160 m³/s. 	Relatórios, DEINFRA e visita de campo.
	Trombudo	6.520	<ul style="list-style-type: none"> Frequência de enchentes é menor (após 1980, 3 	Relatórios e visita de

Nome do Rio	Cidade	População	Resultado de entrevistas e Visita de campo	Fonte de informações
	Central		vezes danos de enchentes pequeno porte).	campo
Itajaí do Sul	Ituporanga	21.496	Pouca frequência de enchentes (2 vezes danos de enchentes de pequeno porte, após 1980).	Relatórios e visita de campo

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

5.2 Princípios básicos que serão aplicados neste estudo

Na ata de reunião de entendimento (M/M) realizada em 5 de novembro de 2009, os princípios básicos desse Estudo para elaboração de plano diretor de prevenção e mitigação dos desastres naturais foram estabelecidos, conforme abaixo.

- i) Na medida do possível, evitar a destruição da biodiversidade e reassentamento dos moradores que causarão impactos negativos de ordem ambiental e social.
- ii) Evitar medidas que causarão impactos negativos, tais como aumento de velocidade do fluxo da água ou vazão de enchentes à jusante do rio.
- iii) Aumentar a capacidade de retenção em cada afluente e promover o retardamento de escoamento da água de enchentes do rio principal.
- iv) Promover o uso múltiplo das instalações e espaços na Bacia hidrográfica.

5.3 Diretrizes básicas para a elaboração do Plano Diretor de medidas para a mitigação dos desastres de enchentes

As diretrizes básicas para formulação do Plano Diretor de medidas contra as enchentes foram estabelecidas levando em consideração as informações coletadas através das entrevistas com as instituições governamentais, universidades e troca de opiniões com o Comitê da Bacia do Itajaí e baseado nos princípios básicos acima citados.

- i) No momento, há dificuldade de estabelecer qual será o grau de segurança para as enchentes que deve ser utilizado como escala de planejamento, portanto, serão selecionados os municípios para a proteção e serão apresentadas as propostas de medidas para enchentes de 5 anos, 10 anos, 25 anos e 50 anos. Será discutido com o Comitê da Bacia do Itajaí e as instituições do Governo de Estado (Governador e Secretários de Estado) e selecionado o grau de segurança para as enchentes.
- ii) Além disso, a seleção dos municípios de proteção, as propostas alternativas em combinação com os respectivos graus de segurança e avaliação dos resultados de controle das enchentes serão discutidos e analisados conjuntamente com o Comitê da Bacia do Itajaí (CT de Prevenção).
- iii) O Plano Diretor será elaborado, baseado no ponto de vista de controle integrado das enchentes aplicados no Japão. Serão analisadas as medidas de retardamento do escoamento das enchentes na bacia, permitindo a inundação na Bacia. Serão analisadas “Medidas de disseminação das cheias”, visando à minimização dos danos de enchentes.
- iv) As propostas de retenção temporária da água de chuva nas arrozeiras e construção de pequeno lagos de contenção (em combinação com uso para irrigação no período de estiagem) que constam no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itajaí serão consideradas no estudo, pois, possibilitam o retardamento da vazão de enchentes. De acordo com a informação da CRAVIL (Cooperativa Regional Agropecuária Vale do Itajaí), as áreas de arrozeiras, objeto do presente estudo, abrangem a área total de 22.000 hectares, de região do Alto Vale acima do município de Rio do Sul até as imediações do município de Itajaí.
- v) Existem três barragens de contenção, há possibilidade de retardar o volume da vazão de enchentes, aumentando a altura dos vertedouros e conseqüentemente a capacidade dos reservatórios das barragens Oeste e Sul (medidas para enchentes favoráveis nas cidades de Taió e Rio do Sul que se situam a jusante).

- vi) As bacias naturais de retardamento, localizadas a jusante do Gaspar no rio Itajaí-Açu, estão sendo utilizadas para plantação de arroz e criação de gados. Estas bacias são eficientes para reduzir a vazão de enchentes à jusante, portanto deverá manter o estado atual.
- vii) Rio do Sul, Blumenau e Itajaí são cidades com prioridade alta para proteção contra enchentes. Além de adotar medidas na bacia que visam retardar ao máximo o escoamento de enchentes, serão avaliadas possíveis medidas alternativas, considerando as características de enchentes e plano de urbanização (plano de utilização de solos) de cada cidade.
- viii) Além de enchentes do próprio Rio Itajaí-açu, as causas das inundações na cidade de Itajaí são refluxos da água do Rio Itajaí-açu para o Rio Itajaí Mirim (inclui efeito da preamar), insuficiência da capacidade de drenagem das águas de chuvas na zona urbana e escoamento da enchente de montante do rio Itajaí Mirim.
- ix) Para solucionar os problemas de inundações bruscas haverá necessidade de ajustamento do plano de urbanização (regularização do uso de solo e zoneamento), devido à ocupação irregular dos moradores dentro da calha secundária do rio.
- x) Se o grau de segurança for muito alto para controlar a enchente de 50 anos, haverá limitações na adoção de medidas baseadas nos efeitos de retardamentos. Haverá necessidade de alargamento da calha do rio, construindo o leito de inundação. Em relação ao leito de inundação, haverá necessidade de implementar o programa de recuperação da mata ciliar do Plano Diretor de Recursos Hídricos do Comitê. Além disso, existe grande possibilidade de implementação do canal extravasor para diminuir o tempo de inundação e a profundidade de inundação nas áreas de enchentes a jusante de Gaspar e na cidade de Itajaí.
- xi) A proteção que o Plano Diretor pretende atingir vai depender do grau de segurança adotado, ou seja, do tempo de recorrência da enchente. Entretanto o Plano Diretor de Recursos Hídricos do Comitê definiu o ano de 2030 para atingir os objetivos de longo prazo. Em consonância, o presente Plano Diretor de proteção contra cheias deverá estar implementado até 2030.

5.4 Diretrizes básicas para o fortalecimento do sistema de alerta para enchentes

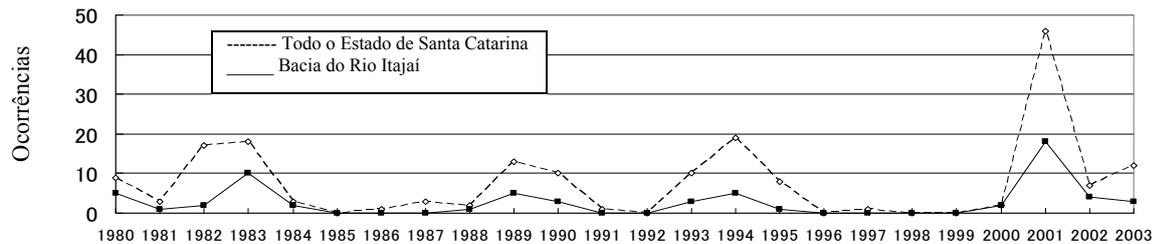
Considerando os problemas do sistema de alerta existente, o plano de fortalecimento do sistema de alerta de enchentes será formulado com base nas diretrizes básicas abaixo.

- i) Fortalecimento da rede de estações hidrológicas com o aumento do número de estações de medição.
- ii) Melhoria dos dados de medição Maior consistência na observação dos dados e maior precisão na transmissão desses dados através da inovação do instrumento de medição e do método de transmissão de dados.

6. Demandas relacionadas com os desastres de escorregamentos e diretrizes básicas para a elaboração do Plano Diretor

6.1 Situação dos desastres de escorregamentos e projetos de reconstrução

Na Figura 6.1.1 ilustra o número de ocorrências de escorregamento da Bacia do Rio Itajaí de acordo com os dados da Defesa Civil do Estado de Santa Catarina. Durante 23 anos, entre 1980 e 2003, dentro de 185 desastres de escorregamento em todo o Estado de Santa Catarina, na Bacia do Rio Itajaí houve 65 ocorrências, correspondendo a 35% do total, um alto índice de ocorrências de desastre.



Fonte: Elaborado pela Equipe de Estudo da JICA baseado nos dados da Defesa Civil de SC

Figura-8 Evolução do número de escorregamentos no Estado de Santa Catarina e na Bacia do Rio Itajaí ao longo dos anos (1980-2003)

A área da Bacia do Rio Itajaí representa 16% da área do Estado de Santa Catarina. O número de ocorrências de escorregamento anual em todo o Estado na faixa de 1.000 km² é de 0,08 casos/1.000 km², enquanto que na Bacia do Rio Itajaí é de 0,19 casos/1.000 km²/ano, sendo 2,2 vezes maior, ou seja, um nível relativamente alto.

As chuvas intensas em 11/2008 causaram 89 mortos e 103.602 pessoas afetadas. Nas informações oficiais, não estão especificados se estes desastres se devem à inundações ou aos escorregamentos. Segundo as informações da Defesa Civil de Santa Catarina, 97% das mortes se devem aos escorregamentos. Nesse evento o Estado de Santa Catarina investiu o valor de R\$520 milhões para os custos de medidas emergenciais e obras de recuperação. Além disso, o Governo Federal investiu R\$17 milhões para recuperação total da rodovia BR470.

6.2 Avaliação do risco de escorregamentos e mapeamento das áreas de riscos

A identificação dos locais de riscos de desastres dos escorregamentos foi realizada através de visita no local, interpretações do mapa topográfico com escala 1/50.000, elaborado com base no levantamento aerofotogramétrico realizado em 1978 e 1979. Os números identificados dos desastres foram de 949 locais.

Os critérios adotados para seleção dos locais prioritários foram: grande possibilidade de ocorrer desastres com valor de prejuízo potencial anual maior do que R\$ 1 milhão e enchente provável de 60 anos (equivalente à enchente ocorrida na cidade de Blumenau em 11/2008). As dimensões de desastres maiores de R\$1 milhão são aqueles que provocam tombamento mais de 10 casas ou aquelas estradas que trafegam mais de 200 veículos diariamente e ocorre interdição de tráfego. Foram selecionados 68 locais, sendo 32 locais nas estradas estaduais e 35 nas estradas municipais e 1 no Porto de Itajaí.

Foram avaliados os valores de prejuízo potencial anual (R\$/ano) para 68 locais de alto risco de desastre. As dimensões dos desastres de escorregamentos (valor do prejuízo) variam de acordo com o fator que provoca o desastre tais como chuva (probabilidade anual baseado no indicador de chuva) no mesmo lugar de ocorrência. No caso de rodovias, o valor do prejuízo potencial anual foi determinado, calculando a probabilidade excedente anual e o valor de prejuízo potencial, baseado na dimensão do prejuízo com interdição da rodovia de 2 modalidades: interdição total do tráfego e interdição parcial de um dos sentidos da estrada. A probabilidade excedente anual (número inverso da probabilidade anual) para ocorrência dos desastres com a interdição total do tráfego da rodovia e interdição parcial de um dos sentidos do tráfego foi avaliada com base na probabilidade anual das dimensões de desastres similar ao escorregamento de taludes nas chuvas intensas de 11/2008 e índice de umidade do solo medido na estação mais próxima do local (na análise estatística efetuada no Japão, houve conclusão de que este índice tem correlação muito boa com a ocorrência do desastre de escorregamentos).

Os mapas de riscos de escorregamentos e produção de sedimentos foram elaborados em formato A3 com 239 páginas, dividindo o mapa da Bacia hidrográfica do Itajaí de escala 1:30.000 em diversas grades. Foram ilustradas em cores diferentes na Figura 9: contorno de cada local de risco, formato da movimentação (colapsos do talude, escorregamentos, fluxo de detritos, etc.), possibilidade de ocorrência do

prejuízo (baixo ou alto), grau de riscos (pequeno: valor de prejuízo potencial anual < R\$50 mil, médio: valor de prejuízo potencial anual = entre R\$50 mil e R\$500 mil, grande: valor de prejuízo potencial anual > R\$500 mil).

Os dados de cada local de riscos foram armazenados com os itens relacionados abaixo, como sendo inventário de desastres de escorregamentos.

Tabela-11 Inventário dos desastres de risco de escorregamentos

Numero de Risco (Codificação de Mapa, etc.),
Localização (longitude, latitude, Municípios, etc.),
SDR/Município,
Tipo de movimento do solo,
Área de Risco (Queda, Colapso, Movimento, Escoamento de lama, etc.),
Tipo de Geologia, Solo e Vegetação,
Classificação de Altitude, Declividade.

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

6.3 Demandas relacionadas com a mitigação dos desastres de escorregamentos

Há indícios de que as zonas residenciais estão avançando para os morros com objetivo de fugir das inundações ou devido ao aumento populacional, aumentando com isso os desabamentos. Nos locais castigados pelo desabamento, há influência de fatores humanos, tais como construção de residências de forma irregular (corte de encosta íngreme, morar em planície de inundação, mau drenagem de água, etc.). As Defesas Civas dos municípios estão solicitando apoio técnico e treinamento sobre a forma de controle do escorregamento. A Defesa Civil Estadual e outros órgãos também têm opiniões semelhantes. O DEINFRA entende que é necessária implementação das medidas estruturais tais como projetos de manutenção preventiva de escorregamento em estradas estaduais e municipais.

6.4 Princípios básicos para a introdução das medidas para mitigação dos desastres de escorregamentos

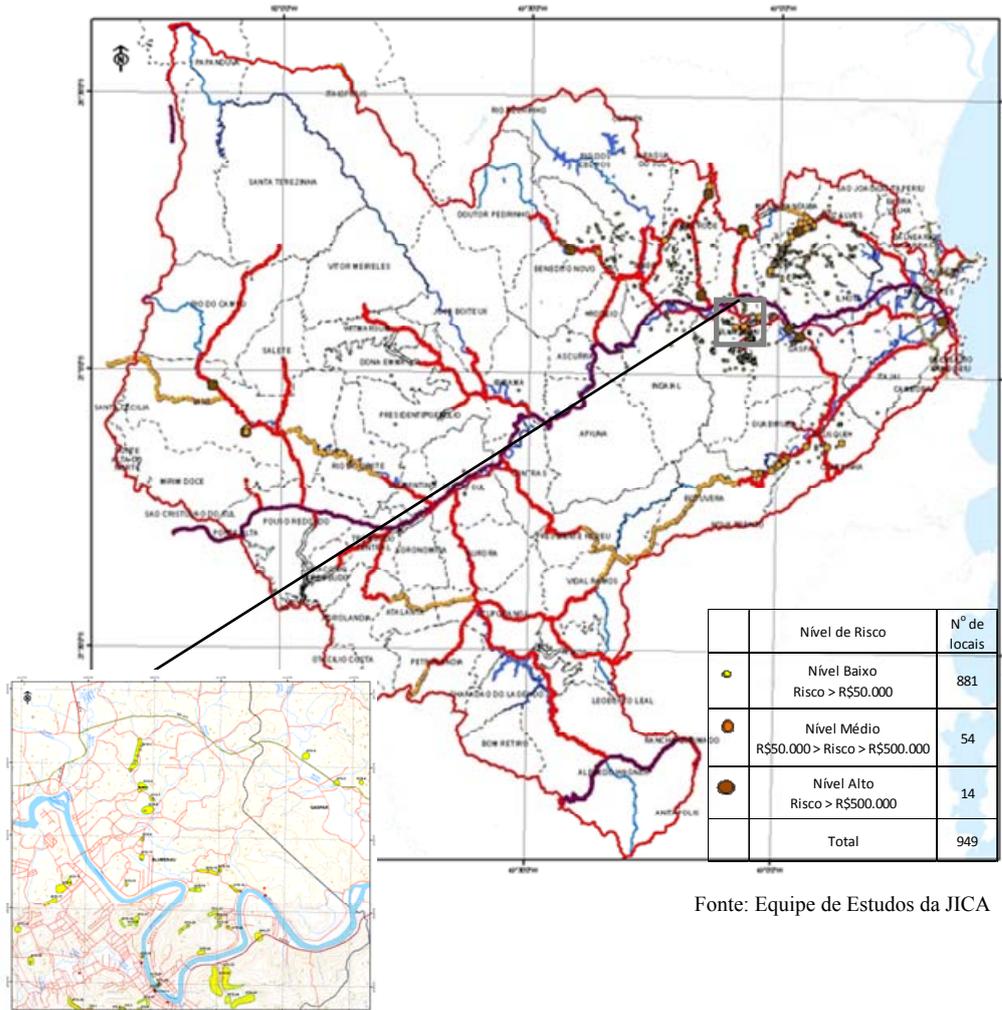
O Plano Diretor de mitigação de escorregamento e sedimentação foi formulado de acordo com os três princípios básicos abaixo:

- i) Introdução das Medidas Estruturais e Medidas não estruturais,
- ii) Medidas considerando o gênero e as pessoas vulneráveis,
- iii) Medidas integradas de escorregamento considerando o fator ambiental.

6.5 Diretrizes básicas para a elaboração do Plano Diretor de medidas para os desastres de escorregamentos

Foram estabelecidas as diretrizes básicas abaixo:

- i) Instalar o sistema de alarme/alerta de escorregamento e enxurrada abrangente para todo o Estado de Santa Catarina como as medidas não estruturais.
- ii) As obras serão implementadas a partir dos locais onde o valor de prejuízo potencial anual decorrente de desastres e maior.
- iii) No processo de implementação das medidas estruturais e não estruturais, o Governo do Estado de Santa Catarina deverá executar programas de fortalecimento técnico das instituições e educação sobre a prevenção dos desastres para as instituições relacionadas e populações.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-9 Distribuição de localidades de riscos de escorregamentos/produção de sedimentos e exemplo de mapa de riscos

7. Consideração socioambiental e Avaliação Ambiental Estratégica (AAE)

7.1 Síntese da Avaliação Ambiental Estratégica

As diretrizes de considerações socioambientais da JICA (versão 2010) para os países parceiros têm como objetivo a transparência do projeto, efeitos previsíveis e assegurar a responsabilidade social, promovendo a implementação de considerações socioambientais adequadas e assegurando a execução adequada do apoio técnico que a JICA realiza sobre considerações socioambientais. A partir da revisão das diretrizes de 2010, estabelece que deve implementar os estudos de considerações socioambientais desde a etapa inicial do projeto até a fase de monitoramento, tendo como princípio básico “evitar ou minimizar os impactos”, visando à consideração dos impactos mais amplos possíveis. Portanto, foi previsto a realização da Avaliação Ambiental Estratégica na formulação do Plano Diretor. Na formulação do plano diretor de prevenção e mitigação de desastres de enchentes e de escorregamentos, tomou como conceito básico da Avaliação Ambiental Estratégica que consiste em “avaliar o impacto ambiental na etapa superior (Política, Plano, Programa, etc.), antes da avaliação das medidas individuais, durante a tomada de decisão” e foi realizado o Estudo Ambiental Preliminar (EAP).

7.2 Unidade de Conservação Ambiental

As áreas de proteção como os parques nacionais são chamados de “Unidades de Conservação Ambiental” (Unidades de Conservação: UC). Outras leis importantes relacionadas às áreas de proteção são o Código

Florestal e a Lei de Proteção à Fauna. As Unidades de Conservação Ambiental são classificadas genericamente em Unidades de Proteção Integral (5 categorias) e em Unidades de Uso Sustentável (7 categorias).

O Código Florestal foi criado em 1965 com a Lei federal No. 4.771/65 para proteger as florestas e vegetações naturais da exploração ilegal. Esta é a lei principal, sendo necessários vários procedimentos para alterá-la, tendo havido apenas pequenas alterações na mesma, mas nenhuma alteração significativa até agora. Foram definidos dois tipos de área de conservação: Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL).

8. Formulação do Plano Diretor de mitigação dos desastres de enchentes

8.1 Grau de segurança para enchentes

O Plano Diretor de medidas para mitigação dos desastres de enchentes foi formulado com o objetivo de proteção com o grau de segurança para 5, 10, 25 e 50 anos.

8.2 Região objeto para proteção das enchentes

Os alagamentos e inundações decorrentes das enchentes estão ocorrendo nas regiões próximas das margens do Rio Itajaí-Açu e seus afluentes. A execução de toda e qualquer medida de prevenção das enchentes com o intuito de proteger toda a Bacia do Itajaí para qualquer situação não seria realista do ponto de vista econômico e financeiro. O Comitê do Itajaí também tem a mesma opinião. No caso de implementar projetos de prevenção das enchentes com diques, as obras causariam efeitos negativos devido ao incremento do volume de escoamento das enchentes a jusante, além de elevar o custo total do projeto. Para evitar isso, deverá impedir a execução de aterros nas áreas de pastagens, arrozeiras e áreas de cultivos próximas das margens dos rios com baixo potencial de danos e preservar essas áreas como planícies de retardamento. Dentro dessa visão, as áreas objeto para proteção contra as enchentes serão as principais cidades localizadas às margens do Rio Itajaí.

Foram selecionados oito cidades com alta prioridade para adoção das medidas de prevenção de enchentes: Rio do Sul, Blumenau, Gaspar, Ilhota, Timbó, Taió, Itajaí e Brusque, após diversas visitas e entrevistas, levando em consideração a frequência e danos causados com as enchentes. Em relação às medidas para prevenção de enxurradas, foram escolhidos os ribeirões urbanos da cidade de Blumenau (Garcia, Velha e Fortaleza) como região alvo, onde existem potenciais muito grandes de desastres de enchentes devido ao desenvolvimento urbano nas encostas das montanhas e construção de residências às margens dos ribeirões.

8.3 Seleção das propostas alternativas de controle das enchentes

Levando em consideração o perfil de canal do rio, situação de inundação nas enchentes e condições topográficas, foram formuladas as propostas alternativas com possibilidade de implementação na Bacia do Itajaí, conforme a Figura 10.

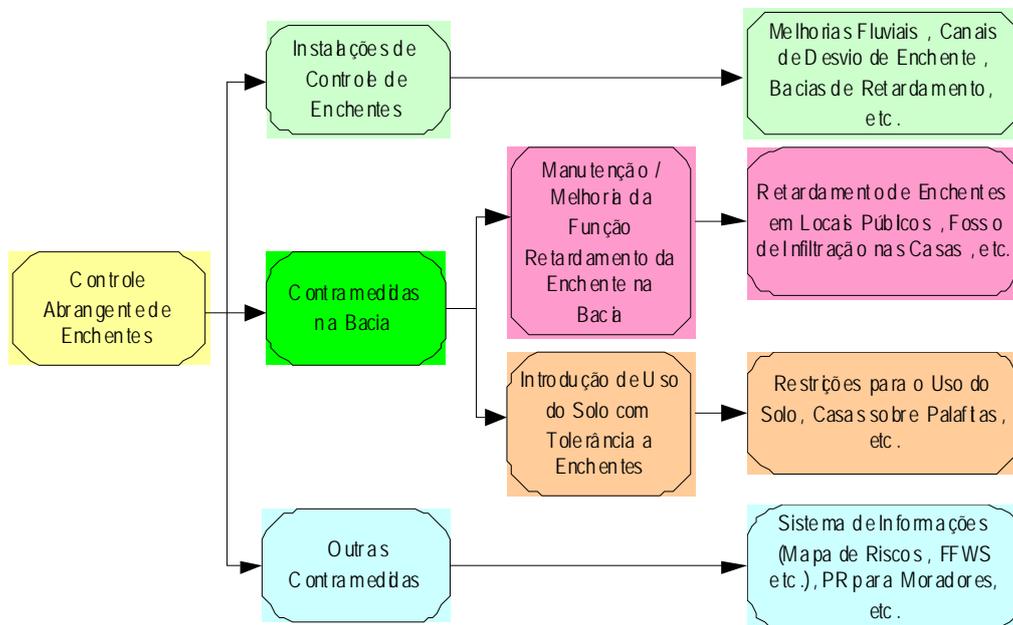
Em relação às barragens Oeste e Sul, iremos avaliar a reestruturação com o intuito de aumentar a capacidade de contenção das barragens, conforme abaixo.

- i) Barragem Oeste: sobre-elevação do vertedouro e barramento.
- ii) Barragem Sul: sobre-elevação da altura do vertedouro.

Na barragem Sul, que é barragem de enrocamento, haverá dificuldade técnica para aumentar a altura de barramento, portanto, iremos incluir na proposta alternativa somente a sobre-elevação do vertedouro. Com a reestruturação dessas duas barragens, esperamos obter efeito de controle das enchentes na cidade de Rio do Sul e nas principais cidades a jusante do rio (redução do pico de enchente).

Com o intuito de aumentar a capacidade de escoamento do canal de rio, o alargamento do canal de rio e escavação do leito fluvial são obras hidráulicas muito comuns. No plano básico de controle das enchentes,

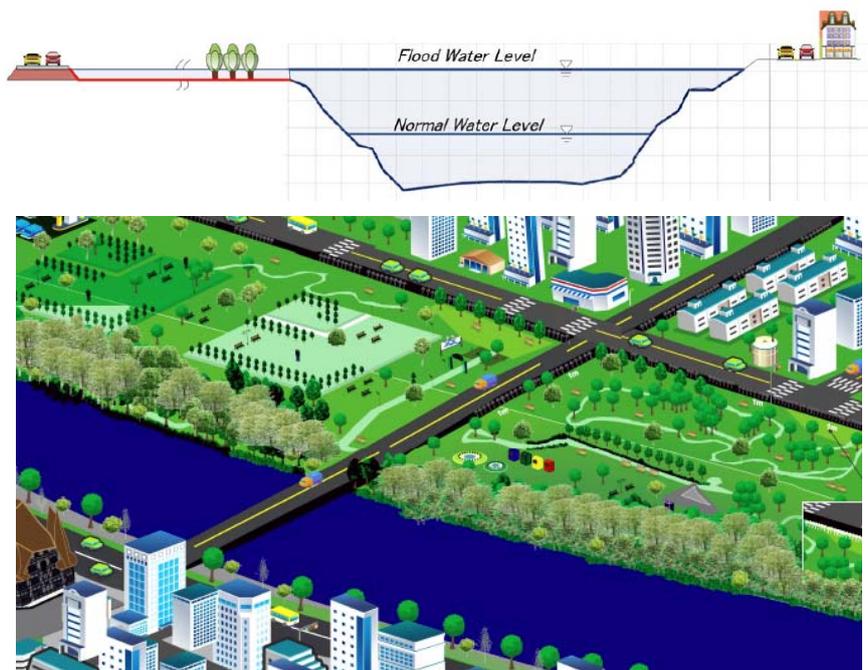
elaborado em 1988 (Plano Diretor, formulado pela JICA) também propõe alargamento do canal e escavação do leito fluvial do Rio Itajaí-Açu no trecho entre Blumenau e Gaspar. No entanto, à medida do possível, a diretriz será não adoção de propostas alternativas de alargamento da calha ou escavação do leito de canal do Rio Itajaí-Açu. Porém, se o grau de segurança no controle de enchentes for maior, há necessidade de elevar a capacidade de escoamento, então foram incluídas as propostas para implementação da obra de seção transversal mista trapezoidal do rio urbano, preservando a mata ciliar às margens do rio.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-10 Proposta alternativa de controle das enchentes aplicável na Bacia do Rio Itajaí

No processo de alargamento da calha em formato de seção transversal mista trapezoidal, serão preservadas as matas ciliares das margens do canal e transformado em leito de inundação (utilizar como parque público, por exemplo), transformar em dique as avenidas existentes (inclui a proposta de elevação da altura de avenida). Abaixo a ilustração dessa seção transversal mista trapezoidal.



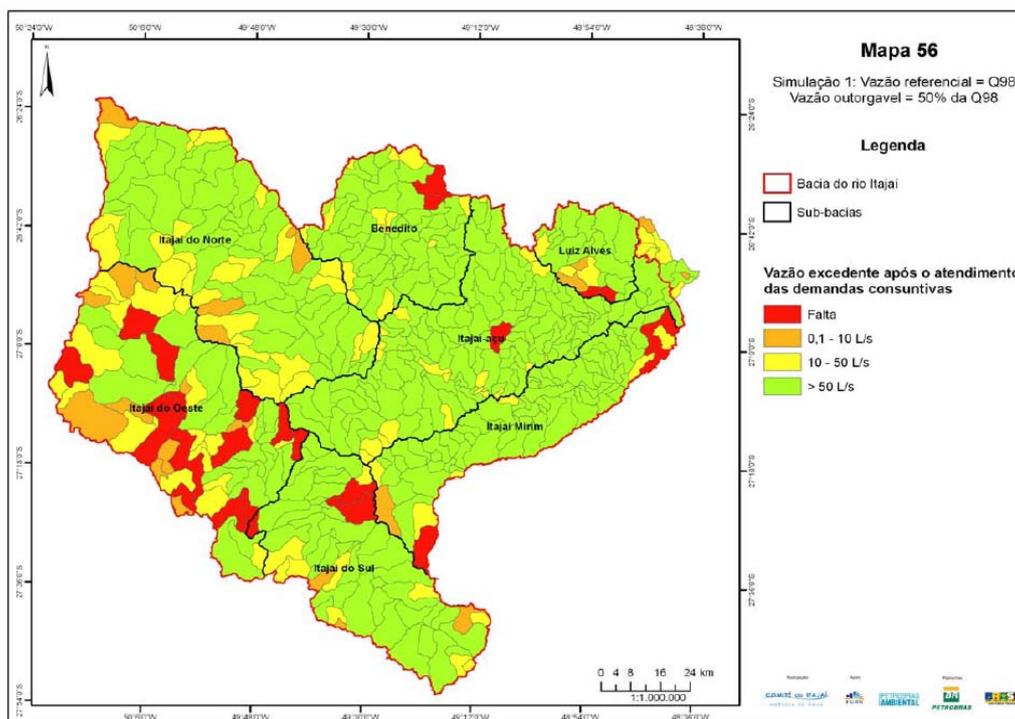
Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-11 Ilustração da seção transversal mista no Rio Itajaí-açu em Blumenau

No plano básico de controle das enchentes de 1988, em função da baixa capacidade de escoamento da foz do Rio Itajaí-Açu e devido à dificuldade de alargamento do canal do rio e construção do dique, foi proposta a construção do canal extravasor a jusante da ponte sobre a rodovia BR-101 até a praia de Navegantes. O canal extravasor possibilita atenuar a profundidade e tempo de inundação das cheias que se espalham na planície aluvial a jusante da cidade de Gaspar, portanto, iremos acrescentar na proposta alternativa.

Na Bacia do Rio Itajaí, a CRAVIL pretende executar o plano de contenção da água de chuva nas arrozeiras em 80% da área de arrozeiras de toda a Bacia, área equivalente a 22.000 hectares. De acordo com o Plano da CRAVIL, a altura de taipa da quadra das arrozeiras tem 10 cm atualmente, será efetuada a elevação de 30 cm e armazenar as águas de chuvas. O plano prevê a contenção de no máximo 66 milhões de m³.

Será planejada a construção de barragens de pequeno porte nos rios tributários. A água armazenada nessas barragens será utilizada para a irrigação, portanto, os locais prioritários para construção dessas barragens será na bacia a montante da cidade de Rio do Sul (bacias dos Rios Itajaí do Sul e Itajaí do Oeste), conforme a Figura-12, onde existe falta da água para irrigação no período de estiagem.



Fonte: Comitê do Itajaí

Figura-12 Micro bacias com previsão de escassez de água na Bacia do Rio Itajaí

8.4 Plano Diretor de medidas para cada grau de segurança contra enchentes

Nas Tabelas 12 e 13, estão relacionadas medidas de cada grau de segurança de forma sintética. Na figura-13 a ilustração da localização das obras hidráulicas propostas para o plano de prevenção para enchente provável de 50 anos.

Tabela-12 Medidas para cada grau de segurança do plano de enchentes

Medidas	Projetos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos
Medidas de Bacia	Contenção de águas de chuvas nas arrozeiras	○	○	○	○
	Pequenas barragens de contenção	○	○	○	○
	Sobre-elevação das barragens (barragem Oeste)			○	○
	Sobre-elevação vertedouro (barragem Sul)				○
	Nova barragem de contenção (Itajaí Mirim)				○
	Melhoria de operação das comportas (duas barragens)	○	○	○	○
Mudança operação das barragens hidrelétricas			○	○	○

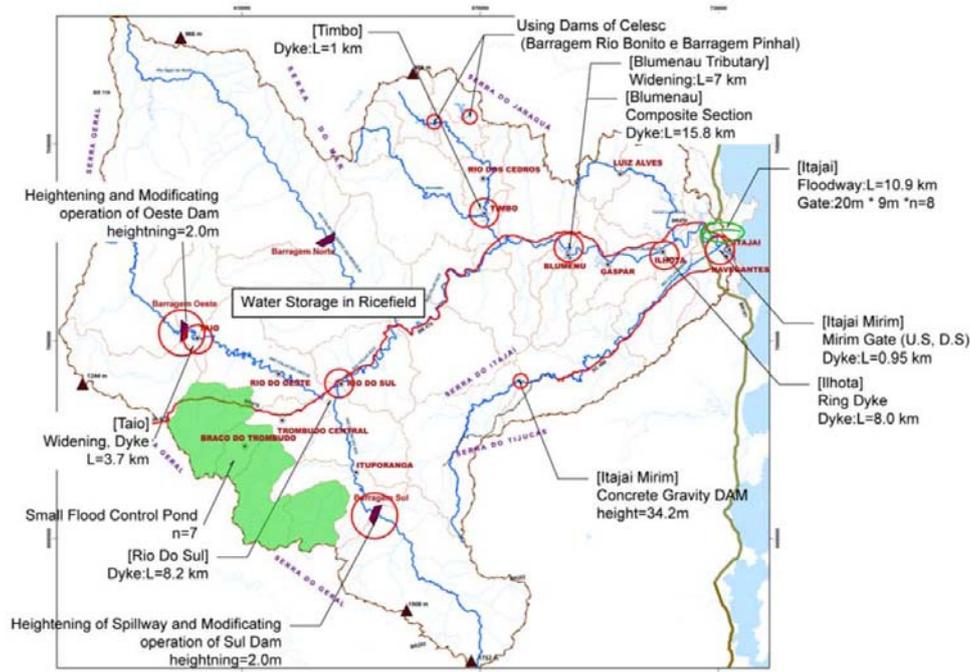
Medidas de canal fluvial	Rio Itajaí-açu em Rio do Sul			○	○
	Rio Itajaí Oeste em Taió			○	○
	Rio Benedito em Timbó			○	○
	Rio Itajaí-açu em Blumenau				○
	Diques em anel em Ilhota			○	○
	Ribeirões Garcia e Velha em Blumenau	○	○	○	○
	Rio Itajaí-açu em Itajaí		○	○	
	Canal extravasor em Itajaí				○
	Comportas e melhoramento fluvial no Rio Itajaí Mirim em Itajaí.	○	○	○	○

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Tabela-13 Síntese das medidas para cada plano de enchente provável

Medidas	Projetos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos
Medidas de Bacia	Contenção de águas de chuvas nas arrozeiras	22000 ha	22000 ha	22000 ha	22000 ha
	Pequenas barragens de contenção	2 unid.	5 unid.	7 unid.	7 unid.
	Sobre-elevação das barragens (barragem Oeste)			2m	2m
	Sobre-elevação do vertedouro (barragem Sul)				2m
	Nova barragem de contenção (Itajaí Mirim)				1 unid.
	Melhoria de operação das comportas (duas barragens)	2 barragens	2 barragens	2 barragens	2 barragens
	Mudança de operação das barragens hidrelétricas (2 barragens)		2 barragens	2 barragens	2 barragens
Medidas de canal fluvial	Rio Itajaí-açu em Rio do Sul			Escavação 10.3km jusante	Diques 8.1km
	Rio Itajaí Oeste em Taió			Escavação 3.7km	Diques 3.7km
	Rio Benedito em Timbó			Escavação 1 km	Diques 1 km
	Rio Itajaí-açu em Blumenau				Diques 15.8km
	Diques em anel em Ilhota			8 km	8 km
	Ribeirões Garcia e Velha em Blumenau	Escavação e diques 7.0km			
	Rio Itajaí-açu em Itajaí		Diques 12.8km	Diques 12.8km	
	Canal extravasor em Itajaí				10.9km
Comportas e melhoramento fluvial no Rio Itajaí Mirim em Itajaí.	Diques 2 unid. 0.95km	Diques 2 unid. 0.95km	Diques 2 unid. 0.95km	Diques 2 unid. 0.95km	

Fonte: Equipe de Estudo de JICA



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-13 Localização das medidas de prevenção para enchente provável de 50 anos

Os planos de enchentes para cada grau de segurança foram formulados de forma independente em relação a cada enchente de projeto. Para a cidade de Itajaí foram propostos os diques nas margens do Rio Itajaí-açu para o tempo de recorrência de 10 e 25 anos, porém, foi proposto o canal extravasor para o plano de 50 anos. Portanto, considerando que a meta futura é 50 anos de tempo de recorrência a construção dos diques não serão implementados para evitar o conflito com o desenvolvimento dessa meta dentro dessa implementação por etapa. Por outro lado, o canal extravasor proposto para o plano de enchentes de 50 anos de recorrência terá efeito também para solucionar as enchentes de 5, 10 e 25 anos, portanto a proposta de construção dos diques para enchentes de 10 e 25 anos torna-se desnecessária.

8.5 Plano de fortalecimento do sistema vigente de previsão e alerta para as enchentes

A rede atual de estações hidrológicas e meteorológicas para o sistema de alerta de enchente está estruturada com 14 estações. No entanto, as medições realizadas automaticamente nessas 14 estações não tem apresentado resultado adequado por falta de manutenção dos instrumentos da estação. Na rede de estações existentes atualmente haverá necessidade de atualizar os instrumentos de medição, além de introduzir sistema de transmissão mais confiáveis. De acordo com a informação obtida da SDS, existe plano de renovação dessas estações com os recursos próprios. As 14 estações existentes estão localizadas em locais estratégicos para a execução futura do plano de fortalecimento do sistema de alerta para enchentes, portanto, é recomendável realizar a renovação dessas estações. Com o intuito de calcular a previsão de enchentes com maior precisão, serão instalados mais 16 novas estações, conforme a Tabela abaixo.

Tabela-14 Proposta de instalação novas estações para fortalecimento sistema de alerta para enchentes

Novas estações de observação			Objetivo
1	Ituporanga (Rio Perimbó)	Pluviômetro e nível d'água	Sistema de Alerta para Ituporanga e Rio do Sul
2	Salete (Rio Grande)	Pluviômetro e nível d'água	Sistema de Alerta para Salete e Taió
3	Mirim Doce (Rio Taió)	Pluviômetro e nível d'água	Sistema de Alerta para Mirim Doce e Taió
4	Pouso Redondo (Rio das Pombas)	Pluviômetro e nível d'água	Sistema de Alerta para Pouso Redondo e Rio do Sul
5	Trombudo (Rio Trombudo)	Pluviômetro e nível d'água	Sistema de Alerta para Trombudo Central, Agrônômica e Rio do Sul.
6	Rio do Sul (Rio Itajaí-açu)	CCTV	Solicitação de Rio do Sul (Monitoramento da situação do rio pela Prefeitura).
7	Rio dos Cedros (Rio dos Cedros)	Pluviômetro e nível d'água	Sistema de Alerta para Rio dos Cedros.
8	Vidal Ramos (Rio Itajaí)	Pluviômetro e nível d'água	Sistema de Alerta para Vidal Ramos.

Novas estações de observação			Objetivo
	Mirim)		
9	Usina Palmeiras (Rio dos Cedros)	Pluviômetro e nível d'água	Monitoramento da descarga pela CELESC e Sistema de Alerta para Rio dos Cedros e Timbó.
10	Blumenau (Rio Itajaí-açu)	CCTV	Solicitação de Blumenau (Monitoramento da situação do rio pela Prefeitura).
11	Luiz Alves (Rio Luiz Alves)	Pluviômetro e nível d'água	Sistema de Alerta para Luiz Alves e coleta de dados hidrológicos do Rio Luiz Alves.
12	Gaspar (Rio Itajaí-açu)	Pluviômetro e nível d'água	Sistema de Alerta para Gaspar e coleta de dados hidrológicos na jusante da Bacia.
13	Ilhota (Rio Itajaí-açu)	Pluviômetro e nível d'água	Sistema de Alerta para Ilhota e coleta de dados hidrológicos na jusante da Bacia.
14	Itajaí (Rio Itajaí-açu)	CCTV	Solicitação de Itajaí (Monitoramento da situação do rio pela Prefeitura).
15	Guabiruba (na afluenta do Rio Itajaí Mirim)	Pluviômetro e nível d'água	Sistema de Alerta no rio afluenta de Brusque
16	Água Clara (na afluenta do Rio Itajaí Mirim)	Pluviômetro e nível d'água	Sistema de Alerta no rio afluenta de Brusque
Total de 13 Estações (pluviométrica e nível d'água), além de 3 câmeras de monitoramentos (CCTV).			

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

9. Formulação do Plano Diretor de medidas para os escorregamentos

9.1 Estruturação de Plano Diretor

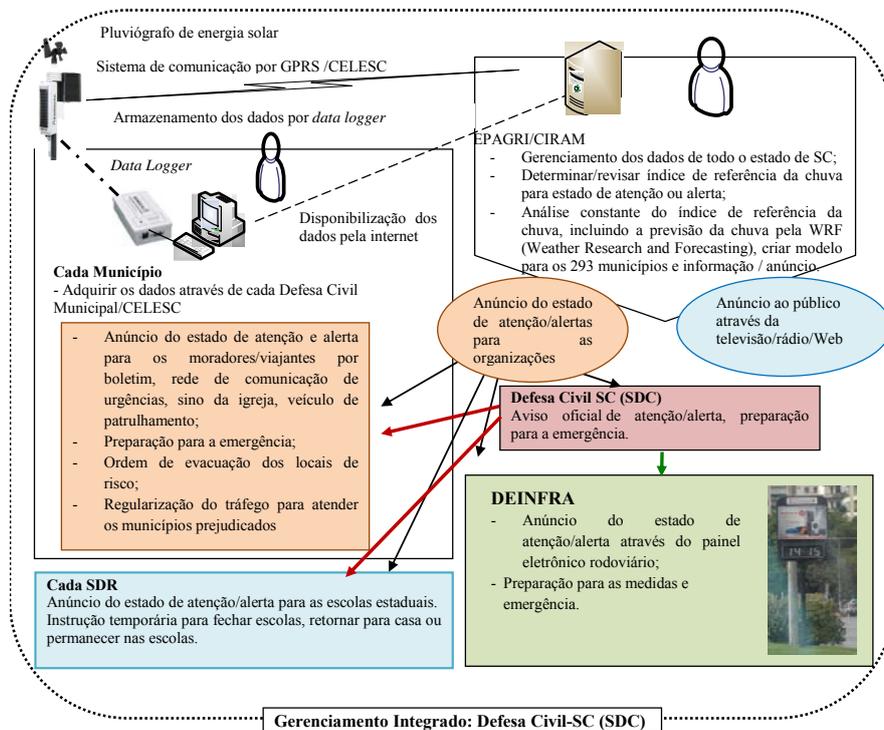
Tabela-15 Estrutura do Plano Diretor de atenuação da sedimentação e desastres de escorregamentos e de enxurradas na Bacia do Rio Itajaí.

Objetivo	Medidas	Medidas dentro deste Plano Diretor
Evitar perdas de vidas humanas	1) Medidas não Estruturais (Introdução do Sistema de alerta/alarme de escorregamentos e inundações bruscas baseado no indicador de chuva para todo o Estado de SC). a) Monitoramento da chuva, armazenamento de dados, e estruturação do sistema de alarme/alerta e de transmissão de dados) b) Treinamento de evacuação para os residentes e as instituições responsáveis.	Elaborar o Projeto Básico, incluindo o cálculo de custos.
Atenuação dos prejuízos econômicos	2) Medidas estruturais para escorregamentos Determinar a ordem de prioridade das medidas dos locais de risco baseado no indicador de valor de prejuízo potencial anual e implementar nos locais de riscos que têm alto grau de prioridade.	
	3) Medidas para redução da produção de sedimentos. Promover a cobertura vegetal das áreas com riscos de erosão e recuperar as matas ciliares para prevenir contra a erosão das margens do rio. Implementar medidas estruturais nas áreas de riscos, elevando os efeitos de redução da produção de sedimentos, baseado na recuperação das áreas verdes.	Não será elaborado o Plano específico para esse tópico no Plano Diretor, considerando que esta matéria faz parte das medidas do Plano de Recursos hídricos e Programa de recuperação das matas ciliares.
	4) Medidas mitigadoras de inundações bruscas Introduzir instalações reguladoras de escoamento que tem função de diminuir inundações bruscas	Não será elaborado o Plano específico para esse tópico no Plano Diretor, considerando que esse assunto faz parte do Plano Diretor de Municípios.
	5) Melhoramento tecnológico na implementação dos projetos de loteamento residencial e apoio técnico ao setor privado. a) Fortalecimento Técnico para execução das medidas estruturais; b) Apoio técnico ao setor privado. Medidas estruturais inerentes aos empreendimentos privados com o valor de prejuízo potencial anual baixo e ordem de prioridade não sendo alto, serão realizados treinamentos simplificados de prevenção e apoio técnico com recursos financeiros público ou privado.	Neste Plano Diretor, será explanada a necessidade de uma política para esse assunto.

Fonte: Equipe de estudos da JICA

9.2 Medidas não estruturais (Sistema de alerta para os escorregamentos e enchentes bruscas)

O gerenciamento do Sistema de alarme/alerta dos desastres de escorregamento e inundações bruscas e a notificação de alerta será responsabilidade da Defesa Civil-SC. A evacuação dos cidadãos e o controle de interdição de tráfego das estradas serão realizados pela Prefeitura. A ordem de interdição do tráfego das estradas estaduais serão de responsabilidade do DEINFRA. As instruções de rotina aos alunos durante o desastre natural, tais como de rotina da escola ou ordem de espera na escola, serão da responsabilidade do SDR. Na Figura-14 a ilustração de síntese do sistema de alerta para os escorregamentos.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-14 Síntese do Sistema de alerta para escorregamentos e inundações bruscas

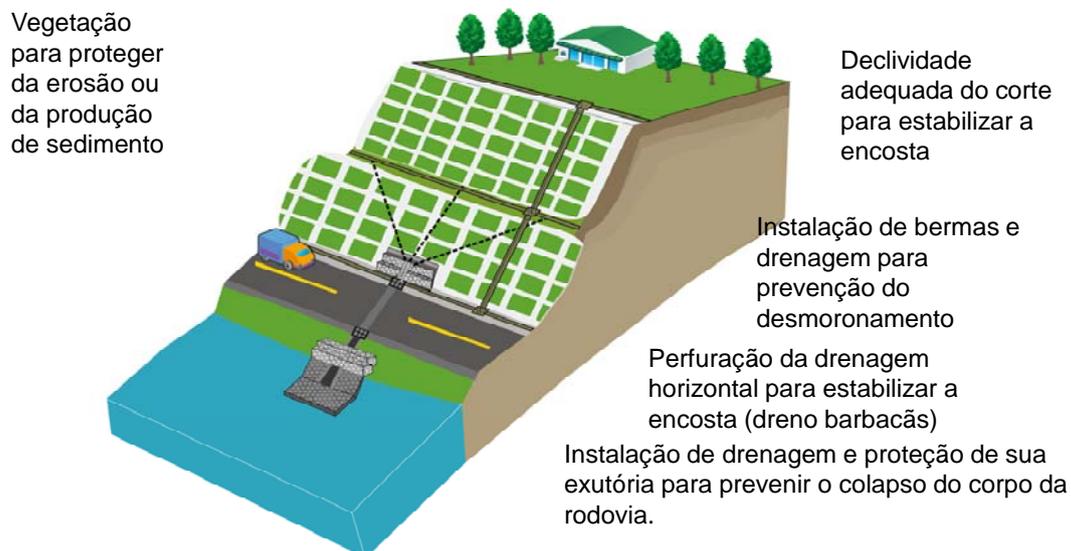
É importante instalar Sistema de alerta/alarme baseado na metodologia do “Índice de Umidade do Solo” e adquirir a conscientização dos cidadãos sobre os riscos de desastres. É também necessário preparar os Mapas de riscos de desastres ($S=1/10.000$), identificando as áreas vulneráveis ao desastre e predefinindo as rotinas de evacuações.

Deverá estabelecer como sendo índice de referência pluviométrica para o alarme o valor equivalente ao índice pluviométrico de 10 anos de retorno. Isso porque no Japão 93% das mortes com desastres de escorregamentos (com exceção dos desastres ocorridos no canteiro de obras) ocorreram dentro da condição de maior valor do índice de umidade do solo (saturação) medido nos últimos 10 anos (dados estatísticos de 1991 até 2000). O índice de referência pluviométrica para o alerta (=atenção) será estabelecido como sendo índice de chuva equivalente ao retorno de 1 ano, devido à necessidade de preparação para a situação de alarme, conscientização da população sobre o sistema de alerta/alarme de escorregamentos, além do treinamento dos membros do grupo de ação na emergência. A Defesa Civil de SC, com a cooperação da EPAGRI/CIRAM, irá realizar a revisão do índice de referência pluviométrica para a alerta e alarme de desastres de escorregamentos no mês de junho devido pouca chuva nesse período, baseado nos índices de chuvas acumulados.

9.3 Medidas estruturais para os desastres de escorregamentos

As medidas estruturais serão implementadas levando em consideração o valor de prejuízo potencial anual maior dos locais de riscos de escorregamentos.

Na análise de riscos dos desastres de escorregamentos e sedimentação, selecionamos 67 lugares prioritários de maior risco com prejuízo anual potencial maior do que R\$ 50.000,00 para adoção de medidas estruturais, excluindo a medida para Porto de Itajaí onde já estão tomadas as medidas adequadas. São 33 locais nas rodovias estaduais e 34 locais nas rodovias municipais. A meta para as medidas estruturais será estabelecida como sendo chuva provável de 60 anos e garantia de tráfego total ou parcial da rodovia.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-15 Exemplo de medidas de atenuação de desastres dos escorregamentos

9.4 Medidas de mitigação da produção de sedimentos

A adoção das medidas de sedimentação em toda bacia tais como cobertura de terrenos degradados com vegetação e recuperação da mata ciliar irá contribuir para a prevenção de erosão das margens do rio. O principal objetivo destes empreendimentos é preservação dos recursos hídricos e florestais e poderá obter resultados de melhoria do meio ambiente com a fixação de carbono através das medidas de mudanças climáticas.

Na bacia Hidrográfica Itajaí, as perdas econômicas pela sedimentação ocorrem somente no Porto de Itajaí, estimando-se aproximadamente R\$ 9 milhões de potencial de perda econômica anual equivalente a R\$ 19,00/m³.

As intervenções nas recuperações das vegetações e matas ciliares tem objetivo de preservar os recursos hídricos e preservações das áreas verdes. Os locais prioritários para adoção das medidas de mitigação da sedimentação são: Rio Luiz Alves que ainda não há exploração significativa da areia pelas empresas de grande porte e a região do Morro do Baú onde ainda não houve intervenção nos terrenos descobertos e leitos dos rios assoreados, após a tempestade de novembro de 2008.

O volume de deposição desses sedimentos na área do porto e o volume de dragagem são desconhecidos. Após identificar esses volumes de deposição e refluxo dos sedimentos do mar e esclarecer o mecanismo de deposição, seria ideal adotar as medidas de mitigação de produção de sedimentos que inclui a medida de refluxo de sedimentos.

9.5 Medidas para mitigação de enchentes bruscas

Como as medidas mitigadoras de desastres de inundações bruscas, recomenda-se executar construções de infraestruturas que regulam o escoamento superficial que evitam as enchentes. Em função do desenvolvimento urbano, o problema de enxurrada é causado pela diminuição das áreas verdes que possibilitam infiltrações das chuvas no subsolo. Estes problemas deverão ser tratados no planejamento urbano de cada cidade.

9.6 Melhoria das técnicas de implementação dos projetos estruturais e apoio técnico e financeiro aos empreendimentos privado para prevenção de desastres

Na tabela abaixo, a ilustração do suporte técnico necessário para o planejamento dos projetos executivos na mitigação dos escorregamentos/sedimentação.

Tabela-16 Suporte técnico necessário para mitigação dos escorregamentos/sedimentação e plano executivo

Discriminação da técnica	Objetivo e Resultado	Situação atual	Plano executivo
Implementação da obra de drenagem da água pluvial no loteamento habitacional	Prevenção de enchentes e inundações bruscas causadas pelo excesso da água de chuva que escoam na superfície na área de loteamento habitacional	Não existe normatização de critérios técnicos.	Normatização de critérios técnicos nas construções.
Obras de proteção de encostas e estabilização de encostas	Estabilização de encostas de loteamento habitacional e prevenção de sedimentação	Existem normas técnicas e metodologia de fiscalização das obras. Há casos concretos de ocorrência da sedimentação devido à desestabilização de encostas em função dos drenos inadequados.	Fortalecer a fiscalização dos projetos executados pelo Empreendedor (Estado ou Prefeitura). Realizar os treinamentos dos técnicos do Estado que atuam em projetos e execução de obras.
Remoção de terras de terraplenagem	Prevenção da sedimentação	Existem regulamentação e fiscalização eficiente exercida pela FATMA.	Dar continuidade com a regularização e fiscalização.

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Além de realizar o treinamento de prevenção com medidas simplificadas de mitigação para os empreendimentos privados de medidas estruturais, deverá promover a assistência financeira oriunda dos recursos privado-públicos.

10. Avaliação do Impacto Ambiental do Plano Diretor (AIA)

Os impactos sociais e ambientais se tornaram claros no processo de definição do escopo, as considerações necessárias e os pontos de mitigação foram analisados para o estudo mais detalhado dos Impactos Ambientais e para a implementação do Projeto. Baseado no manual de considerações socioambientais da JICA e estudo de impacto ambiental genérico do Brasil foram identificados 33 fatores sociais e ambientais e realizada a avaliação qualitativa simplificada.

11. Custo total de projetos do Plano Diretor, avaliação econômica e plano de implementação dos projetos

O Custo total do Plano Diretor é indicado na Tabela seguinte;

Tabela-17 Custo do Plano Diretor

(R\$×10³)

Nível de segurança para o controle de enchentes	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos
Medidas de mitigação dos desastres de enchentes	202.000	541.000	1.025.000	1.996.000
Medidas de desastres de escorregamentos	54.000			
Sistema de alerta e alarme de enchentes	4.000			
Sistema de alerta e alarme de escorregamentos e enchentes bruscas	4.000			
Total	264.000	603.000	1.087.000	2.058.000

Fonte: Equipe de estudos da JICA

Os custos dos empreendimentos foram orçados com base nos preços de 10/2010, conforme paridade cambial: R\$ 1.0 = JPY 47.87 = USD 0.58. Os custos unitários da cada obra foram estimados com base nos custos unitários do DEINFRA.

A avaliação econômica do Plano Diretor foi realizada considerando que as medidas para desastres de enchentes, medidas para mitigação dos desastres de escorregamentos e plano de fortalecimento do sistema de alerta fossem um único empreendimento. Neste Estudo, foi considerado que o benefício é os danos que deixam de ser causados por desastres para cada Plano de Enchente em Tempo de Retorno como o efeito das medidas adotadas. As perdas mencionadas serão minimizadas pela implementação das medidas. Os valores utilizados como bases de danos estimativos para cada Tempo de Retorno foram os das enchentes de outubro de 2001 e novembro de 2008. Os resultados das avaliações econômicas são os seguintes:

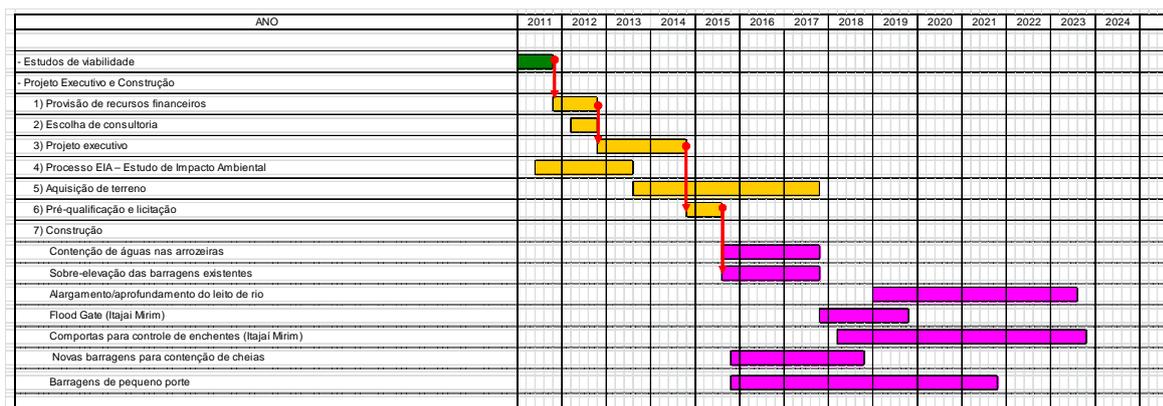
Tabela-18 Resultados da avaliação econômica

Indicador da Avaliação		5 anos	10 anos	25 anos	50 anos
TIR Econômico		29,2%	52,1%	41,6%	21,2%
Taxa de Desconto 6%	B/C	1,95	3,02	3,08	2,24
	VPLE(^10 ⁶)	390,4	1.135,2	1.437,9	1.427,9
Taxa de Desconto 10%	B/C	1,72	2,71	2,59	1,65
	VPLE(^10 ⁶)	197,5	642,2	758,6	582,2
Taxa de Desconto 12%	B/C	1,62	2,56	2,37	1,43
	VPLE(^10 ⁶)	145,6	507,9	575,6	362,4

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

A taxa de desconto foi determinada baseada na taxa de juros de longo prazo (TJLP) do Brasil. As taxas de descontos utilizadas para efeito de avaliação econômica foram consideradas que a taxa de desconto será de 6% se a situação econômica atual do Brasil permanecer estável, taxa de desconto de 10% se o progresso econômico ocorrer baseado na maior taxa de juros dos últimos 9 anos e a taxa de desconto de 12% são o caso mais comum da economia. O resultado de cálculo baseado nos custos econômicos e benefícios dos empreendimentos demonstram que a taxa interna de retorno é muito alta, portanto o resultado do benefício com a implementação das medidas é positivo. A implementação das medidas propostas é adequada.

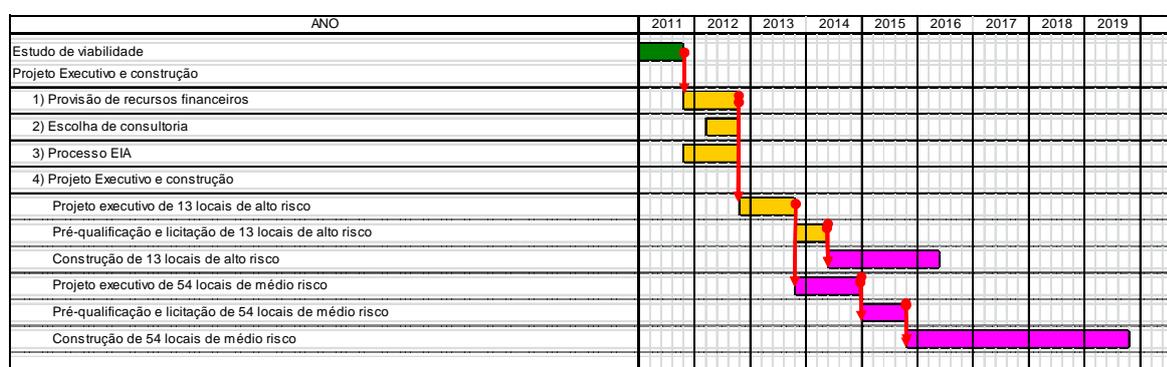
Na Figura-16 a ilustração do Plano de Execução das medidas de prevenção de enchente provável de 50 anos.



Fonte: Equipe de estudos da JICA

Figura-16 Plano de execução dos projetos para enchente provável de 50 anos

Na Figura-17 a ilustração do Plano de Execução das medidas estruturais para desastres de escorregamentos.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-17 Plano de execução dos projetos de medidas estruturais para os escorregamentos

12. Recomendações para o Plano Diretor

12.1 Recomendações para o Plano Diretor de medidas para mitigação das enchentes

O grau de segurança para enchentes que servirá de meta para a formulação das medidas dos desastres de enchentes no plano diretor (nível de proteção contra enchentes) é normalmente expresso em probabilidade de ocorrência ou tempo de recorrência. O grau de segurança é decidido politicamente, levando em consideração o tamanho do rio, além da importância e grau de desenvolvimento econômico dentro do contexto da região ou país, população e ocupação de solo da bacia, situação de patrimônio, etc. Do ponto de vista de segurança da população ao longo prazo, é desejável a adoção do grau mais elevado possível, porém, é necessário o dispêndio de gastos exorbitantes e longo tempo para sua concretização.

No Brasil, não é estabelecido o grau de segurança baseado na importância do rio e a bacia hidrográfica é a unidade básica físico-territorial de gerenciamento dos recursos que inclui o controle de enchentes, de acordo com a lei federal no 9433/1997. No presente estudo, foi formulado o plano diretor de medidas para prevenção e mitigação dos desastres para enchente provável de 5, 10, 25 e 50 anos. No futuro, será definido o grau de segurança mais desejável para a bacia do Rio Itajaí, após debate entre o governo do estado e Comitê da Bacia do Itajaí. Abaixo, explanamos as recomendações gerais das medidas de mitigação dos desastres de enchentes do plano diretor.

- i) No plano diretor de recursos hídricos que o Comitê do Itajaí formulou em março de 2010, constam programas de pequenas barragens de contenção no micro bacias e contenção da água de chuvas nas arrozeiras como medidas integradas de atenuação de enchentes e irrigação. O programa de pequenas barragens de contenção, análogo ao programa de contenção nas arrozeiras, visa o armazenamento temporário de águas de chuvas para ser utilizadas na irrigação no período de estiagem, construindo

- grande quantidade dentro do micro bacias e poderá retardar o escoamento da enchente. Em cada plano de enchentes estas medidas de cada micro bacia estão sendo propostas como componentes, portanto deverá implementar como medidas prioritárias.
- ii) O Comitê do Itajaí pretende construir grande quantidade de pequeno lagos de contenção dentro da bacia. No presente estudo, escolhemos os locais para construção de lagos de contenção na região de pequenos riachos, devido à limitação de tempo e disponibilidade somente de mapas antigas de 1:50000 com curva de nível equidistante 20 metros. É possível adotar como propostas alternativas a construção de pequeno lagos de contenção nas áreas agrícolas e de pastagens, conforme a intenção do Comitê da Bacia do Itajaí. Porém, no caso de plano de enchente provável de 5 anos, o volume necessário de contenção nos pequeno lagos na bacia é de 8.000.000 de m³, um lago com dimensão de 100 m x 100 m x 1 m de profundidade, daria para armazenar 10.000 m³, há necessidade de aproximadamente 800 lagos desse porte. No caso de planos de enchentes de 10 e 25 anos, há necessidade de construir 2800 açudes ou 4100 açudes respectivamente. Seria mais realista construir diversas barragens de pequeno porte que possibilitam armazenar volume razoável da água de chuva nos rios tributários a montante da bacia.
 - iii) As obras de sobre-elevação das barragens Oeste e Sul tornarão necessárias para os planos de enchentes de 25 e 50 anos em diante. Para enchentes de porte menor é possível controlar o escoamento de enchentes através de operação de comportas, porém aumenta o risco de transbordamento pelo vertedouro. Portanto, a sobre-elevação das duas barragens é necessária para reduzir o risco de transbordamento do vertedouro.
 - iv) Para a operação adequada das barragens, há necessidade de identificar a vazão afluenta horária que entra no reservatório. De maneira geral, o volume da vazão afluenta na barragem é determinado pela variação do nível de reservatório e volume de descarga. Portanto, o gestor da barragem deverá manter atualizada a informação de curva-chave H-V (relação entre o nível da água e o volume de água no reservatório), curva-chave H-Q (relação entre o nível da água e volume de descarga conjugado com a abertura/fechamento das comportas) das barragens. Entramos em contato com o DEINFRA e CELESC que são os gestores das barragens, mas essas instituições não dispõem de informações sobre as curvas-chaves. Além disso, pouco restou dos desenhos que foram elaborados na fase inicial da construção. A curva H-V tornará possível elaborar com bastante precisão quando concluir o levantamento aerofotogramétrico e elaborar o mapa 1:10.000. Haverá necessidade de manter atualizada a curva H-Q, efetuado o cálculo hidráulico. É recomendável manter essas informações básicas atualizadas para realizar a gestão adequada das barragens.
 - v) Na formulação do plano diretor, foi considerado o efeito de retardamento de enchentes nas áreas agrícolas e de pastagens às margens dos rios durante as enchentes, adotando esse efeito de retardamento como sendo medida de mitigação, espalhando as enchentes. Portanto, é importante ressaltar que a vazão de projeto adotado para a formulação do plano diretor não foi considerado o futuro desenvolvimento urbano (terraplenagem, loteamento residencial, etc.) que poderá reduzir o efeito de retardamento e aumentar a vazão de enchente à jusante.
 - vi) A vazão de projeto da cidade de Itajaí foi calculada, pressupondo que as águas de enchentes oriundas do vale do Rio Itajaí que escoam para a extensa planície aluvial entre a cidade de Gaspar até Itajaí inundam essas planícies, exercendo o efeito de retardamento, reduzindo a vazão de enchentes. Essas áreas de pastagens e agrícolas devem ser preservadas na medida do possível, limitando o desenvolvimento urbano futuro nessa área. Porém, se não for possível frear o desenvolvimento urbano nessas áreas deverá obrigar ao empreendedor a adoção das medidas compensatórias tais como a construção de lagos de regulação ou implementação das medidas estruturais de contenção de enchente na montante, compensando o aumento da vazão a jusante. A coordenação que envolve diversos municípios deverá ser realizada pelo Governo do Estado.

- vii) A ausência do gestor de rios tem sido apontada como sendo problema para o sistema de alerta para as enchentes. O Comitê do Itajaí é responsável pela formulação do plano de recursos hídricos, porém, não é adequado para exercer a função do gestor de rios. Considerando que há necessidade da tomada de decisão de cunho político quando se trata de planos e projetos executivos de obras para a prevenção das enchentes, o Governo do Estado deverá ser o responsável pela gestão de rios. A Diretoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável – SDS é responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos (atualmente gerencia somente o uso de água) e do sistema de informações hidrológico e meteorológico, deverá assumir também a gestão de rios.
- viii) Em relação ao contexto acima, existe necessidade de manter atualizadas as informações sobre o volume da chuva, a vazão, nível da água, além da situação do canal de rio para executar de maneira adequada o plano hídrico e gestão de rios. A vazão é determinada através do nível da água, então há necessidade de deixar elaborada a curva-chave H-Q (relação entre o nível de rio e a vazão). A curva H-Q é elaborada, baseado no levantamento da seção transversal do rio onde existe a estação de medição hidrológica, além dos dados de medição da vazão do período normal e durante a enchente. A medição da vazão deverá efetuar anualmente, atualizando a curva H-Q com boa precisão. A deposição dos sedimentos no canal de rio influencia na capacidade do escoamento do canal, portanto é recomendável efetuar o levantamento da seção transversal do canal regularmente. Em relação ao levantamento de campo, deverá estabelecer o ponto de referência para poder identificar a variação do perfil do canal no decorrer do tempo. O intervalo de levantamento de campo deverá ser entre 3 a 5 anos em cada ponto e realizar o levantamento anualmente numa determinada ordem. Esses dados básicos deverão ser mantidos no banco de dados em condições de uso a qualquer momento. Em relação à estação de medição do índice pluviométrico e nível da água, há necessidade de elaborar o cronograma de manutenção e atualização dos equipamentos regularmente.

12.2 Recomendações para o Plano Diretor de medidas para mitigação dos desastres de escorregamentos e produção de sedimentos.

- i) A região objeto de estudo do plano diretor é a Bacia do Rio Itajaí, porém, a instalação do sistema de alerta para a inundação brusca e escorregamento será implementada para todo o estado de Santa Catarina, visando à racionalização dos custos de desenvolvimento do sistema. Em todos os municípios existem diferenças quanto aos riscos, porém os riscos de escorregamentos e de enchentes bruscas existem em qualquer município, então a proposta é instalar pelo menos 1 pluviômetro em cada município.
- ii) O índice de referência que será utilizado no sistema de alerta para inundação brusca e escorregamento será baseado no índice de chuva sucessiva em unidade de tempo (por exemplo, precipitação de 30 minutos). Na determinação do índice de referência, é recomendável expressar com único valor e não utilizar o valor conjugado (por exemplo, precipitação de 90 horas e 48 horas). Com a adoção de um único valor numérico, haverá possibilidade de avaliar o grau de risco em ano de retorno para o índice de referencia que foi determinado como sendo ponto de alerta. No momento de disparar a alerta, é fundamental transmitir mensagem com conteúdo que a população sinta a iminência de perigo.
- iii) Este sistema será implantado como sendo novo sistema, portanto, o plano de ação de contingência será o mesmo do sistema de alerta para as enchentes, quando for disparar o alerta. O município deverá determinar o local iminente de riscos de desastres de escorregamentos e inundações bruscas, deverá estabelecer previamente a rota de evacuação quando for disparado o alerta, deverá realizar os treinamentos da população e instituições correlatas e estar preparado para evacuação sem problemas e garantir a vida humana. A Prefeitura de Blumenau está elaborando o mapa de risco detalhado de escorregamentos, esse tipo de dados servirão de material básico eficiente para esse sistema. Na cidade de Ilhota está elegendo pessoas responsáveis para comunicação e ação de contingência para cada bairro, preparando para a situação dos desastres, esse tipo de ação deverá ser estendido para

outras cidades.

- iv) Em relação às medidas de desastres que envolvem obras de desenvolvimento residencial, há necessidade de fortalecer a fiscalização dos projetos executados pelo empreendedor, além de realizar os treinamentos dos técnicos do Governo de Estado que realizam o gerenciamento do projeto e construção.
- v) Nos loteamentos residenciais, onde há aumento de escoamento superficial de águas pluviais, aumenta a possibilidade de ocorrência de inundações. Com o intuito de evitar inundações, deverá estabelecer os critérios técnicos para a instalação do sistema de drenagem pluvial, além de orientar os técnicos da administração pública.
- vi) As medidas estruturais de desastres de escorregamentos são medidas de redução da produção de sedimentos ao mesmo tempo. Nas áreas degradadas e permanecem nuas e encostas de rodovias deverão estabilizar as encostas, implementando projetos de revestimento vegetal, plantando espécies arbóreas onde não há perigo de quedas. As espécies arbóreas deverão ser aquelas previstas nas medidas de mudanças climáticas que contribuirão no processo de fixação do carbono.
- vii) As medidas eficientes contra a produção de sedimentos são reflorestamentos das áreas degradadas e nuas e recuperação das matas ciliares às margens dos rios para prevenção das erosões. Tendo como principal objetivo a preservação dos recursos hídricos, florestas e meio ambiente, esses projetos múltiplos irão contribuir também para a mitigação de desastres de escorregamentos. Deverá implementar os programas de recuperação da mata ciliar, programa de preservação das áreas de mananciais que fazem parte do plano diretor de recursos hídricos, elaborado pelo Comitê do Itajaí em 03/2010.
- viii) Dentro da Bacia do Rio Itajaí, o Porto de Itajaí tem sofrido maior prejuízo econômico devido ao assoreamento do leito de rio com muita frequência. Porém o volume de transporte e deposição dos sedimentos e o volume de dragagem nunca foram calculados. Há necessidade de calcular esses volumes e esclarecer o mecanismo de deposição de sedimentos, incluindo o transporte de sedimentos pela maré. Uma das ideias seria solicitar pesquisas e experimentos hidrológicos para a Universidade UNIVALI. Baseado nesse resultado deverá formular medidas eficientes de redução de sedimentos e areias na área do Porto de Itajaí.

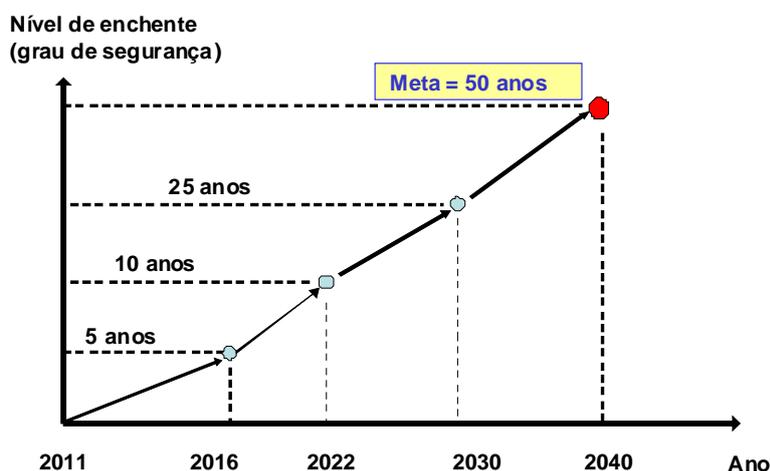
PARTE II ESTUDO DE VIABILIDADE

13. Seleção dos projetos prioritários

13.1 Seleção dos projetos prioritários

A Equipe do Estudo da JICA apresentou o Relatório Intermediário para o Governo do Estado de Santa Catarina em 10 de dezembro de 2010, de acordo com o Escopo de Trabalhos predefinido para o presente Estudo. O Relatório Intermediário descreveu o Plano Diretor de Prevenção de Desastres na Bacia do Rio Itajaí que foi formulado na primeira fase de levantamento de campo que se iniciou em 25 de março de 2010.

O Governo do Estado de Santa Catarina decidiu pela adoção de medidas com objetivo de assegurar o grau de segurança para enchente provável de 50 anos. Para atingir a segurança de enchentes provável de 50 anos, há necessidade de montante de recursos enormes, além de longo tempo para sua implementação. Conforme ilustrado na Figura-18 abaixo, a diretriz é implementar as medidas estruturas de controle de enchentes de maior prioridade, conjugadas com as medidas não estruturais, com intuito de atenuar os danos de inundação e aumentar o grau de segurança gradativamente. Baseado na diretriz acima, o Governo de Estado decidiu adotar medidas para enchente provável de 10 anos como grau de segurança na 1ª fase de implementação.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-18 Ilustração da implementação das medidas para enchentes de forma gradativa

O objeto de estudos para a fase 2 do Estudo de Viabilidade foram selecionadas os projetos prioritários que serão implementados na 1ª fase pelo Governo de Estado, conforme listado abaixo.

- i) Contenção de água de chuvas nas arrozais
- ii) Sobre-elevação das barragens de contenção de cheias e modificação na operação das comportas (2 barragens)
- iii) Modificação na operação das barragens hidrelétricas (2 barragens)
- iv) Fortalecimento do sistema vigente de alerta para enchentes
- v) Instalação das comportas hidráulicas no Rio Itajaí Mirim na cidade de Itajaí

Além dos projetos prioritários acima, foram selecionadas 2 projetos abaixo como medidas para desastres de escorregamentos para ser implementados na 1ª fase.

- i) Medidas de estabilização dos taludes das rodovias (13 localidades)
- ii) Instalação do sistema de alerta para escorregamentos e inundações bruscas

14. Estudo de viabilidade do projeto de contenção de água de chuvas nas arrozeiras

14.1 Síntese do Plano

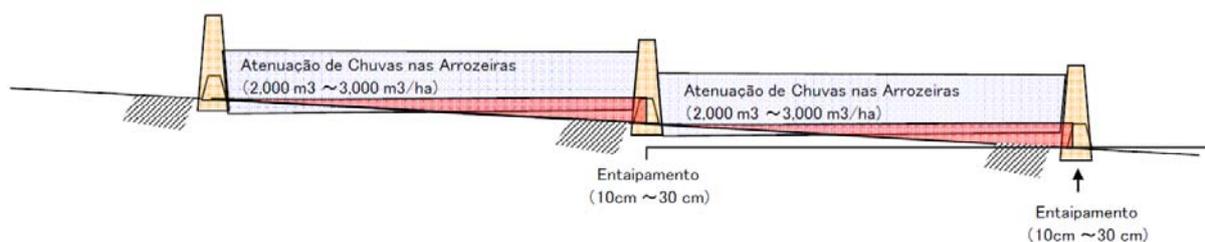
Este plano de contenção da água de chuvas nas arrozeiras, além de contribuir na atenuação de enchentes, permitirá aos agricultores modernizar o seu sistema produtivo, ajustando-se ao código florestal e paulatinamente sendo introduzida a produção de arroz com melhor qualidade e maior segurança alimentar. Será implementado os projetos abaixo como principais medidas:

- | | |
|--|--|
| Aumento da capacidade de atenuação das cheias: | - Elevação de alturas das taipas de arrozeiras |
| Uso de solo adequado à Legislação Ambiental | - Recuperação da mata ciliar |
| | - Incentivo ao uso do solo em conformidade com a Legislação Ambiental |
| Oferta de alimentos seguros | - Incentivo à introdução do sistema de Produção Integrada de Arroz - PIA |

Com aproximadamente 2.000 agricultores, as arrozeiras estendem-se por toda a bacia, portanto, a forma do contrato é um fator complicador na implantação deste plano. Em função dessas características e havendo muitas etapas a serem realizadas para a sua concretização, sugere-se que a execução seja efetivada da seguinte maneira:

Governo	Produtores
<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilização de serviços e consultorias para a implementação do Plano - Disponibilização de maquinário necessário para as obras - Fornecimento das Mudas para a recomposição da mata ciliar e de materiais para cercar essa área - Financiamento das despesas dos operadores das máquinas 	<ul style="list-style-type: none"> - Obras de elevação das taipas (as áreas particulares, por seus proprietários e as áreas comuns, pela organização comunitária). - Plantio de mudas e execução das obras de contenção de margens do rio - Participação no Fundo de despesas

No projeto de atenuação das cheias nas arrozeiras pretende-se executar os entaipamentos do atual 10 cm para 30 cm (10 cm em média), esperando aumentar a capacidade de atenuação das chuvas para mais 2.000 ~3.000 m³ por hectares, conforme ilustrado na Figura seguinte:



Fonte : Equipe de Estudo da JICA

Figura-19 Ilustração do método de contenção de enchentes nas arrozeiras

14.2 Estrutura de implementação do projeto

A execução das obras terá como base, o uso racional e econômico dos recursos financeiros, com ampla participação dos produtores na obra. O governo do Estado financiará os materiais e maquinários necessários para a execução das obras, bem como oferecerá serviços de consultoria e treinamento. O órgão executor deste projeto será a Secretaria de Estado da Defesa Civil - SDC. Para a implementação deste projeto, serão adquiridos as máquinas, implementos e consultorias. Os maquinários adquiridos serão administrados pela Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina- CIDASC para disponibilizar aos produtores. As despesas necessárias para a implementação das obras pelos produtores serão financiadas pelo Fundo de Desenvolvimento Rural - FDR. As obras serão implementadas pelos produtores de arroz, através do uso de máquinas adquiridas pelo projeto. A Defesa Civil fornecerá as máquinas e a consultoria necessárias a cada unidade, distribuindo para cada Unidade de Coordenação das obras. As necessidades das máquinas e a consultoria deverão ser planejadas com o objetivo de atender

aproximadamente 2.000 agricultores que irão implementar as obras de entaipamento.

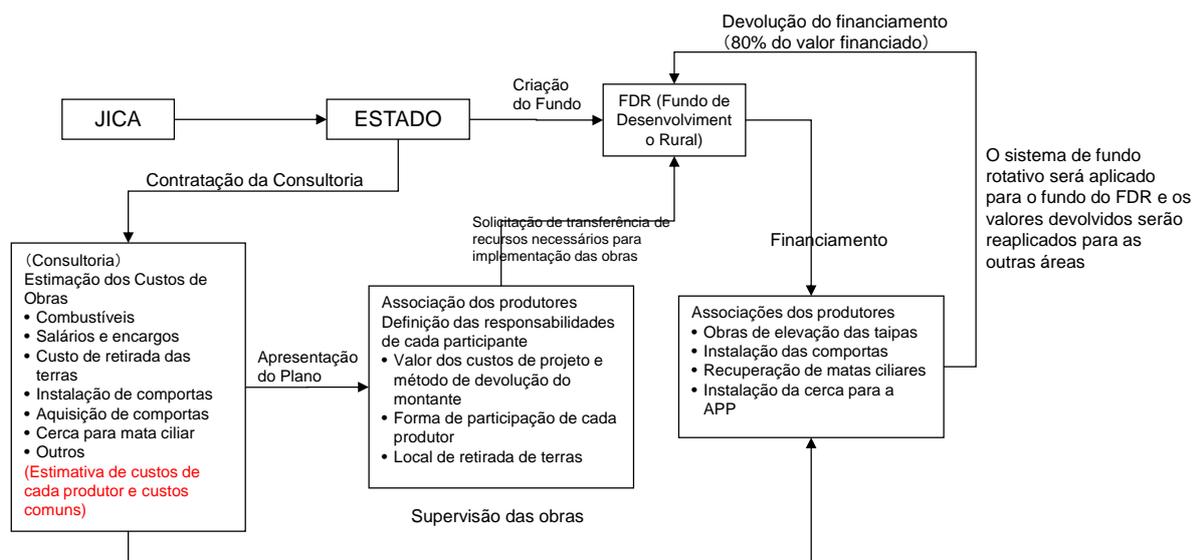
14.3 Processo de execução do projeto

O Projeto de contenção de enchentes nas arrozeiras será implementado diretamente pela associação dos produtores, utilizando os maquinários cedidos e administrados pela CIDASC. A associação dos produtores será responsável pela solicitação dos recursos necessários abaixo para as obras ao FDR, bem como seu desembolso:

- Custo de Combustível;
- Mão de Obra e salários;
- Materiais (local de retirada de terra, cimento, tijolo, etc.).

Os recursos necessários para a implementação serão administrados pela associação dos produtores e repassados para os associados. Após definir os custos de implementação de cada associado, baseado no plano operacional do projeto, a associação irá solicitar os recursos necessários ao FDR estabelecendo a condição de desembolso futuro.

Estes recursos oriundos do FDR serão reembolsados sob a responsabilidade da associação, num total de 80% do valor financiado. A associação dos produtores estabelecerão os regulamentos e as responsabilidades de cada beneficiário em seu valor e sua contribuição, antes do início da obra. Abaixo, o fluxo dos recursos:



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura-20 Metodologia de Gerenciamento do Projeto

15. Estudos de viabilidade para a sobre-elevação das barragens de contenção de cheias e modificação na operação das comportas

15.1 Levantamentos topográficos e condições geológicas

O levantamento topográfico, necessário para o estudo de viabilidade do projeto de sobre-elevação das barragens, foi realizado nas duas barragens para confirmar as principais dimensões estruturais. Além disso, foi realizada a sondagem geotécnica para estimar o perfil das fundações das barragens. Foram realizadas perfurações em três (3) locais na barragem Oeste e um (1) local na barragem Sul. Com base nos resultados da sondagem e na pesquisa detalhada de campo, a resistência à compressão não confinada do leito rochoso recente foi estimada em 30M N/m², classificada como rocha com resistência média. Na zona de rupturas, o espaçamento das fendas é maior do que 5 cm. A resistência ao cisalhamento foi estimada em $\tau=1,0 + \sigma \tan 38^\circ$ (MN/m²), baseado nos resultados existentes do teste de cisalhamento com a rocha similar.

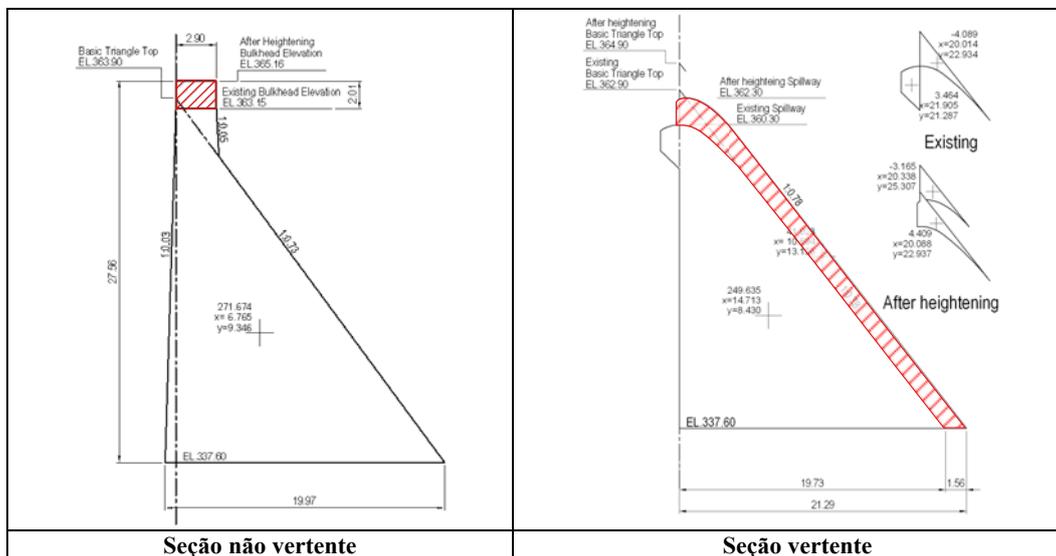
15.2 Projeto básico da sobre-elevação das barragens

(1) Barragem Oeste

Considerando o levantamento topográfico e o cálculo hidráulico da vazão de projeto, aparentemente a seção não vertente do corpo da barragem pode ser sobre-elevada em 2,01 m, embora a seção do vertedouro deva ser sobre-elevada em 2,0 m.

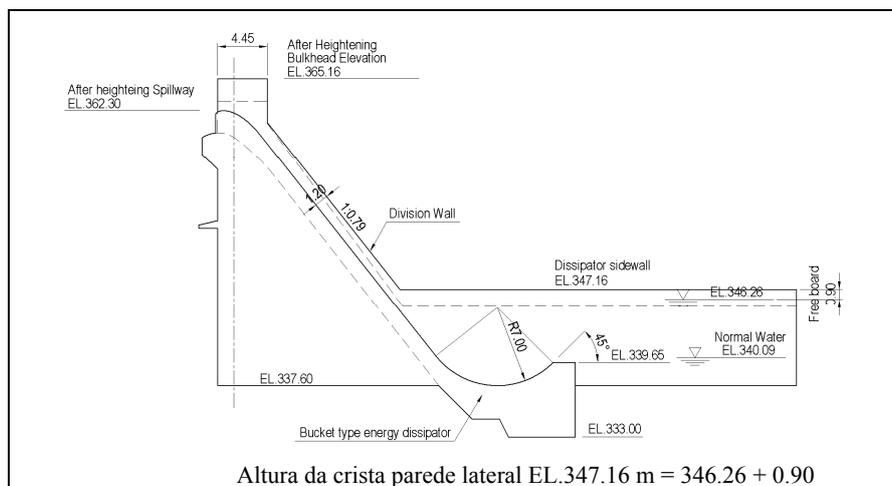
Na Figura 21 a ilustração das seções básicas de sobre-elevação da barragem. Em relação à seção vertente, foi identificado que a estabilidade não é satisfeita nas condições atuais. Conforme ilustrada na mesma figura, foi proposto o revestimento de concreto no talude de jusante em toda a seção do vertedouro com espessura de 1.20 m com a inclinação 1:0,78. Em relação à seção não vertente, satisfazem o fator de segurança requerido para a estrutura contra o tombamento.

Na barragem Oeste não tem instalado o dissipador de energia atualmente, a sobre-elevação do vertedouro poderá causar energia cinética maior porque a altura da lâmina da água se torna mais alta, portanto, foi avaliada a instalação do dissipador de energia. O dissipador proposto é do tipo soleira côncava ilustrada na Figura-22, considerando que o nível de água do rio imediatamente à jusante da barragem é sempre alto o suficiente.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-21 Seção transversal padrão para sobre-elevação da barragem Oeste

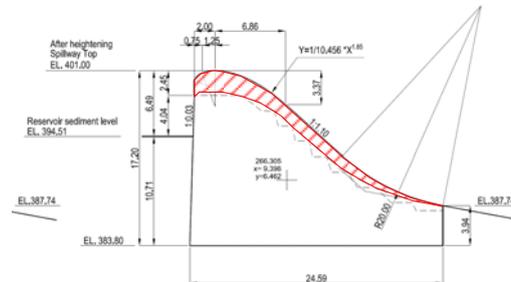


Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-22 Formato do dissipador de energia após a sobre-elevação da barragem Oeste

(2) Barragem Sul

Conforme a ilustração da Figura-23, a vazão de projeto da parte vertente é 2.570 m³/s (= enchente com retorno em 10.000 anos) e a profundidade da parte vertente na passagem da vazão acima é 7,0. Entretanto, mesmo com a sobre-elevação do vertedouro em 2,0 m, há espaço suficiente de borda livre (situação atual é 4.0 m = 11.0 m – 7.0 m), portanto a diretriz será sobre-elevação somente do vertedouro de 2.0 m.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-23 Formato de sobre-elevação da parte vertente da barragem Sul

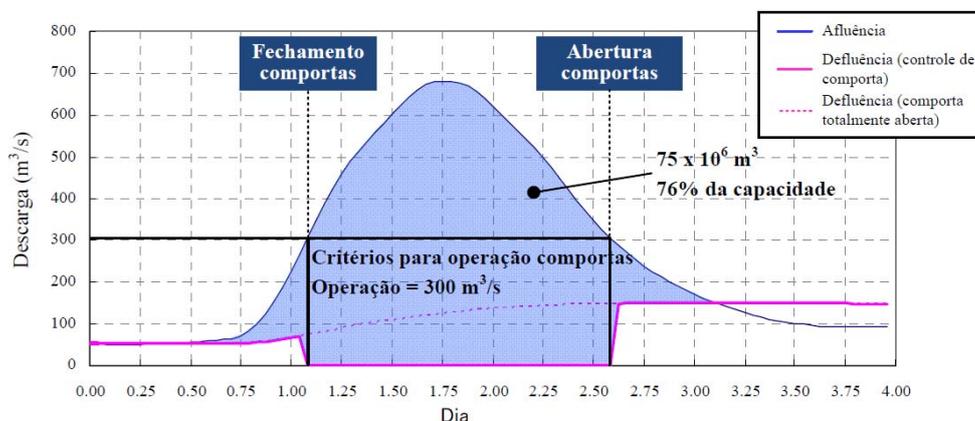
15.3 Avaliação técnica das instalações existentes das comportas de conduto

Considerando que as comportas de conduto das barragens Oeste e Sul foram construídos há mais de 40 anos, existe a preocupação de que a resistência das comportas do conduto tenha enfraquecido devido ao longo período de corrosão. Porém, não há indícios de corrosão e a situação do conduto é bem sólida. O resultado de medição da espessura da chapa das comportas indica que os valores da corrosão devem estar entre 0,1 a 0,2 mm. Portanto, foi concluído que a perda por corrosão é pequena.

Para efetuar a avaliação do projeto da comporta, em relação à resistência das comportas e tubos de conduto existentes, foi utilizada a norma brasileira ABNT NBR 8883:2008. O resultado da avaliação é que as instalações existentes são satisfatórias mesmo com a sobre-elevação da barragem e conseqüente elevação do nível da água de 2 metros.

15.4 Modificação na operação das barragens

Na Figura-24 a ilustração da operação de controle de enchente da barragem Oeste. Se todas as comportas forem totalmente abertas durante enchente provável de 10 anos, a vazão máxima de enchente na cidade de Taió é estimada em 520 m³/s. Esta vazão excede a atual capacidade de escoamento de 440 m³/s na cidade de Taió, portanto, haverá necessidade de reduzir 80 m³/s da vazão de pico.

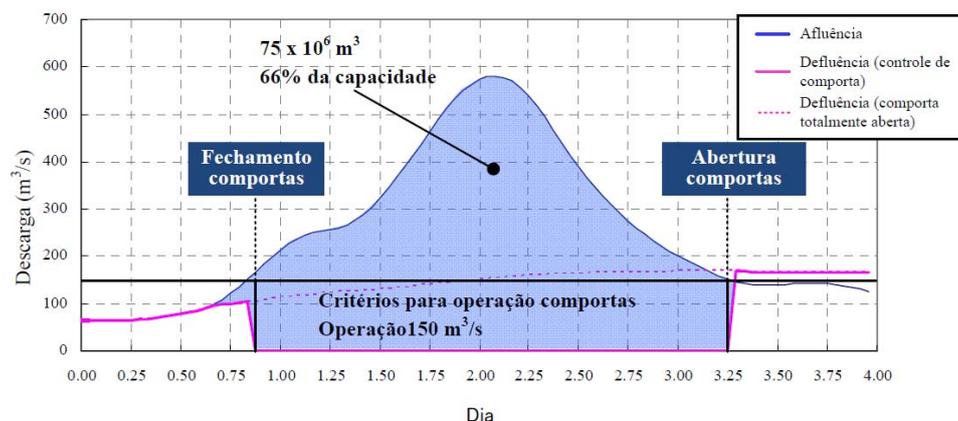


Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-24 Método de regulação da enchente na barragem Oeste

Na Figura-25 a ilustração da operação para o controle de enchente na barragem Sul. Se todas as comportas forem totalmente abertas durante a enchente provável de 10 anos, a vazão máxima da enchente na cidade de Rio do Sul no Rio Itajaí do Sul é estimada em 570 m³/s. Esta vazão excede a atual capacidade de

escoamento de 440 m³/s na cidade de Rio do Sul, portanto, haverá necessidade de reduzir 130 m³/s do pico da vazão.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-25 Método de regulação da enchente da barragem Sul

16. Estudos de viabilidade para modificação na operação das barragens hidrelétricas.

16.1 Antecedentes da modificação na operação das barragens

No plano diretor, foi proposta a utilização das barragens Rio Bonito e Pinhal que são barragens para geração de energia hidrelétrica da CELESC, existentes no Rio dos Cedros, para o controle de enchentes através da descarga preventiva quando há previsão de enchente. A descarga preventiva visa criar um espaço do reservatório para a contenção de enchentes, reduzindo o nível da água da barragem de acumulação antes da chegada da enchente.

A cidade alvo para essa medida é Timbó, onde o Rio dos Cedros e Rio Benedito se juntam. A atual capacidade de escoamento do Rio Benedito na cidade de Timbó é aproximadamente 860 m³/s, sendo que a vazão provável de enchente de 10 anos é aproximadamente 920 m³/s. Portanto, a capacidade do escoamento é insuficiente para enchente provável de 10 anos. Por outro lado, a vazão afluente para enchente provável de 10 anos nessas duas barragens é 210 m³/s. A vazão defluente total das duas barragens deve ser controlada em conjunto para não exceder 140 m³/s e manter abaixo da capacidade de escoamento na cidade de Timbó através do uso do espaço criado no reservatório de acumulação com a descarga preventiva.

16.2 Estudos sobre a descarga preventiva

O volume de contenção de enchente necessária a ser criado pela descarga preventiva foi analisado através da simulação de operação do reservatório em ambas as barragens. Os resultados da análise estão resumidos na Tabela 19. O volume necessário para a descarga preventiva foi estimado em 1,4 milhão de m³ para a barragem Rio Bonito e 3,2 milhão de m³ para a barragem Pinhal.

Tabela-19 Volume Necessário para o Controle de Enchentes através da Descarga preventiva nas Duas Barragens: Rio Bonito e Pinhal

Discriminação	Barragem Rio Bonito	Barragem Pinhal
Nível máximo da água em operação	EL.589,5 m	EL.652,0 m
Diminuição de nível com descarga preventiva	0,5 m	1,0 m
Nível de água após a descarga preventiva	EL.589,0 m	EL.651,0 m
Volume de contenção de enchentes através da descarga preventiva	1,4 x 10 ⁶ m ³	3,2 x 10 ⁶ m ³
Vazão afluente máxima	85 m ³ /s	125 m ³ /s
Vazão defluente máxima	60 m ³ /s	85 m ³ /s
Redução da vazão de pico na afluência	25 m ³ /s	45 m ³ /s
Operação das comportas durante enchentes	Constantemente aberta	Constantemente aberta
Abertura da comporta do vertedouro	0,5 m	1,0 m

Abertura da comporta da tomada d'água	2,6 m	2,6 m
Operação das comportas antes do controle de enchentes	Manter o nível da água a EL. 589 m (vazão afluyente = vazão defluyente) através da operação da comporta da tomada d'água	Manter o nível da água a EL. 651 m (vazão afluyente = vazão defluyente) através da operação da comporta da tomada d'água
Operação das comportas após o controle de enchentes	Manter o nível de água a EL. 589,5 m (vazão afluyente = vazão defluyente) através da operação da comporta do vertedouro	Manter o nível de água a EL. 652 m (vazão afluyente = vazão defluyente) através da operação da comporta do vertedouro

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Quando ocorrer a enchente maior do que previsto, deverá controlar as comportas do verterouro no momento em que o nível da água no reservatório atingir o nível máximo, mantendo a vazão afluyente igual à vazão defluyente, mantendo o nível máximo permitido no reservatório. Como a descarga preventiva aumenta o fluxo no rio à jusante, os operadores das barragens e o administrador do rio devem prestar atenção à segurança dos ribeirinhos que residem ao longo das regiões à jusante do rio, como se segue:

Para evitar o transbordamento do canal de rio em função da descarga preventiva, o nível de água ao longo dos trechos à jusante do rio deve ser monitorado nas cidades de Timbó e Rio dos Cedros.

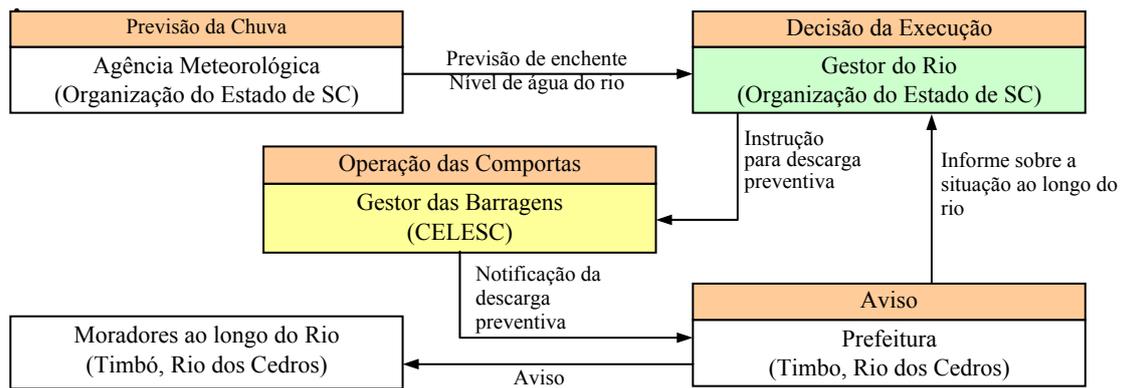
Deverá dar o aviso de descarga preventiva aos moradores que residem ao longo das regiões à jusante através de sirenes, antes da descarga preventiva.

CIRAM faz a previsão da chuva usando o modelo ETA do INPE e o modelo WRF dos EUA para os 5 dias sucessivos. No momento, a Defesa Civil, EPAGRI e SDS pretendem estabelecer um novo sistema de previsão de chuvas e de enchentes com dados de satélite do INPE. Espera-se melhorar a precisão da previsão de enchentes através do desenvolvimento deste novo sistema.

16.3 Proposição da organização de funcionamento

Na Figura-26 a ilustração da proposta da estrutura organizacional para a execução da descarga preventiva das duas barragens.

- A decisão e operação da descarga preventiva são de competência da instituição do Governo de Estado, responsável pelo gerenciamento do rio, portanto, essa instituição deverá instruir a execução da descarga preventiva para a CELESC com base na previsão de enchente informado pelo CIRAM e monitorar o nível da água ao longo do Rio dos Cedros.
- A operação das comportas deverá ser executada pelo Operador da CELESC.
- A CELESC deverá informar a descarga preventiva às prefeituras (Timbó e Rio dos Cedros) antes da descarga preventiva, e as prefeituras locais deverão disparar o alarme para os moradores que vivem ao longo do rio, baseado na informação da CELESC.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-26 Proposta da estrutura organizacional para a execução da descarga preventiva

17. Estudos de viabilidade para instalação das comportas no Rio Itajaí Mirim, em Itajaí.

17.1 Características de enchentes do Rio Itajaí Mirim

A região ao longo do Mirim Antigo é relativamente baixa, variando entre EL. 1,0 e 3,0 m. Por outro lado, a região ao longo do Canal é relativamente alta, com cotas variando de EL. 3,0 a 4,0 m, aproximadamente. O Canal tem maior capacidade de escoamento, porém nas margens do Mirim Antigo ocorrem inundações frequentes. No Plano Diretor, foi proposta a instalação de duas comportas no Mirim Antigo com o objetivo de mitigar a inundação ao longo do rio.

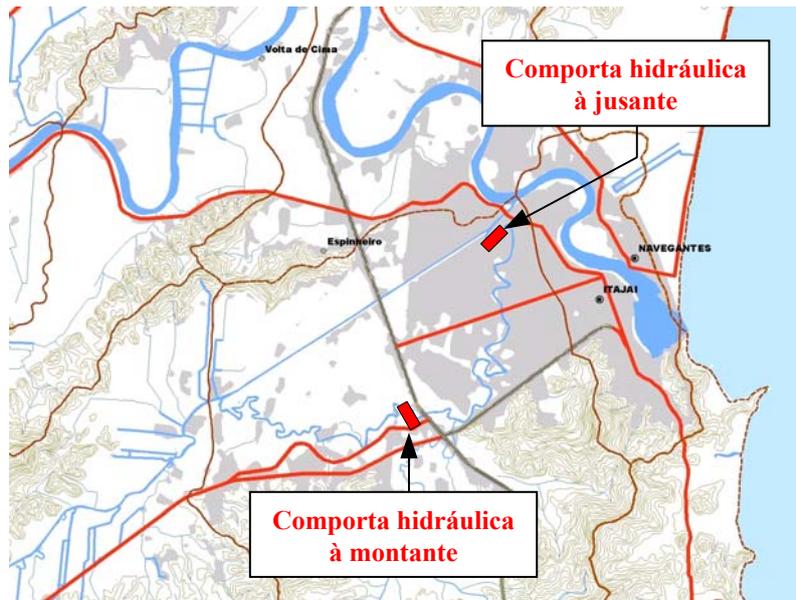
Existem três principais causas para a inundação na cidade de Itajaí ao longo do Mirim Antigo. A primeira é a enchente na bacia à montante do Rio Itajaí Mirim, a segunda é o refluxo da água de enchente do Rio Itajaí-açu e a terceira é o problema da drenagem subterrânea da água de chuva que cai dentro da cidade.

17.2 Função e operação das comportas hidráulicas e seus efeitos

Foi proposta a instalação de comportas em dois locais no Mirim Antigo como mostrado na Figura-27. A comporta à montante irá evitar inundação do Rio Itajaí Mirim na área urbana e a comporta à jusante irá evitar o refluxo da água de enchente do Rio Itajaí-açu.

A comporta à montante deve ser fechada quando a vazão de enchente do Itajaí Mirim atingir a capacidade de escoamento do Mirim Antigo, portanto, para essa operação irá necessitar da informação do nível da água do Mirim Antigo na área urbana (jusante da BR-101).

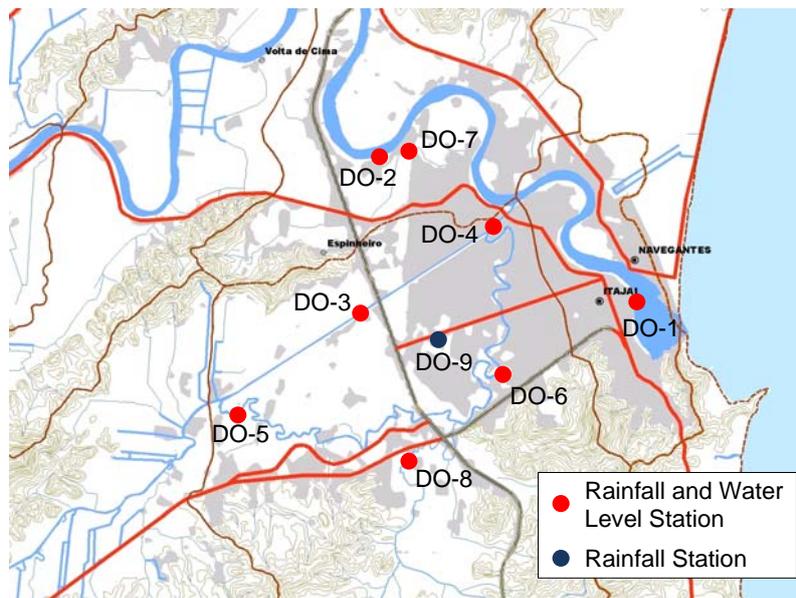
Por outro lado, a comporta à jusante deve ser fechada quando o nível da água do extremo-jusante no Mirim Antigo atingir o nível crítico. Portanto, a operação da comporta à jusante também requer informação sobre o nível da água do extremo-jusante no Mirim Antigo.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-27 Mapa de Localização das Comportas no Mirim Antigo

Em fevereiro de 2011, a Defesa Civil de Itajaí instalou 8 novas estações de medição do nível da água e volume de chuva, totalizando 9 estações. A Tabela 5.2.3 ilustra mapa de localização dessas estações. Os dados de medição das estações “DO-06” e “DO-04” serão utilizados para a operação das duas comportas acima.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

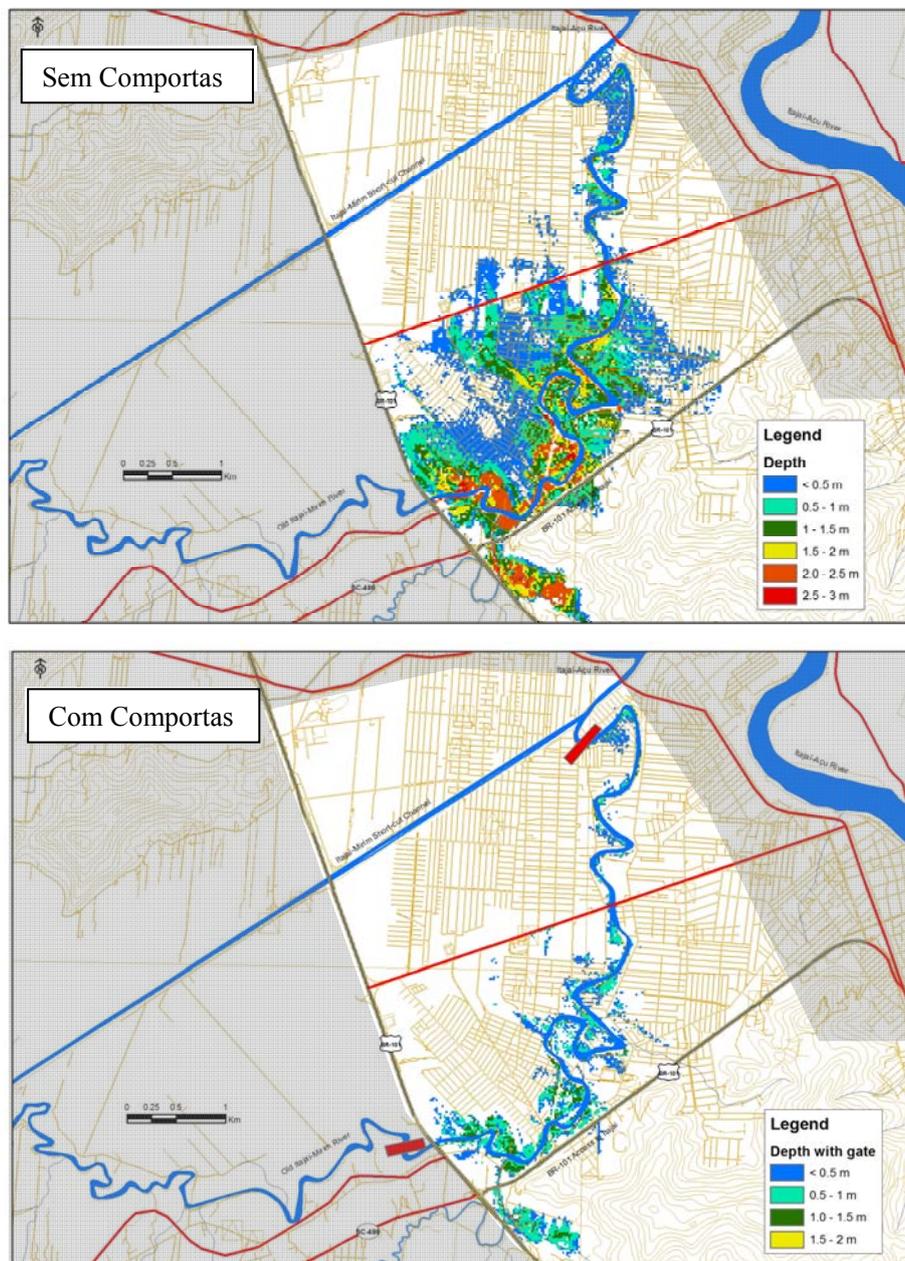
Figura-28 Localização das Estações de Nível da água e chuva Instaladas no Município de Itajaí

A área e a profundidade de inundação na área à jusante da BR-101 ao longo do Mirim Antigo com e sem as comportas são ilustradas na Figura 29. O efeito das comportas é ilustrado na Tabela 20.

Tabela-20 Área de Inundação ao longo do Mirim Antigo

Profundidade de inundação (m)	Área de inundação (m ²) Sem as comportas	Área de inundação (m ²) Com as comportas	Redução da área de inundação com as comportas (m ²)
0,00 < 0,5	2.216.400	564.400	1.652.000
0,5 – 1,0	1.299.600	527.600	772.000
1,0 – 1,5	848.800	242.000	606.800
1,5 – 2,0	431.600	22.000	409.600
2,0 – 2,5	441.200	0	441.200
2,5 – 3,0	40.000	0	40.000
Total	5.277.600	1.356.000	3.921.600

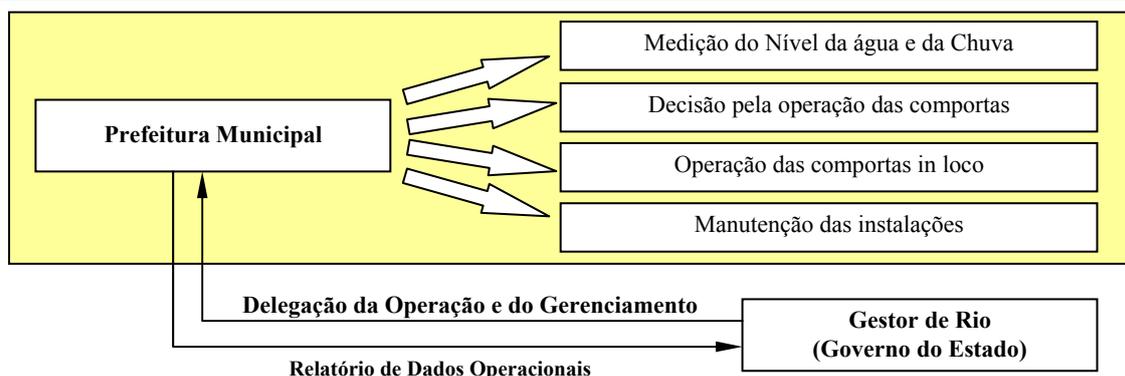
Fonte: Equipe de Estudo da JICA



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura-29 Comportas

A operação das comportas requer informações hidrológicas apenas da cidade de Itajaí e sua operação afeta apenas a cidade de Itajaí. Portanto, a operação deve ser realizada pela prefeitura municipal de Itajaí.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura-30 Proposta da estrutura organizacional para a operação de comportas

17.3 Projeto básico das comportas hidráulicas

Os dois locais propostos para as comportas estão localizados na planície aluvial do Mirim Antigo. De acordo com o levantamento geotécnico realizado no presente estudo, a geologia de ambos os locais é um depósito aluvial do Sistema Quaternário com profundidade de mais de 38 metros, embora a profundidade de fundo do depósito aluvial não esteja confirmada. As camadas de base estavam localizadas abaixo do leito do rio a 12 m de profundidade na comporta à jusante e a 30 m de profundidade na comporta à montante.

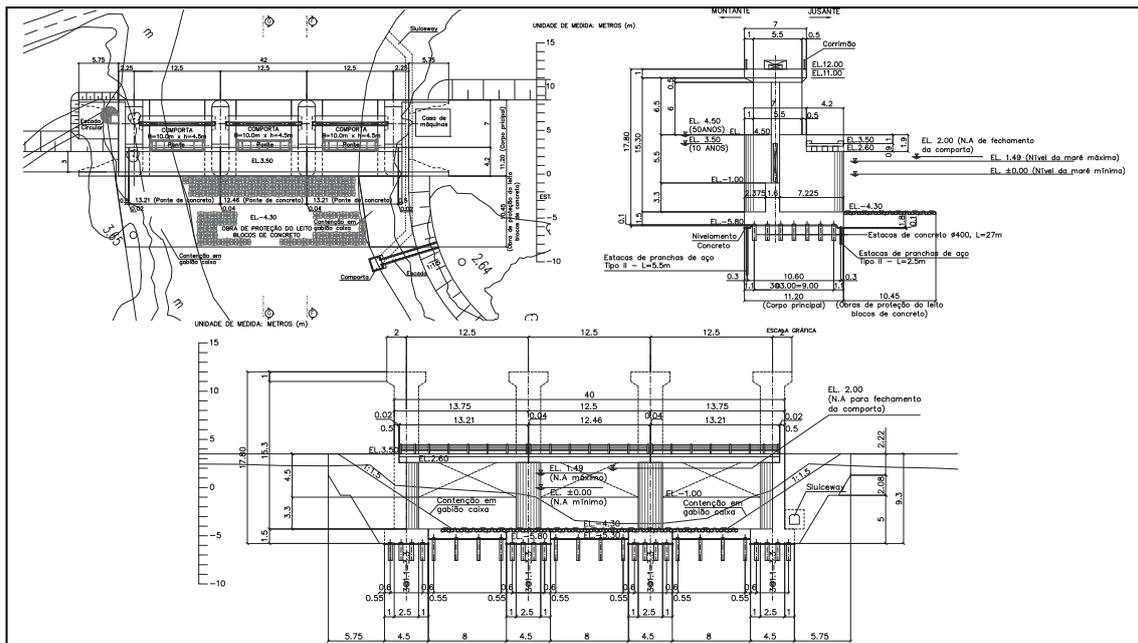
As principais características do projeto das comportas estão resumidas na Tabela 21 abaixo. As Figuras 31 abaixo a ilustração da planta geral das comportas.

Tabela-21 Principais características das comportas hidráulicas

Comporta	Comporta a Jusante	Comporta à Montante
Nº de Comportas	3	3
Vão entre Comportas	12,5 m	12,5 m
Cota de Elevação da Fundação	EL.-5,0 m	EL.-4,3 m
Cota de Elevação Inferior da Comporta	EL.-1,0 m	EL.-1,0 m
Estrutura Principal	Laje e pilar separados	Laje e pilar separados
Pilar da Comporta	EL. 7,70 m 6,00 m de largura 14,20 m de altura	EL. 12,00 m 11,20 m de largura 17,80 m de altura
Sistema Operacional	No alto do pilar	No alto do pilar
Comprimento do Anteparo	6,0 m	8,0 m
Estaca-Prancha para Infiltração	Jusante 2,0 m Montante Nenhuma	Jusante 2,5 m Montante 5,5 m
Revestimento	Jusante 10,0 m Montante 10,0 m	Jusante 10,0 m Montante nenhum
Escada	Instalada	Instalada
Fundações	Fundação em estacas Pilar :C=11,0 m φ400 mm Laje :C=11,0 m φ300 mm	Fundação em estacas Pilar :C=27,0 m φ400 mm Laje :C=27,0 m φ300 mm

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

O trecho de aproximadamente 1,0 km no Rio Itajaí Mirim, entre a confluência do Rio Itajaí-açu com a comporta à jusante será construído dique de proteção de estacas-prancha de concreto armado e neste tipo de diques não há necessidade de reassentamento da população residente neste local.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-31 Planta geral da comporta hidráulica

18. Estudos de viabilidade do plano de fortalecimento do sistema vigente de previsão e alerta para enchentes

18.1 Fortalecimento da rede de estações hidrológicas e meteorológicas existentes

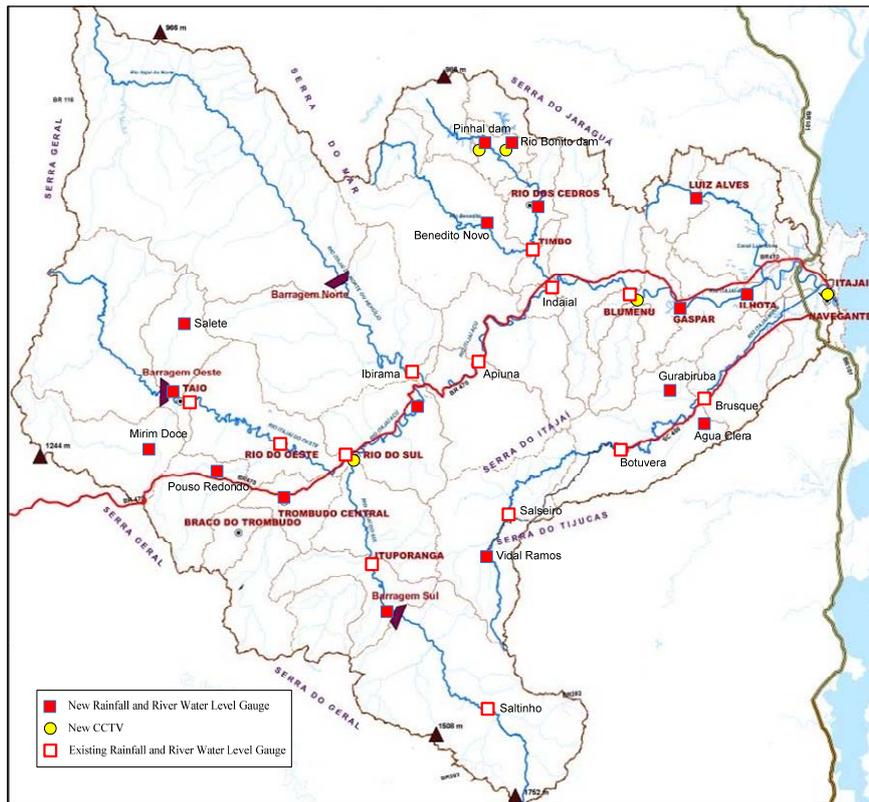
Baseado nas discussões feitas com a Defesa Civil, SDS, FURB/CEOPS, além do workshop realizado em 29 de abril de 2011 sobre a operação das barragens e Sistema de alertas para enchentes, foram propostas no Plano Diretor a instalação de 13 novas estações hidrológicas e meteorológicas e 3 sistemas de CCTV em adição às instalações existentes, inclusive nas 2 barragens de contenção de cheias que são barragem Oeste e barragem Sul, além de 2 barragens hidrelétricas que são barragem Rio Bonito e barragem Pinhal. Na Figura-32 a ilustração da rede de estação proposta.

18.2 Adequação da atual metodologia de previsão das enchentes

O sistema atual de alerta para enchentes não funciona de forma sistemática e não é abrangente para toda a Bacia. A previsão de enchente está sendo realizado somente em Blumenau e Rio do Sul (nível experimental em Rio do Sul). Nesse capítulo foi avaliada a adequação do método de previsão das enchentes que está sendo aplicado em Blumenau e em Rio do Sul. Nas demais cidades é importante implementar o sistema de alerta, baseado no nível de alerta já estabelecido, utilizando as estações já existentes e novas estações propostas no presente estudo.

(1) Avaliação da metodologia atual de previsão das enchentes em Blumenau

A previsão de enchentes do Rio Itajaí-açu em Blumenau é estabelecida com base nos níveis de água medidos nas estações de Blumenau, Apiuna e Timbó, através da seguinte equação de correlação múltipla (Modelo ARIMAX). A equação de correlação do nível da água que está sendo utilizada para a previsão das enchentes em Blumenau foi desenvolvida nos anos de 1990 pela FUB/CEOPS. A previsão de enchente de Blumenau obtida pela equação vigente foi avaliada com base nos dados de enchente de 04/2010 e assegura maior precisão e podemos afirmar que a equação vigente é adequada para estabelecer a previsão de enchente. É recomendável realizar a validação de seus dados de previsão todas as vezes que ocorrem enchentes e efetuar a correção de acordo com a necessidade.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura-32 Mapa de Localização das Estações de Medição e dos Sistemas CCTV.

(2) Avaliação do método de previsão da enchente vigente de Rio do Sul

A equação para previsão de enchente de Rio do Sul foi desenvolvida pela Defesa Civil de Rio do Sul. Está sendo utilizado o método de correlação dos resultados de índices pluviométricos de Rio do Sul. Por enquanto, essa previsão não está sendo utilizada para a notificação de alerta a população.

- No futuro, será avaliado o método mais usual de correlação do nível da água com frequência horária para a previsão de enchentes.
- Porém, existem duas barragens de contenção de enchentes na montante e é possível que os dados hidrológicos na montante sejam de baixa correlação com os dados em Rio do Sul, portanto, deverá considerar a possibilidade de desenvolver o modelo de previsão, baseado na análise de escoamento que inclui a condição de funcionamento das barragens.
- Neste caso, é recomendável implementar o sistema de informação que possibilita a transmissão de dados sobre a condição de abertura/fechamento das comportas e o volume de descarga (afluência dos condutos) pelo DEINFRA para a pessoa que realiza a previsão de cheias (Defesa Civil do município ou SDS), além dos dados de índices pluviométricos existentes.

(3) Diretriz para a previsão de enchentes na cidade de Itajaí

A cidade de Itajaí tem grande importância econômica para a Bacia do Itajaí, portanto, é recomendável a implementação do sistema de alerta com a previsão de enchentes idêntica com o de Rio do Sul e com o de Blumenau. No entanto, a cidade de Itajaí situa-se na confluência do Rio Itajaí-açu com o Rio Itajaí Mirim, além de sofrer a influência da maré, a sua localização é muito complicada do ponto de vista hidrológico.

Em fevereiro de 2011, na cidade de Itajaí foram instaladas 8 novas estações hidrológicas e meteorológicas e a Defesa Civil está analisando a possibilidade de utilização dessas estações no sistema de previsão e alerta de enchentes, porém, está enfrentando problemas de implementação do modelo de previsão de enchentes,

devido a falta de transmissão de informações hidrológicas de Brusque e Blumenau que se localizam a montante.

Por outro lado, a Defesa Civil do Estado de Santa Catarina, SDS e EPAGRI estão desenvolvendo o modelo de previsão de enchente, baseado na análise de escoamento e inundação e para isso haverá necessidade dos dados hidrológicos e meteorológicos medidos na rede de estações que a equipe da JICA está propondo neste estudo, portanto, irá demandar ainda longo tempo para implementação do modelo de previsão de alta precisão. Deverá dar continuidade no desenvolvimento do modelo de previsão dessa natureza, porém, no momento, é prioritário a implementação do sistema de previsão e alerta de enchentes em Brusque e em Blumenau que se localizam na montante, sob a coordenação do Governo do Estado.

- . Não existem dados do passado sobre o nível da água de enchentes em Itajaí, porém, é possível organizar os dados de inundação da cidade de Itajaí, baseado nos dados do passado de nível da água de Blumenau e Brusque, identificando o nível da água da montante e estabelecer a cota de inundação da cidade de Itajaí.
- . No futuro, deverá implementar o sistema de alerta e previsão de enchentes, utilizando os dados das estações hidrológicas de Gaspar e Ilhota que estão sendo propostos no presente estudo, além dos dados das estações existentes em Itajaí, considerando o tempo da chegada de enchentes na cidade de Itajaí, relacionando os níveis da água de enchentes da montante com a situação de inundação de Itajaí.

18.3 Proposta de estrutura organizacional para o fortalecimento do sistema de alerta para enchentes

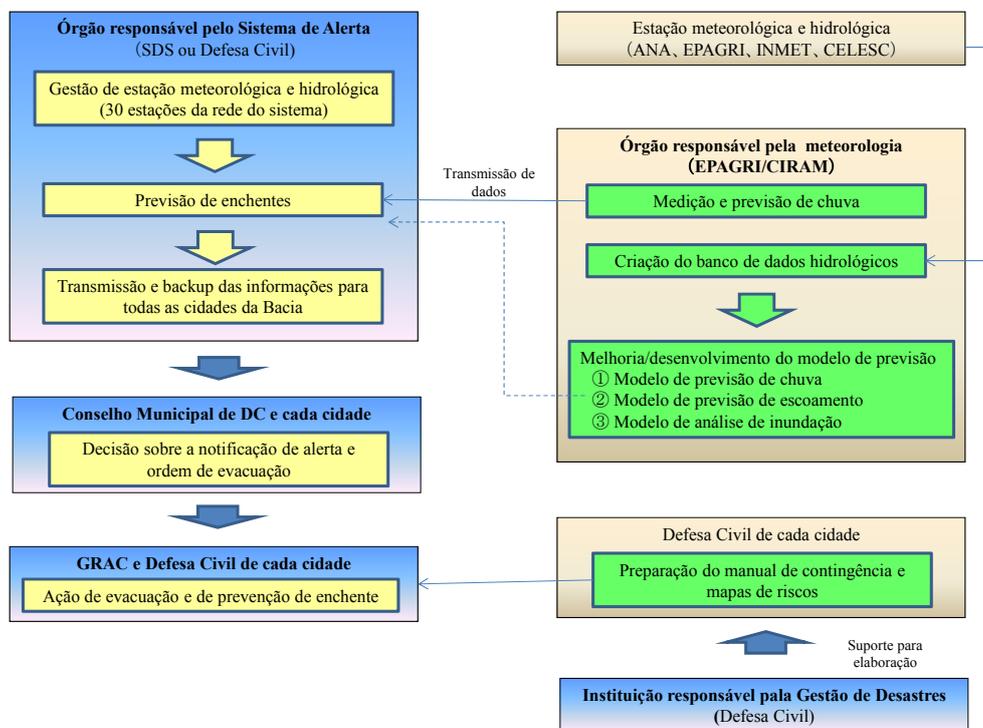
Para obter resultados com o fortalecimento do sistema de alerta, além das instalações e implementação do próprio sistema, a organização funcional tem que estar estruturada adequadamente e o plano de contingência e evacuação baseado no sistema de alerta tem que estar implementado.

- As medições do nível da água e pluviometria estão sendo realizadas pelas diversas instituições para diversas finalidades: FURB/CEOPS (enchente), ANA (gestão de recursos hídricos), EPAGRI (agricultura) e CELESC (energia) e esses dados são armazenados no servidor do CIRAM que é responsável pela meteorologia, porém, não está sendo utilizado para o sistema de alerta de enchentes.
- A SDS, em convenio firmado com a FURB/CEOPS, está efetuando a previsão de enchente baseado na correlação do nível da água do rio, os instrumentos das estações de observação da FURB/CEOPS estão sem as devidas manutenções, prepara a previsão de enchente somente para a cidade de Blumenau, pois, não tem disponibilidade de tempo nem recursos financeiros para atuar em outras cidades da Bacia.
- Em relação ao plano de evacuação, a maioria das cidades da Bacia do Rio Itajaí tem preparado o manual de contingência (ou está na fase de elaboração), o GRAC e o Conselho Municipal de Defesa Civil são responsáveis para a notificação do alerta/alarme. As cidades de porte relativamente pequenas da região das montanhas existem problemas de atraso na notificação de alerta devido à falta de informações hidrológicas, principalmente no período noturno, no entanto, não existe grande problema de natureza organizacional. Dando continuidade na preparação do manual de contingência, incluindo a elaboração do mapa de áreas de riscos e vulneráveis, a atividade de evacuação poderá ser realizada adequadamente.

Quase que todos os problemas existentes do sistema de alerta de Santa Catarina são problemas de estrutura organizacional, portanto, para implementar o sistema de alerta abrangente para toda a Bacia de forma eficiente, o Governo de Estado deverá atuar com responsabilidade (vide Figura-33 abaixo).

- i) No presente estudo, foram propostas a reestruturação de 14 estações existentes e instalação de 16 novas estações para implementar o sistema abrangente para toda a Bacia. A instituição do Governo de Estado que irá colocar em funcionamento (SDS ou Defesa Civil) deverá administrar com muita responsabilidade.

- ii) A instituição que será responsável pela gestão do sistema de alerta deverá promover a melhoria na metodologia de previsão e sistema de alerta em todas as cidades da Bacia e não somente em Blumenau.
- iii) Por outro lado, a EPAGRI/CIRAM que é a instituição responsável pela meteorologia do Estado, deverá se estruturar para transmitir as informações sobre a condição e previsão de chuva para a instituição responsável pelo sistema de alerta. Além disso, é recomendável que o CIRAM esteja preparado para armazenar e gerenciar todos os dados transmitidos das 30 estações acima mantidas pelas diversas instituições. Esses dados serão utilizados para a melhoria da previsão de enchente futuramente (estimativa de escoamento, modelo de inundação, previsão de chuva).
- iv) Os resultados de medição serão transmitidos para o COMDEC de cada cidade e deverão servir para a tomada de decisão de alerta para a evacuação pelo Conselho Municipal de DC, baseado no nível da cota pré-estabelecida.
- v) O GRAC irá atuar na ação de evacuação, baseado na notificação de alerta. As cidades que ainda não terminaram de elaborar o manual de contingência e mapa de riscos deverão dar continuidade na elaboração e a Defesa Civil de Estado, que é a instituição responsável pela gestão dos desastres no Estado, deverá dar o devido suporte técnico.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

Figura-33 Proposta de estrutura organizacional para o sistema de alerta para enchentes

19. Estudos de viabilidade das medidas estruturais para os escorregamentos

19.1 Diretrizes básicas

As 13 áreas prioritárias (perda anual potencial maior que 500 mil reais) foram selecionadas para aplicação de medidas estruturais. O objetivo da medida estrutural é assegurar funcionalidade total da infraestrutura em eventos de chuvas intensas de 60 anos de período de retorno e assegurar tráfego na largura total da pista de rolamento. Em função das características das encostas dessas 13 áreas prioritárias, além do volume de tráfegos serem relativamente grande, a possibilidade de causar a perda humana com desastre de impacto direto de desmoronamento de terra ou destruição da pista de rolamento.

Na escolha do tipo de medidas para os escorregamentos, dentro das condições idênticas de encostas, foram

observadas as obras implementadas nas encostas antes das chuvas intensas de 11/2008 em Blumenau, onde caíram chuvas equivalentes a 60 anos de período de retorno e não ocorreram desastres de escorregamentos.

19.2 Classificação dos desastres de escorregamentos e seleção das medidas estruturais

As medidas estruturais apropriadas, em geral, variam conforme o tipo de movimento do escorregamento e localização da encosta objeto de estabilização. Os critérios adotados para a seleção do tipo de medidas para o colapso das encostas do lado da montanha são conforme segue.

Tabela-22 Obras de medidas estruturais para o colapso da encosta a montante

Condição da encosta		Tipos de medidas típicas	Itens comuns
Estabilidade do gradiente do corte não é assegurada.		Solo grampeado (ou pregado) e Cortina atirantada.	Valas abertas e vegetação arbórea.
Há probabilidade de queda de rochas.		Remoção das rochas instáveis, proteção do pé do talude, cerca de proteção contra rochas, coleta de rochas/rede de cobertura.	
Estabilidade do gradiente do corte é assegurada para colapsos profundos.	Altura da encosta é maior do que 7 metros.	Corte da porção instável, trabalhos de reforço da encosta.	
	Altura da encosta é menor do que 7 metros.	Corte da porção instável, rede de vegetação, gabião no pé do talude.	

Fonte: JICA Equipe de estudos

Foi realizada a comparação de alternativas das medidas de estabilização das encostas pelo método de solo reforçado numa área de 1,000 m². Foi concluído que a obra de solo reforçado com a mistura de fibra de polipropileno, cimento e areia são mais recomendáveis do que as obras de concreto projetado e concreto moldado no local, devido ao menor custo, tempo de construção mais curto e visual paisagístico é mais agradável.

Os critérios adotados para a comparação alternativa das medidas para os colapsos de encostas a jusante são conforme abaixo:

Tabela-23 Medidas Estruturais para o Colapso de Encosta a Jusante

Condição da encosta		Alternativas de medidas típicas		Itens comuns
Altura (H) do colapso H > 10 m	Relação entre altura (H) e largura (W) do colapso $H/W > 0.5$	Estaqueamento ou colocação de grandes blocos		Plantação de árvores, valas abertas.
	Relação entre altura (H) e largura (W) do colapso $H/W \leq 0.5$	Preenchimento da ravina com gabião e drenagem longitudinal		
Altura (H) do colapso $H \leq 10$	Relação entre altura (H) e largura (W) do colapso $H/W > 0.5$	É possível realizar aterro no pé da encosta	Aterro	
		Não é possível realizar aterro no pé da encosta	Estaqueamento ou colocação de grandes blocos	
	Relação entre altura (H) e largura (W) do colapso $H/W \leq 0.5$	Preenchimento da ravina com gabião e drenagem longitudinal		

Fonte: Equipe de estudos da JICA

A seleção das medidas para 2 colapsos de margens de rios (prioridade N° 2 SC 470 margem do rio em Gaspar, prioridade N° 3 Av. Pres. Castelo Branco em Blumenau) são realizadas considerando-se a velocidade de escoamento do rio e as vantagens para a preservação ambiental. Em relação ao ambiente e preservação do visual paisagístico, foi adotada a forma de estabilização da margem com cobertura vegetal. No 2 SC-470- margem do rio em Gaspar foi adotada a obra de gabião tubular baseado na vazão de projeto. No 3 Blumenau - AV. Pres. Castelo Branco foi adotada a obra de blocos contínuos devido à condição da ocorrência da colisão bem atípica e considerando a correnteza e a fundação da ponte.

Dentre as medidas de escorregamentos para os 4 locais, os 3 locais foram adotadas as medidas de drenagem subterrânea e obras de gabião colchão, assegurando o fator de segurança de projeto de 1.15. No local No. 9 SC477 Benedito Novo - Doutor Pedrinho 1 (prioridade no 9), a obra de drenagem subterrânea não é

adequada, pois, o lençol freático é menos profundo. Portanto, foi adotada a obra de aterro com bloco de isopor (EPS).

Tabela-24 Relação de Medidas Estruturais e Resultado da Análise de Estabilidade

Ordem de prioridade	Local	FSI: Fator Segurança Inicial	FSP: Fator Segurança Projeto	Fator de segurança após execução das obras de medidas	Tipos de Obras
1	SC 302 Taió - Passo Manso-5	1.00	1.15	Com o rebaixamento da água subterrânea de 1.5 m, o fator de segurança vai para 1.5 m.	Perfuração de drenagem horizontal e muro de contenção de gabião colchão.
4	SC 418 Blumenau – Pomerode	1.00	1.15	Com o rebaixamento da água subterrânea de 0.5 m, o fator de segurança vai para 1.15 m.	Conduitos fechados com valas abertas e muros de contenção de gabião.
6	Gaspar - Luiz Alves, Gaspar 9	1.00	1.15	Com o rebaixamento da água subterrânea de 1.0 m, o fator de segurança vai para 1.15 m.	Perfuração de drenagem horizontal, muros de contenção de gabião.
9	SC 477 Benedito Novo - Doutor Pedrinho 1	1.00	1.15	Com o aterro de isopor (EPS), o fator de segurança vai para 1.15	Obra de aterro com EPS.

Fonte: Equipe de estudos da JICA

20. Estudos de viabilidade do sistema de alerta para escorregamentos e enchentes bruscas

20.1 Método de transmissão dos dados de medição da chuva e formas de armazenamento

O pluviômetro automático será instalado em cada município com a finalidade de introduzir o sistema de alerta para o escorregamento. A localização do pluviômetro automático será determinada pelo seguinte procedimento. Dados de transmissão redundantes serão estabelecidos tanto por very high frequency connection (VHF) do sistema da CELESC, quanto por general packet radio services (GPRS) para assegurar que ocorra a transmissão de informações mesmo sobre condições de tempestade.

Se o município já dispõe de estação pluviométrica automática instalada, será definido outro local adequado para a instalação da nova estação, após discussão entre a Defesa Civil Estadual e Defesa Civil Municipal (local ideal seria a região com concentração populacional acentuada e possibilidade de ocorrência dos desastres de escorregamentos e enxurradas).

20.2 Índice de referência da chuva para o anúncio do aviso de atenção e alerta

Não estão disponíveis dados de escorregamentos/inundações bruscas com tempo e localização exatas de ocorrência. As estações de monitoramento de chuvas são esparsas e os locais de escorregamentos/inundações bruscas estão muito distantes. Portanto, o estabelecimento dos critérios adequados através dos índices de referência ainda não é possível, devendo ser efetuado quando dados exatos estiverem disponíveis.

20.3 Gerenciamento da informação, cálculo do índice pluviométrico e anúncio do aviso de atenção e alerta.

O sinal de atenção e alerta é emitido formalmente pela Defesa Civil de SC. Uma vez que a informação prévia da população é importante, a Defesa Civil encarrega a EPAGRI/CIRAM de emitir o anúncio do índice pluviométrico de atenção/alerta através de página na web e/ou outros meios de comunicação, como parte da rotina ou de boletim meteorológico de emergência. Ao sistema computacional de alerta prévio, deve ser incluída a função de envio automático de correio eletrônico à Defesa Civil de SC, ao prefeito/funcionários da defesa civil de cada município e aos funcionários encarregados da EPAGRI/CIRAM.

20.4 Ordem de evacuação e treinamento da gestão dos desastres

Os municípios/prefeitos são os responsáveis oficiais para a ordem de evacuação. A evacuação será ordenada para residências designadas em situação de risco, as quais devem ser evacuadas quando o índice pluviométrico atingir nível de alerta.

A Defesa Civil do município preparará o mapa detalhado do risco (E=1:10000), e designarão as áreas/casas de risco, as construções para evacuações de emergência, tais como escolas e igrejas, bem como a rota de evacuação. A educação para efetuar evacuação em desastres também será conduzida. O Estado de Santa Catarina deve esclarecer as responsabilidades com respeito à ordem de evacuação sob forma de lei. Geralmente, o município por si só não possui capacidade suficiente para efetuar uma ordem de evacuação com sucesso. A Defesa Civil de SC deve coordenar uma rede de apoio ao município, usando recursos humanos de universidades, engenheiros do setor público ou privado, e/ou assistência técnica internacional. O sistema de alerta prévio deve ser iniciado o mais rápido possível. Então, as áreas/casas de risco que devem ser evacuadas serão designadas uma a uma através do máximo esforço dos municípios, o que provocará o amadurecimento do sistema de alerta prévio.

20.5 Regulamentação do tráfego rodoviário para evitar riscos

A regulação do tráfego será ordenada para seções rodoviárias propensas quando o índice pluviométrico de alerta é atingido. A regulação do tráfego será requisitada quando houver processo de desastre associado com escorregamento/inundação brusca. As seções rodoviárias a serem reguladas serão designadas de uma a uma através do máximo esforço a fim de promover o amadurecimento do sistema de alerta precoce. Após a conclusão das medidas estruturais, as designações das seções rodoviárias propensas serão removidas.

21. Considerações socioambientais

21.1 Revisão da Avaliação do Impacto Ambiental (AIA)

Baseado no escopo de considerações sócio-ambientais dos projetos prioritários, foram identificados que a desapropriação de terrenos e o reassentamentos dos moradores em função da sobre-elevação das barragens são impactos relevantes do ponto de vista sócio-ambiental. As medidas de mitigação dos impactos sócio-ambientais de sobre-elevação das barragens foram avaliadas.

21.2 Medidas de mitigação dos efeitos socioambientais relevantes

(1) Barragem Sul

Será efetuada a sobre-elevação de 2 metros do vertedouro, porém, não será efetuada a sobre-elevação do crista do barramento. O Governo Federal já desapropriou os terrenos dentro da cota da crista do barramento, portanto, não haverá novas desapropriações em função da sobre-elevação da barragem. Em 1981, foi firmado um contrato de concessão do uso de solo entre o Governo Federal e Cooperativa dos Usuários da Barragem Sul (COOPERBASUL) que foi constituída pela população residente no local na época da construção da barragem, autorizando o uso de terrenos dentro das cotas de inundação entre EL. 405.5 m e EL. 410.0 m. A COOPERBASUL está em plena atividade e o contrato firmado com o Governo Federal está em vigor. O DEINFRA que administra a barragem atualmente também reconhece a concessão de uso desses terrenos.

Foram identificados 4 residências e 2 depósitos de instrumentos agrícolas nessa área de inundação da barragem, após o levantamento de campo. Em relação ao contrato de concessão de uso do terreno, não tem tido nenhum problemas de ordem social até o presente momento e não terá nenhum impacto constante causado pela sobre-elevação da barragem. Com a implementação da sobre-elevação da barragem, o DEINFRA deverá revisar o conteúdo do contrato vigente e elaborar novo contrato com a COOPERBASUL. Considerando que existem casas e depósitos dentro dos terrenos de propriedade do Governo do Estado, há necessidade de incluir as condições indenizatórias, caso ocorrer danos nas dependências, causados pela inundação da barragem, apesar da pequena possibilidade de inundação.

(2) Barragem Oeste

Haverá desapropriação de terreno equivalente à 67 hectares devido à sobre-elevação do coroamento da barragem. O levantamento de campo identificou a existência de 3 residências e 4 estábulos de animais domésticos que deverão ser desapropriados. Existe possibilidade de evitar a desapropriação dos moradores se reconstruir a rodovia neste trecho.

22. Custos dos empreendimentos, instituições executoras e estrutura organizacional de implementação dos projetos, cronograma de execução e avaliação dos projetos

22.1 Custos de empreendimentos

O custo total de empreendimentos da 1ª fase de implementação será R\$ 184,3 milhões, no entanto, o montante que será objeto de financiamento pelo Governo Japonês é R\$ 173,4 milhões e o montante correspondente ao recurso próprio do Governo de Estado será R\$ 9,7 milhões, além do valor de R\$ 1,2 milhões para a desapropriação de terras.

Tabela-25 Custo total da 1ª fase de implementação dos projetos

R\$ 1,000

Discriminação	Custos de empreendimentos (Financiamento)	Recursos Próprios	Custo de Desapropriação	Total	
I. Total de custos diretos das medidas (custos diretos de empreendimentos)					
(1) Medidas na Bacia	Contenção de chuva nas arrozeiras	35,000	7,000	42,000	
	Sobre-elevação da barragem Oeste	21,400	700	1,110	23,210
	Sobre-elevação da barragem Sul	3,000	100		3,100
(2) Medidas no canal de rio	Comporta montante - Rio Itajaí Mirim	17,800	500	10	18,310
	Comporta jusante - Rio Itajaí Mirim	14,000	400		14,400
(3) Medidas para desastres de escorregamentos	25,800	800	50	26,650	
(4) Fortalecimento do sistema de alerta para enchentes	4,000	100		4,100	
(5) Introdução do sistema de alerta para escorregamentos	4,000	100		4,100	
II. Total de custos diretos de projetos para construção	125,000	9,700	1,170	160,970	
III. Custos de Consultoria (projetos executivos e gerenciamento das obras)	25,100			25,100	
IV. II+III	150,100			150,100	
V. Contingência física (10% de IV).	15,000			15,000	
VI. Evolução de preços (5% de IV+V)	8,300			8,300	
VII. Custo de empreendimentos	173,400	9,700	1,170	184,270	

Fonte: Equipe de Estudos da JICA

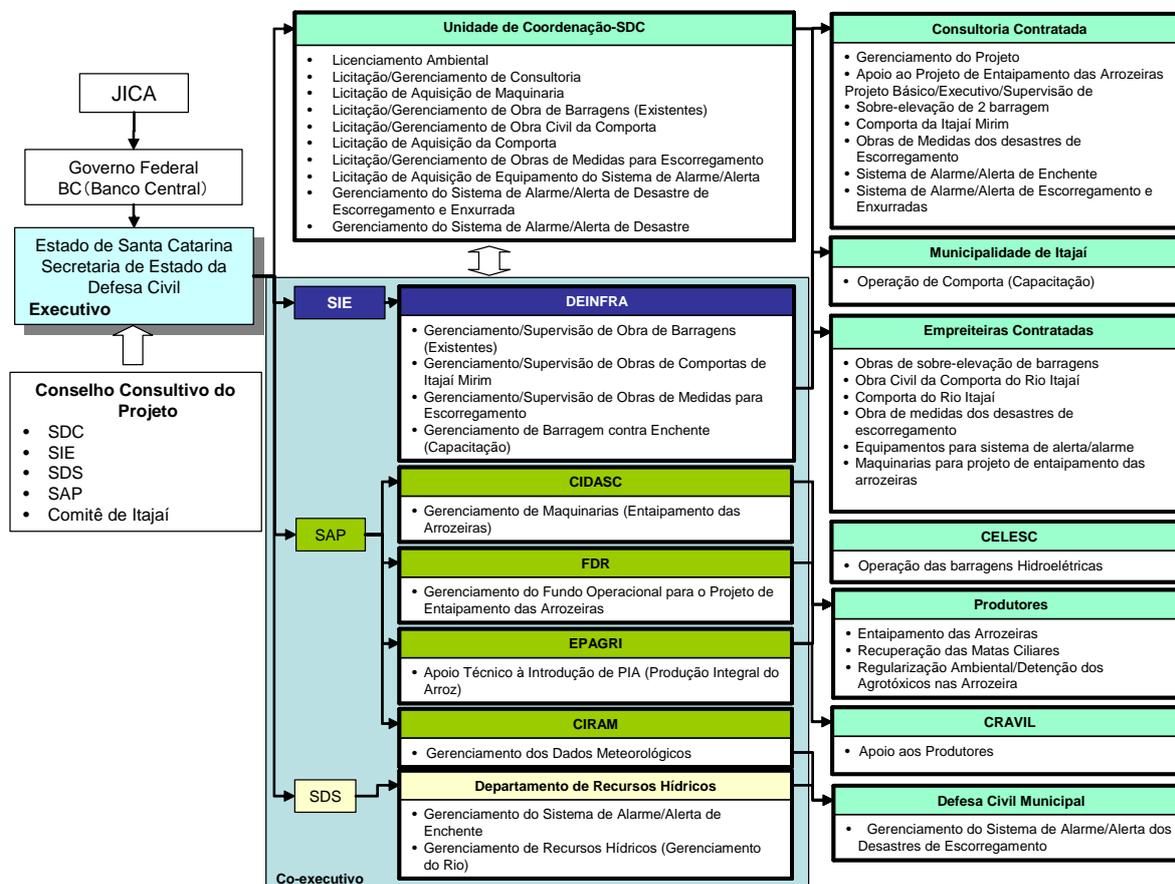
Os custos acumulados de empreendimentos foram calculados com base nos preços de 06/2011.

22.2 Instituições executoras e estrutura organizacional de implementação dos projetos

Os projetos serão executados em conjunto como sendo projetos de prevenção. Os projetos de implementação da 1ª fase estão compostos com os pacotes, conforme abaixo.

- i) Aquisição de equipamentos para construção (projeto de contenção de chuvas nas arrozeiras)
- ii) Investimentos para as atividades do FDR (projeto de contenção de chuvas nas arrozeiras)
- iii) Introdução do Programa PIA pela EPAGRI (projeto de contenção de chuvas nas arrozeiras)
- iv) Projetos de sobre-elevação das barragens (Barragens Oeste e Sul)
- v) Projeto de instalação das comportas no Rio Itajaí Mirim
- vi) Aquisição dos equipamentos e instrumentos para as comportas do Rio Itajaí Mirim
- vii) Projetos de medidas para desastres de escorregamentos
- viii) Aquisição e instalação dos equipamentos e instrumentos para o sistema de alerta para enchentes, escorregamentos e inundações bruscas.
- ix) Contratação do serviço de Consultoria

A instituição de execução de empreendimentos será a Secretaria de Estado da Defesa Civil de Santa Catarina (SDC), a SDC deverá instalar a Unidade de Coordenação (UC) dentro da Secretaria para a implementação dos projetos e UC será a organização executora de fato. O empreendimento será conduzido, executando cada pacote acima mencionada. Na Figura-34 abaixo, a ilustração da estrutura de implementação dos projetos.



Fonte: Equipe de Estudos da JICA

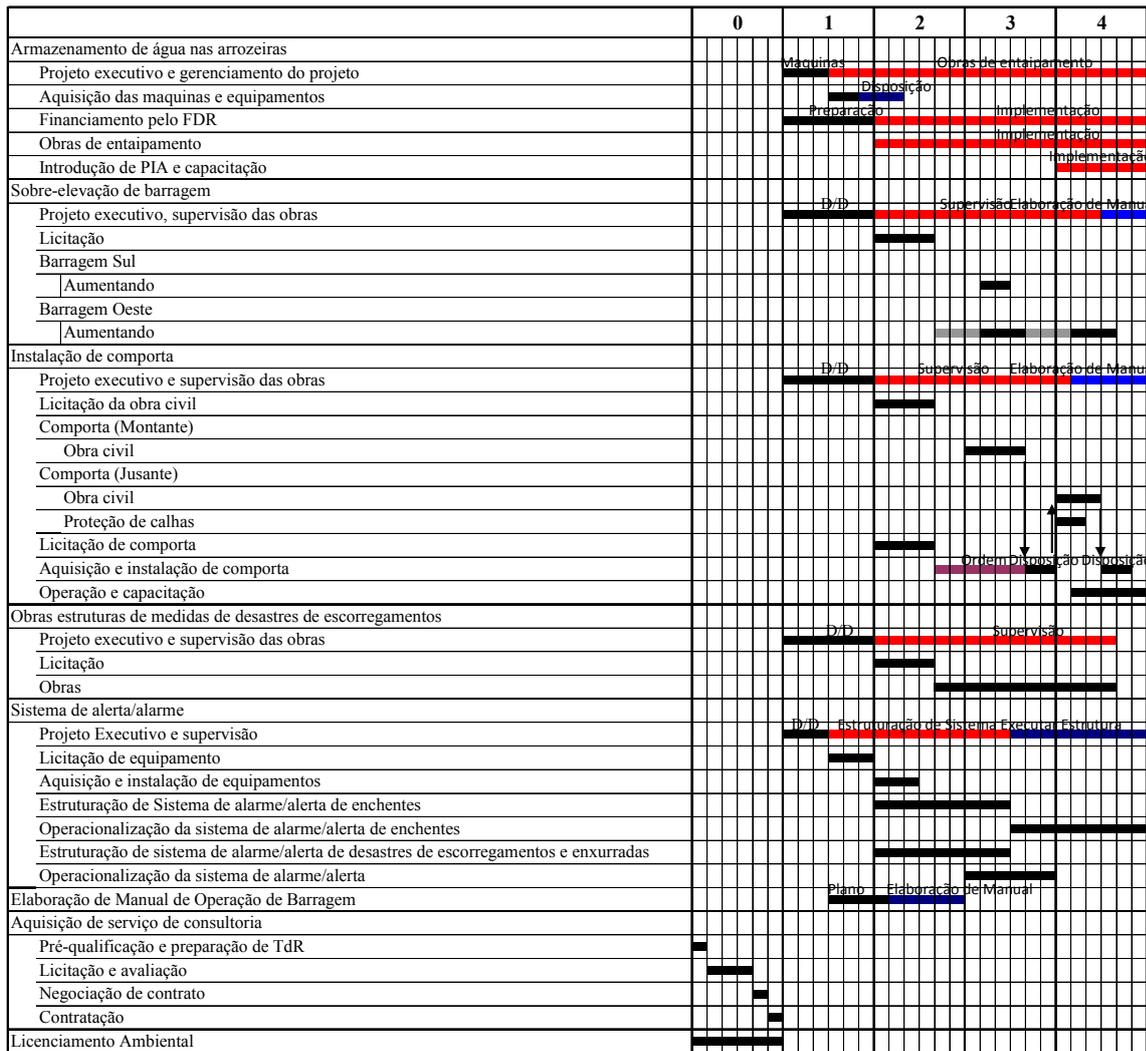
Figura-34 Instituições executoras de empreendimentos e estrutura de implementação

22.3 Cronograma de execução dos projetos

Na Figura-35 a ilustração do cronograma de execução dos projetos.

22.4 Avaliação dos projetos

Foi realizada a avaliação econômica, considerando o período de avaliação de 50 anos. A Taxa Interna de Retorno Financeiro (TIRF) é 21% e foi avaliado que o resultado econômico é bastante elevado.



Fonte; Equipe de Estudos da JICA

Figura-35 Cronograma de implementação dos projetos

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1 Antecedentes do Estudo

A bacia hidrográfica do Rio Itajaí, com uma área total de 15.521 km², localiza-se no centro do Estado de Santa Catarina, na região sul do Brasil. As áreas ribeirinhas ao longo do Rio Itajaí e de seus tributários têm sofrido os danos causados por inundações repetidas. Para enfrentar os danos frequentes causados pelas cheias ao longo do Rio Itajaí, têm sido implementados, desde a década de 1970, esquemas de controle de enchentes, tais como a construção de barragens de controle de enchentes e obras de melhoria fluvial.



Fonte: FAPESC

Situação de inundação em Blumenau (1983 e 1984)

Depois de ser atingida consecutivamente por grandes enchentes em 1983 e 1984, foi formulado um plano diretor de controle de enchentes e realizado os estudos de viabilidade dos projetos emergenciais de controle de enchente selecionados do plano diretor com a cooperação técnica do Governo Japonês ao Governo da República Federativa do Brasil.

- Estudo do Plano de Controle de Enchentes na Bacia do Rio Itajaí (1986-88)
- Estudo do Plano de Controle de Enchentes na Bacia Inferior do Rio Itajaí (1988-90)

A Troca de Nota (E/N) sobre o Empréstimo ODA Japonês para a implementação do Projeto de Controle de Enchentes do Rio Itajaí foi realizada em 1996 entre o Governo do Estado de Santa Catarina e o Governo do Japão. Entretanto, o Acordo de Empréstimo (L/A) não foi concluído devido à falta de garantia por parte do Governo da República Federativa do Brasil. Projetos de controle de enchentes foram implementados em pequena escala através dos recursos próprios do Governo do Estado e das prefeituras municipais para alcançar pequenos efeitos sobre a redução dos danos causados pelas enchentes, que não puderam mitigar substancialmente os riscos de desastres causados pelas enchentes.

Chuvvas intensas caíram sobre o Estado de Santa Catarina no período de novembro a dezembro de 2008, resultando em sérios desastres causados pelas águas na bacia do Rio Itajaí. Como consequência, 135 pessoas morreram, 2 pessoas estão desaparecidas e mais de 6.000 pessoas ficaram sem casas.



Fonte: EPAGRI, FAPESC

Situação de danos causados pela chuva torrencial de 2008

O desastre de 2008 desencadeou maior fortalecimento das atividades de gerenciamento da prevenção e mitigação de desastres pelo Governo do Estado de Santa Catarina. O Governador do Estado criou o Grupo Técnico Científico (GTC) para implementar medidas e ações de recuperação urgentes, reunindo vários especialistas de áreas afins. O GTC formulou o Plano Integrado de Prevenção e Mitigação de Riscos de Desastres Naturais na Bacia do Rio Itajaí em setembro de 2009. O Governo do Estado de Santa Catarina demonstra a vontade de implementar o Plano Integrado com a assistência técnico-financeira do Governo Japonês.

O Governo Japonês decidiu enviar a Missão JICA de Estudo Preparatório para o Projeto de Medidas de Prevenção e Mitigação de Desastres na Bacia do Rio Itajaí (Parte 1). Um Estudo Preliminar (Parte 1) foi realizado em novembro de 2009. Os resultados do Estudo preliminar são os seguintes:

- O plano diretor de controle de enchentes na bacia do Rio Itajaí de 1988 deverá ser revisado e atualizado de maneira abrangente, levando em consideração as políticas mais recentes de gestão de bacias no Brasil e no Estado de Santa Catarina, assim como aspectos econômicos e sociais na bacia do Rio Itajaí que mudaram significativamente.
- Os desastres relacionados com sedimentos e com enchentes bruscas estiveram entre os desastres causados pela água na bacia do Rio Itajaí em 2008. Portanto, o plano diretor deve incluir medidas contra tais desastres relacionados com sedimentos e com enchentes-bruscas.

Com relação aos pontos acima mencionados, o Governo Japonês decidiu realizar o Estudo Preparatório para o Projeto de Medidas de Prevenção e Mitigação de Desastres na Bacia do Rio Itajaí – Parte 2 visando formular um plano diretor para a mitigação de desastres e para a realização do Estudo de viabilidade das intervenções prioritárias. A Minuta da Reunião (M/M) sobre a implementação do Estudo Preparatório foi assinada pelo Governo do Estado de Santa Catarina e pela Missão JICA.

1.2 Objetivo do Estudo

Os objetivos do Estudo são:

- (1) Formular um plano diretor para as medidas de prevenção e mitigação de desastres causados pelas enchentes e pelos sedimentos na bacia do Rio Itajaí,
- (2) Realizar um estudo de viabilidade dos projetos prioritários selecionados no plano diretor para futura concessão de Empréstimo ODA pelo Japão.

1.3 Área objeto de Estudo

O Estudo abrange toda a bacia do Rio Itajaí com dimensão de 15.521 km².

1.4 Escopo e Cronograma do Estudo

1.4.1 Escopo do Estudo

O Estudo será realizado de acordo com o Escopo de Trabalho que foi acordado entre o Governo do Estado de Santa Catarina e a Missão JICA em 5 de novembro de 2009. O Escopo de Trabalho está descrito no Anexo-1 “Minuta da Reunião” do Relatório Intermediário.

De acordo com a Minuta da Reunião os desastres naturais objeto do Estudo são as enchentes, incluindo enchentes-bruscas, fluxo de sedimentos, desastres de escorregamentos (fluxo de lamas, escorregamentos, queda ou desprendimentos). O Estudo tem como principal objetivo a mitigação e a prevenção no ciclo de gestão de desastres que consiste de quatro elementos: ações emergenciais, restabelecimento reabilitação e mitigação.

O escopo do Estudo é descrito a seguir:

- (1) Levantamentos de dados básicos.

Para avaliar soluções técnicas para desastres relacionados com os recursos hídricos e formular o plano diretor, os seguintes dados e informações serão coletados e analisados:

- a. Coleta e análise de dados de desastres anteriores ocorridos na bacia do Rio Itajaí;
- b. Revisão dos planos de desenvolvimento existentes na bacia do Rio Itajaí;
- c. Coleta de mapas geológicos, mapas de solos, mapas de vegetação e mapas de uso do solo que compreendam as principais áreas de risco de desastres causados por sedimentos;
- d. Estudo das mudanças na vegetação e no uso do solo;
- e. Estudo dos perfis longitudinais e das seções transversais dos rios;
- f. Coleta e análise de dados meteorológicos e hidrológicos, dados sobre a vazão e produção de sedimentos e dados de flutuação nos leitos dos rios;
- g. Estudo do inventário das obras fluviais e das instalações de drenagem urbana existentes, incluída pesquisa sobre suas normas operacionais;
- h. Estudo de campo para identificar locais candidatos para a construção de instalações para a mitigação de desastres, assim como as instalações existentes que podem ser utilizadas para a mitigação de desastres;
- i. Análise de mapas, imagens de satélite e fotos aéreas, assim como pesquisa de campo para identificar locais principais de produção de sedimentos e locais com risco de desastre causado por sedimentos;
- j. Análise dos fatores que causam desastres relacionados com a água;
- k. Análise da precipitação, análise do escoamento das enchentes e análise das enchentes e das enchentes-bruscas;
- l. Análise do balanço de sedimentos;
- m. Revisão do sistema existente de alerta antecipado de enchentes; e
- n. Avaliação de risco e mapeamento de risco de enchentes, enchentes-bruscas e desastres causados por sedimentos.

(2) Formulação do Plano Diretor

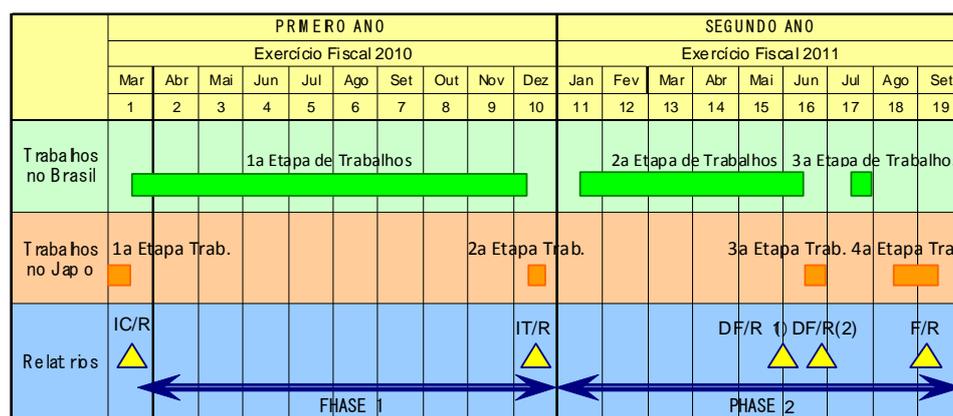
- a. Plano de prevenção e mitigação de enchentes:
 - a-1. Listagem de possíveis medidas de mitigação de enchentes;
 - a-2. Planejamento preliminar e avaliação de possíveis medidas de prevenção de enchentes;
 - a-3. Preparação de planos alternativos de prevenção e mitigação de enchentes compreendendo períodos de retorno de enchentes de 5 anos, 10 anos, 25 anos e 50 anos;
 - a-4. Suporte técnico nas reuniões de consultoria aos interessados para a consideração de planos alternativos de prevenção e mitigação de enchentes;
 - a-5. Plano e projeto de medidas de prevenção e mitigação de enchentes.
- b. Prevenção e mitigação de desastres causados por sedimentos e plano de reabilitação:
 - b-1. Listagem de possíveis medidas de prevenção e mitigação de desastres causados por sedimentos e medidas de reabilitação;
 - b-2. Planejamento preliminar e avaliação de possíveis medidas de prevenção e mitigação de desastres

- causados por sedimentos e medidas de reabilitação; e
- b-3. Plano e projeto de medidas de mitigação de desastres causados por sedimentos e medidas de reabilitação;
 - c. Cálculo de custo estimativo
 - d. Elaboração do cronograma de implementação
 - e. Análise econômica do Plano Diretor
 - f. Avaliação do efeito socioambiental do Plano Diretor
- (3) Estudo de Viabilidade
- a. Seleção de projetos prioritários do Plano Diretor para a solicitação de financiamento do GOJ;
 - b. Estudo adicional de viabilidade necessário para os projetos prioritários (por exemplo, levantamento geotécnico);
 - c. Execução do estudo de viabilidade dos projetos selecionados;
 - d. Suporte técnico para os estudos, das considerações ambientais e sociais e dos procedimentos pelo Governo do Estado; e
- (4) Assistência técnica

A Equipe do Estudo fornecerá assistência técnica ao pessoal da contraparte brasileira através de atividades colaborativas de estudo e oficinas técnicas.

1.4.2 Cronograma do Estudo

O Estudo será realizado de acordo com o cronograma geral de trabalho apresentado a seguir. A duração total do Estudo está planejada para ser de 19 meses, com início em março de 2010 e término em setembro de 2011. O Estudo será realizado em duas fases, a Fase 1, de março a dezembro de 2010, e a Fase 2, de janeiro a setembro de 2011. A Fase 1 consiste do Estudo Básico da Área do Estudo e da formulação do plano diretor. O Estudo Básico tem por objetivo coletar e analisar dados e informações sobre a área do Estudo, que sejam necessários para a formulação do plano diretor. A Fase 2 tem por objetivo a realização do Estudo de Viabilidade do(s) projeto(s) prioritário(s) contidos no plano diretor.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

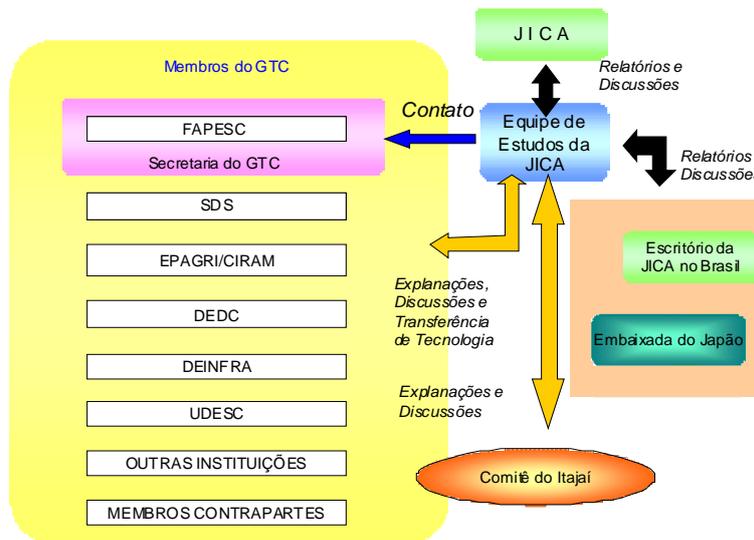
Figura -1.4.1 - Cronograma geral do Estudo

1.5 Estrutura de Implementação do Estudo

1.5.1 Órgão Executor do Estudo

De acordo com a Minuta da Reunião (M/M) para o Estudo, o órgão executor do Estudo será a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) do Governo do Estado de Santa Catarina.

Representando o Governo, a FAPESC (Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina), subordinada à SDS, irá elaborar o Plano Diretor em conjunto com a Equipe do Estudo. Abaixo, ilustra-se a estrutura de implementação do estudo na figura 1.5.1.



Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Figura - 1.5.1 – Estrutura de implementação do Estudo

1.5.2 Reunião de Contrapartes para o Estudo

Para dar prosseguimento ao Estudo há necessidade de realizar discussões e troca de opiniões com as instituições do governo de Estado de SC, Universidades, Prefeituras e Comitê do Itajaí. Além disso, é fundamental a cooperação e apoio de todas as instituições participantes do Estudo e pode-se afirmar que a coordenação de atividades pela Equipe do Estudo é de extrema importância. As propostas de medidas de prevenção do Plano Diretor serão executadas pelas diversas instituições, portanto é necessário realizar a troca de informações periodicamente com todas as instituições, visando o entendimento mútuo e a condução de forma harmônica das medidas preconizadas.

Dentro deste contexto, a FAPESC definiu os membros da reunião de contrapartes com o intuito de executar os estudos de forma participativa. A primeira reunião de contrapartes foi realizada em 19 de maio de 2010 e outras reuniões ocorreram periodicamente. Os membros da reunião de contrapartes foram selecionados dentre os representantes das principais instituições participantes do estudo, conforme ilustrado na tabela 1.5.1 abaixo.



Reunião de Contrapartes

Tabela - 1.5.1 – Membros da reunião de contrapartes

Instituição	Nome do representante
FAPESC	Hugo José Braga
SDS	Carlos Alberto Rockenbach Frederico de Moraes Ruddorff
EPAGRI/CIRAM	Edison Silva Sérgio Luiz Zampieri
DEDC	Rafael Schadeck
DEINFRA	Guilherme Rodolfo Bresciani Osni Berreta Filho Adolar Ferreira Filho (DIOP)
UDESC	Aderbal Vicente Lapolli Jaime Antônio de Almeida
SPG	Tânia R. Santiago Costa Jorge Rebolo
FATMA	Cícero Augusto Souza Almeida
SC – Parcerias	Wenceslau Diotallevy Marcelo Burigo Guilherme Custódio de Medeiros
Polícia Militar Ambiental Comitê do Itajaí	Alexsandro Cravo Kalfelt Fabiana de Carvalho Rosa
Membros do GTC	Rodrigo Del Olmo Sato (CREA/SC) Luiz Henrique Pellegrini (CREA/SC) Harry Dorow (CRAVIL) João Luiz B. Carvalho (UNIVALI) André Gustavo Wormsbacher (AMAVI) Regina Davison Dias (UNISUL)
Outras instituições	Hélio dos Santos Silva (FUB) Laura (EPAGRI/CIRAM) Álvaro Back (EPAGRI/Urussanga) Hebert Xavier Ferreira (RIO do SUL) Washington de Oliveira Cunha (RIO do SUL) James Rides da Silva (Defesa Civil – Rio do Sul) Juarez Almond (FURB) Mário Tachini (FURB) Marlon Hoelzer (CPRM) Paulo Branco (CPRM) Lauz (EPAGRI/CIRAM) Kadu (EPAGRI/CIRAM) Everton (EPAGRI/CIRAM) Eduardo (EPAGRI/CIRAM)

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

Nas tabelas 1.5.2 e 1.5.3 abaixo, ilustração das reuniões e entrevistas realizadas pela Equipe de Estudo durante os estudos da 1ª fase e 2ª fase.

Tabela - 1.5.2 – Registros de reuniões e entrevistas realizadas com as instituições na 1ª fase

No.	Data	Local	Participantes Lado brasileiro	Assunto da reunião
1	5/4/2010	CIRAM, Florianópolis	Iara (CIRAM)	Dados de solos
2	5/4/2010	UNISUL, Florianópolis	Regina (UNISUL)	Deslizamento de 2008
3	6/4/2010	CIRAM, Florianópolis	Adilson (CIRAM) Juliana (CIRAM)	Deslizamento Morro do Baú (slide)
4	7/4/2010	UFSC, Florianópolis	Maria Lúcia (UFSC)	Atlas de desastres naturais do Estado de Santa Catarina
5	7/4/2010	UFSC - CEPED	Rafael Schadeck (CEPED/UFSC)	Atlas de desastres naturais do Estado de Santa Catarina
6	8/4/2010	SPG, Florianópolis	Tulio Tavares Santo (SPG) Norton Flores Boppré (SPG/Planejamento) Jorge Rebolo Squera (SPG/Cidades) Murilo Colaço (SPG/Estatística/Geo)	Coleta de dados de cartografia e estatísticas
7	9/4/2010	Barragem Norte, José Boiteux	Guilherme R. Bresciani (DEINFRA)	Visita técnica a barragem
8	13/4/2010	DEINFRA, Florianópolis	Guilherme R. Bresciani (DEINFRA)	Coleta de dados sobre operação das barragens
9	14/4/2010	Prefeitura de Itajaí	Comitê do Itajaí	Audiência Pública - Plano Diretor de Recursos Hídricos do Comitê do Itajaí
10	15/4/2010	SDS, Florianópolis	Flávio Victoria (SDS/Rec.Hídricos) Carlos Rockenbach (SDS/Rec.Hídricos)	Coleta de informações sobre gestão de recursos hídricos
11	19/4/2010	IBGE, Florianópolis	Moser (IBGE) Sueni Juraci de Mello (IBGE)	Coleta de dados econômicos e geográficos
12	20/4/2010	SDS, Florianópolis	Flávio Victoria (SDS/Rec.Hídricos)	Apresentação da aeronave para o levantamento

No.	Data	Local	Participantes Lado brasileiro	Assunto da reunião
			Carlos Rockenbach (SDS/Rec.Hídricos)	aerofotogramétrico
13	22/4/2010	Barragem Norte, José Boiteux Barragem Oeste, Taió	Guilherme R.Bresciani (DEINFRA)	Visita técnica às barragens
14	23/4/2010	Ribeiroes Fortaleza, Velha, Garcia	Sheila Mafra Ghodossi (FURB)	Visita técnica às áreas de inundações de Blumenau
15	23/4/2010	Morro do Baú - Ilhota	Almir Cezar Paul (Ilhota/Sec.Agricult.)	Visita técnica ao Morro do Baú
16	23/4/2010	UFSC. Florianópolis	Antonio Cendrero (Cantabria University)	Palestra: Avaliação e Prevenção de Riscos Geoambientais (Universidad del Cantabria, Espanha)
17	24/4/2010	Morro do Baú - Ilhota	Maria Lúcia (UFSC) Masato Kobiyama (UFSC)	Visita técnica ao Morro do Baú
18	26/4/2010	Epagri, Florianópolis	Antonio Cendrero (Cantabria University) Professora Maria Lúcia (UFSC)	Troca de informações sobre prevenção de desastres naturais com Univerdid del Cantabria
19	27/4/2010	Prefeitura de Brusque	Diego Furtado (FUNDEMA) Alexandre Gevaerd (IBEPLAN)	Informações sobre a situação de inundação de Brusque
20	28/4/2010	CRAVIL, Rio do Sul	Harry Dorow (CRAVIL) Moacir Warmling (CRAVIL) Paulo Roberto Arruda (EPAGRI)	Informações sobre a agricultura na região do Rio do Sul, características de enchentes e Programa de atenuação das enchentes de CRAVIL
21	28/4/2010	Câmara Técnica Prevenção, Blumenau	Fabiana da Rosa (AMMVI)	Apresentação do Projeto
22	3/5/2010	SDR-Blumenau	Todas as SDRs da Bacia Prefeituras da Bacia Defesas Civis da Bacia	Instalação do projeto Jica e Apresentação do Projeto para comunidade local
23	5/5/2010	DNIT, Rio do Sul	Elifas Levi Nolasco Marques (DNIT)	Informações sobre as condições de estradas BR 470
24	5/5/2010	Deinfra, Blumenau	Magno Vinicius de Andrade (DEINFRA) Guilherme Bresciani (DEINFRA)	Informação sobre a situação de estradas SC423, SC416, SC418, SC474, SC470, BR486
25	7/5/2010	Defesa Civil, Blumenau	Carlos Olimpio Menestrina (Defesa Civil) Henrique Mario Carreirão (Prefeitura Blu)	informação sobre as medidas de controle das enchentes e escorregamentos
26	7/5/2010	Secretaria de Obras, Blumenau	Alexandre Brollo (Secretaria Obras)	Informações sobre execução de obras emergenciais após os desastres de enchentes e escorregamentos em Blumenau
27	7/5/2010	Comitê da Bacia do Itajaí	Beate Frank (Comitê do Itajaí) Cleverton (SDR-Blumenau)	Discussão sobre o projeto de prevenção e mitigação de desastres
28	11/5/2010	SDR-Blumenau	Beate Frank (Comitê do Itajaí) Cleverton (SDR-Blumenau)	Discussão sobre o projeto da Secretaria de Planejamento da margem esquerda do Rio Itajaí-açu
29	11/5/2010	Secretaria de Planejamento, Blumenau	Walfredo Balistieri (Planejamento) Fernando de Fontoura Xavier (Planejamento) Mauricio Pozzobon (Planejamento) Henrique Mario Carreirão (Planejamento)	Informação sobre o zoneamento e planejamento urbano, problemas de residências irregulares,
30	11/5/2010	Univali, Itajaí	João Luiz Carvalho (UNIVALI)	informação sobre os problemas de enchentes de Itajaí
31	12/5/2010	Secretaria de Obras, Itajaí	Marcelo Marquetti (Secretaria Obras)	Informação sobre as obras emergenciais após as enchentes e reconhecimentos de áreas de enchentes
32	12/5/2010	Secretaria de Planejamento, Itajaí	Paulo Praum Cunha Neto (Planejamento) Amarildo (Planejamento)	Informação sobre o planejamento e zoneamento da cidade
33	12/5/2010	Porto de Itajaí, Itajaí	Antonio Ayres dos Santos (Porto de Itajaí) Robert Granthan (Porto de Itajaí)	Operação de portos e problemas de sedimentação
34	13/5/2010	Defesa Civil, Gaspar	Mari Inês Testoni Theiss (Defesa Civil)	Informação sobre escorregamentos de Gaspar
35	13/5/2010	Epagri, Florianópolis	Fernando Takasugui (Ass. Nipo-Catarinense) Elídio Sinzato (Ass.Nipo-Catarinense) Luiz Nakayama (Ass. Nipo-Catarinense0)	Apresentação do Projeto para Associação Nipo-catarinense
36	14/5/2010	Iguatemi Engenharia	Prudêncio Wust (IGUATEMI) Marnei Saccas Ribeiro (IGUATEMI) Felipe Zacchi Gomez (IGUATEMI) Alexandre Mosimann Silveira (IGUATEMI)	Informações sobre obras emergenciais de Blumenau
37	14/5/2010	Defesa Civil, Brusque	Eliseu Muller Junior (Defesa Civil)	Informação sobre enchentes e escorregamentos de Brusque
38	18/5/2010	Epagri, Florianópolis	Antônio Diomário de Queiroz (FAPESC) Instituições Contrapartes	1º Seminário de troca de experiências entre Japão e Brasil
39	19/5/2010	Epagri, Florianópolis	Instituições Contrapartes	1a reunião de contrapartes para verificação de progresso das atividades do projeto
40	20/5/2010	DEINFRA, Florianópolis	João Flávio Gomes Costa (DEINFRA)	Informações sobre as obras emergenciais do Estado e dados de trafego, IRI, custos diversos
41	20/5/2010	DENIT, Florianópolis	Gervásio Martinichi (DENIT)	Informações sobre as obras emergenciais de rodovias federais e dados de trafego, IRI, custos diversos
42	21/5/2010	FAPESC, Florianópolis	Antonio Diomário de Queiroz (FAPESC) Zenório Piana (FAPESC) Hugo Graga (EPAGRI/CIRAM)	Apresentação dos trabalhos realizados e resultados obtidos na fase 1 de levantamento básico
43	21/5/2010	Epagri, Florianópolis	Guilherme R.Bresciani (DEINFRA)	Discussão sobre reforma das barragens Oeste e Sul

No.	Data	Local	Participantes Lado brasileiro	Assunto da reunião
44	24/5/2010	Deinfra, Blumenau	Magno Vinicius de Andrade (DEINFRA)	Informações sobre as enchentes, manutenção das estradas e atribuições do Deinfra Blumenau
45	24/5/2010	Secretaria de Obras, Luiz Alves	Reinvald José Tiedt (Secretaria de Obras)	Informações sobre escorregamentos em Luiz Alves
46	25/5/2010	Defesa Civil, Brusque	Eliseu Muller Junior (Defesa Civil)	Informações sobre os escorregamentos
47	25/5/2010	Secretaria de Planejamento, Rio do Sul	Garibaldi Antônio Ayroso (Planejamento) James Rides da Silva (Defesa Civil) André Gustavo Wormsbecher (Planejamento)	Visita ao local de enchentes, informação sobre o plano de contingência da Defesa Civil, informações sobre enchentes do passado.
48	25/5/2010	CRAVIL, Rio do Sul	Moacir Warmling (CRAVIL) Paulo Roberto Arruda (EPAGRI)	Informação sobre o projeto de inovação da produção de arroz e atenuação das cheias
49	26/5/2010	FURB/CEOPS, Blumenau	Helio dos Santos Silva (FURB) Mario Tachini (FURB)	Informação sobre o sistema de prevenção e alarme da CEOPS e estudo de correlação do índice de chuvas com o escorregamento.
50	27/5/2010	Defesa Civil, Ilhota	Paulo Brun (Defesa Civil)	informações sobre a enchente de 11/2008 e visita aérea no Morro do Baú com helicóptero do Corpo de Bombeiros.
51	27/5/2010	Portonave, Navegantes	Osmari de Castilho Ribas (Portonave) Lélio Esteves Rossa (Portonave) Paulo Roberto Deschamps (Portonave)	Informações sobre a administração e operação do Portonave e dados de volume de carga e descarga.
52	27/5/2010	Prefeitura, Navegantes	Cassiano Ricardo Weiss (Sec. Fazenda) Fabiano Zucco (Administração) Antônio Carmona (Sec. Des.Econômico)	Informações sobre as enchentes e canal extravasor (desconhece o projeto da JICA)
53	27/5/2010	Autopista Litoral Sul, Joinville	Fernando Araújo (Autopista)	Informações sobre o volume de tráfegos da BR-101
54	28/5/2010	Defesa Civil, Rio do Sul	James Rides da Silva (Defesa Civil)	Informações sobre os escorregamentos e visita ao local de desmoronamento.
55	31/5/2010	Porto de Itajaí, Itajaí	André Pimentel (Porto Itajaí / Engenharia)	Informação sobre os registros das marés e identificação do RN
56	31/5/2010	Defesa Civil, Itajaí	Major Sérgio Murilo de Melo (Defesa Civil)	Informações sobre plano de contingência e enchentes em Itajaí.
57	1/6/2010	Defesa Civil, Florianópolis	Major Emerson Emerim (Defesa Civil Estadual) Paulo Cesar Knih (Defesa Civil Estadual)	Informações sobre enchentes no Estado de Santa Catarina, Plano de emergência e calamidade pública, AVADAN e treinamentos, etc
58	2/6/2010	Defesa Civil, Blumenau	Carlos Olimpio Menestrina (Defesa Civil) Major Baptista Neto (Defesa Civil)	Sistema de previsão e alerta de Blumenau e plano de contingência
59	2/6/2010	FURB/CEOPS, Blumenau	Mario Tachini (FURB)	Sistema de previsão e alerta de Blumenau e estação hidrológica da ANA
60	7/6/2010	Defesa Civil, Itajaí	Major Sérgio Murilo de Melo (Defesa Civil)	Informação sobre os escorregamentos
61	8/6/2010	Epagri, Florianópolis	Contrapartes brasileiras	2a reunião de contrapartes e equipe Jica
62	9/6/2010	SDS, Florianópolis	Carlos Rockenbach (SDS/Rec.Hídricos) Robson Marcos (SDS/Rec.Hídricos)	Estação pluviométrica e hidrográfica da SDS/FURB e financiamento do Banco Mundial para o projeto Microbacia 3
63	10/6/2010	Univali, Itajaí	João Luiz Carvalho (UNIVALI)	Informação sobre as enchentes e projeto de molhe na confluência (Jetty)
64	10/6/2010	Defesa Civil, Gaspar	Mari Inês Testoni Theiss (Defesa Civil)	Informação sobre as enchentes e plano de contingência
65	11/6/2010	Barragem Norte, José Boiteux	Guilherme R.Bresciani (DEINFRA)	Visita técnica a barragem Norte
66	11/6/2010	Barragem Oeste, Taió	Guilherme R.Bresciani (DEINFRA)	Visita técnica a barragem Oeste
67	11/6/2010	Barragem Sul, Ituporanga	Guilherme R.Bresciani (DEINFRA)	Visita técnica a barragem Sul
68	14/6/2010	Defesa Civil, Rio do Sul	James Rides da Silva (Defesa Civil) André Gustavo Wormsbecher (Planejamento)	Informações sobre sistema de alarme e plano de contingência
69	14/6/2010	COHAB, Florianópolis	Maria Darci Mota Beck (COHAB)	Novos projetos de desenvolvimento residencial
70	14/6/2010	Microbacias, Florianópolis	Valdemar Salgado (Microbacias) Vicente Sandrini Pereira (Microbacias)	Informações sobre os projetos Microbacias 1, 2 e 3 com financiamento do Banco Mundial
71	15/6/2010	CIRAM, Florianópolis	Everton Blank (CIRAM) Carlos Eduardo Salles de Araujo (CIRAM)	Informações sobre modelagens desenvolvidas pelo CIRAM: SWAT (modelo hidrológico) e FINEP 14 (alerta de eventos extremos)
72	16/6/2010	SDS, Florianópolis	Carlos Rockenbach (SDS/Rec.Hídricos) Robson Marcos (SDS/Rec.Hídricos)	Informações sobre sistema de alerta de enchentes com recursos do Banco Mundial (Microbacia 3).
73	16/6/2010	FATMA, Florianópolis	Graciela Canton (FATMA) Martim (advogado) (FATIMA)	Informações sobre APP e legislação pertinente (CONAMA, CONSEMA) e formulário para o licenciamento ambiental
74	19/6/2010	SDR-Blumenau	Beate Frank (Comitê do Itajaí)	Discussão sobre as propostas de medidas para o sistema de alerta e medidas estruturais de escorregamentos
75	21/6/2010	Defesa Civil, Florianópolis	Major Emerson Emerim (Defesa Civil Estadual) (Defesa Civil)	Informações sobre o sistema de alerta de escorregamentos

No.	Data	Local	Participantes Lado brasileiro	Assunto da reunião
76	27/7/2010	FAPESC, Florianópolis	Antônio Diomário de Queiroz (FAPESC) Hugo Braga (EPAGRI/CIRAM) Zenório Piana (FAPESC)	Apresentação das diretrizes básicas para Plano Diretor
77	28/7/2010	SDR-Blumenau	Raimundo Mette (SDR-Blumenau) Beate Frank (Comitê do Itajaí) Cleverton (SDR- Blumenau) Noemia Bohn (FURB) Sheila Mafra Ghoddosi (FURB) Fabiana de Carvalho Rosa (AMMVI)	Apresentação das diretrizes básicas para Plano Diretor
78	2/8/2010	Defesa Civil, Florianópolis	Major Emerson Emerim (Defesa Civil Estadual)	Apresentação das diretrizes básicas para Plano Diretor
79	3/8/2010	Epagri, Florianópolis	Contrapartes brasileiras	Apresentação das diretrizes básicas para Plano Diretor
80	5/8/2010	SDS, Florianópolis	Flávio Victoria (SDS/Recursos Hídricos) Carlos Rockenbach (SDS/Rec.Hídricos)	Apresentação das diretrizes básicas para Plano Diretor
81	9/8/2010	CRAVIL, Florianópolis	Harry Dorow (CRAVIL) Moacir Warmling (CRAVIL) Paulo Roberto Arruda (EPAGRI)	Apresentação das diretrizes básicas para Plano Diretor e discussão sobre o programa de inovação da produção de arroz e atenuação das cheias
82	11/8/2010	SDR-Blumenau	Ari Roedez (FURB) Hélio dos Santos Silva (FURB)	Situação das enchentes em Rio dos Cedros e Timbó
83	11/8/2010	FURB, Blumenau	Membros da CT - Prevenção	Apresentação das diretrizes básicas para Plano Diretor
84	12/8/2010	Agronômica, Pouso Redondo, Taió	Moacir Warmling (CRAVIL) Iloi (EPAGRI) Olimpio (EPAGRI)	Visita técnica a arrozeiras e pequenos açudes de irrigação e Barragem Oeste
85	13/8/2010	UFSC-CEPED, Florianópolis	Rafael Schadec (CEPED/UFSC)	Apresentação das diretrizes básicas para Plano Diretor e informações sobre os dados do Atlas de Desastres naturais
86	24/8/2010	UFSC - CEPED, Florianópolis	Rafael Schadec (CEPED/UFSC)	Informações sobre os dados do Atlas de Desastres Naturais
87	24/8/2010	DEINFRA, Florianópolis	Adolar Ferreira (DEINFRA) Osni Beretta (DEINFRA)	Ajuste de datas para visita técnica às regiões com problemas de estabilidade de encostas nas rodovias
88	26/8/2010	FUNDAGRO, Florianópolis	Eugênia Maria (FUNDAGRO) Michele de Aguiar Backes (FUNDAGRO)	Informações sobre os dados hidrológicos da CELESC
89	27/8/2010	Prefeitura de Rio dos Cedros	Fernando Tomaselli (Prefeitura Rio dos Cedros) Guilherme Voigt Junior (Vereador de Timbó) Hélio dos Santos Silva (FURB) Ari Roedez (FURB) José Belmont Verzola (Celesc) Carlos Rockenbach (SDS/Recursos Hídricos) Sergio Boezel (SDR-Timbó)	Enchentes em Rio dos Cedros/Timbó e implantação do sistema de alerta em conjunto com Celesc.
90	1/9/2010	FURB, Blumenau	Sheila Mafra Ghoddosi (FURB)	Considerações ambientais da Bacia do Itajaí e programa de recuperação da mata ciliar
91	1/9/2010	FURB, Blumenau	Hélio dos Santos Silva (FURB)	Plano piloto de análise de riscos de deslizamentos (avaliação e estimativa de risco, plano de medidas e projeto estrutural de estabilização de taludes)
92	1/9/2010	Celesc, Florianópolis	José Belmont Verzola (Celesc) Daniel Pedro Medeiros (Celesc)	Informações sobre as operações das barragens de Rio dos Cedros
93	8/9/2010	SDS, Florianópolis	Carlos Rockenbach (SDS/Recursos Hídricos) Tobias (SDS/Recursos Hídricos)	Verificação da área de drenagem da bacia do Rio dos Cedros
94	8/9/2010	SPG, Florianópolis	Vinícius Lummertz (SPG) Jorge Rebollo Squera (SPG/Cidades)	Apresentação das diretrizes básicas para Plano Diretor e confirmação de novos projetos de desenvolvimento residencial do Estado de SC
95	13/9/2010	SDR-Blumenau	Prefeituras municipais Associações dos municípios SDR da Bacia do Itajaí	Apresentação das diretrizes básicas para Plano Diretor
96	14/9/2010	Benedito Novo, Luis Alves, Gaspar, Doutor Pedrinho	Adolar Ferreira (DEINFRA) Osni Beretta (DEINFRA)	Visita técnica às áreas de deslizamentos em rodovias estaduais e municipais
97	15/9/2010	Benedito Novo, Luis Alves, Gaspar, Doutor Pedrinho	Adolar Ferreira (DEINFRA) Osni Beretta (DEINFRA)	Visita técnica às áreas de deslizamentos em rodovias estaduais e municipais
98	23/9/2010	FAPESC, Florianópolis	Membros do GTC	Apresentação do projeto e diretrizes básicas para o Plano Diretor
99	29/9/2010	DEINFRA, Florianópolis	Adolar Ferreira (DEINFRA) Osni Beretta (DEINFRA)	Coleta de dados de custo de tráfego, IRI, etc para realização do cálculo de custos de desastres.
100	30/9/2010	Epagri, Florianópolis	Contrapartes brasileiras CT- prevenção	4ª reunião de contrapartes: apresentação do Plano de enchentes e as medidas de prevenção e aprovação das diretrizes básicas pela Câmara Técnica de Prevenção.
101	08/10/2010	Epagri Florianópolis	Beate Frank (Comitê do Itajaí) João Luiz Carvalho (UNIVALI)	Organização da Audiência Pública
102	14/10/2010	AMMVI Blumenau	Fabiana de Carvalho Rosa (AMMVI)	Discussão sobre o sistema de alerta/alarme de enchentes

No.	Data	Local	Participantes Lado brasileiro	Assunto da reunião
103	14/10/2010	FURB/CEOPS Blumenau	Hélio dos Santos Silva (FURB)	Discussão sobre o sistema de alerta/alarme de enchentes
104	14/10/2010	Epagri Florianópolis	Contrapartes brasileiras CT- prevenção	5ª reunião de contrapartes: apresentação dos planos de medidas de escorregamentos e de enchentes
105	15/10/2010	Pref. Municipal Rio do Sul	James Rides da Silva (Defesa Civil) André Wormsbecher (Planejamento)	Discussão sobre o sistema de alerta/alarme de enchentes
106	15/10/2010	Barragens da Celesc Rio dos Cedros	Miguel (Usina Palmeiras)	Visita técnica às barragens do Rio Bonito e Pinhal
107	19/10/2010	SDS, Florianópolis	Flávio Victoria (SDS/Rec.Hídricos) Carlos Rockenbach (SDS/Rec.Hídricos)	Discussão sobre o sistema de alerta/alarme de enchentes
108	20/10/2010	Pref. Municipal Blumenau	Walfredo Balistieri (Planejamento) Vera Krummenauer	Plano de enchentes e aspectos ambientais no planejamento urbano da cidade de Blumenau
109	20/10/2010	SDR Blumenau	Fabiana de Carvalho Rosa (AMMVI)	Discussão sobre considerações do aspecto ambiental para o Plano Diretor
110	21/10/2010	CELESC Florianópolis	José Belmont Verzola (Celesc)	Discussão sobre o sistema de alerta/alarme de enchentes e controle das barragens de Rio dos Cedros
111	25/10/2010	Pref. Municipal Rio do Sul	James Rides da Silva (Defesa Civil) André Wormsbecher (Planejamento)	Discussão sobre o sistema de alerta/alarme de enchentes
112	26/10/2010	Pref. Municipal Brusque	Eliseu Muller Junior (Defesa Civil)	Discussão sobre o sistema de alerta/alarme de enchentes
113	26/10/2010	FURB/CEOPS Blumenau	Hélio dos Santos Silva (FURB) Mário Tachini (FURB)	Discussão sobre o sistema de alerta/alarme de enchentes
114	27/10/2010	Epagri Florianópolis	Marcelo Jorge Medeiros (ANA)	Sistema de alerta/alarme da ANA e projetos futuros
115	28/10/2010	Epagri Florianópolis	Contrapartes brasileiras	6ª reunião de contrapartes: propostas de medidas de enchentes, escorregamentos e sistema de alerta/alarme de enchentes
116	04/11/2010	UNIVALI, Itajaí	João Luiz B. Carvalho (UNIVALI)	Discussão sobre as propostas de medidas de enchentes para o Itajaí
117	04/11/2010	SDS, Florianópolis	Robson Marcos (SDS/Rec.Hídricos)	Discussão sobre o sistema de alerta/alarme de enchentes (transmissão de dados de medição de estação até Ciram)
118	04/11/2010	DEINFRA, Florianópolis	Willian Ernest Wojcikiewicz	Coleta de preços de referências para obras hidráulicas e rodoviárias
119	08/11/2010	DEINFRA Florianópolis	Roberto Alexandre Zattar	Coleta de preços de referências para obras hidráulicas e rodoviárias
120	09/11/2010	EPAGRI Florianópolis	Beate Frank (Comitê do Itajaí) João Luiz Carvalho (UNIVALI)	Organização da Audiência Pública
121	11/11/2010	EPAGRI Florianópolis	Contrapartes brasileiras	7ª reunião de contrapartes: discussão sobre a audiência pública
122	16/11/2010	AMFRI, Itajaí	População de Itajaí e Brusque (municípios membros da AMFRI)	1ª Audiência Pública
123	17/11/2010	SDR Blumenau	População de Blumenau e imediações (municípios membros da AMMVI)	2ª Audiência Pública
124	18/11/2010	Secret. da Educação Rio do Sul	População de Rio do Sul e imediações (municípios membros da AMAVI)	3ª Audiência Pública
125	25/11/2010	FURB Blumenau	Comunidade em geral da Bacia do Itajaí	2º Seminário para troca de experiências e tecnologias em gestão de desastres
126	29/11/2010	EPAGRI Florianópolis	Contrapartes brasileiras	8ª reunião de contrapartes: decisão sobre o tempo de recorrência para o plano de enchentes
127	29/11/2010	EPAGRI Florianópolis	Antônio Diomário de Queiroz (FAPESC)	Decisão do governo de SC sobre o tempo de recorrência para efeito do plano de enchentes.

Fonte: Equipe de Estudo da JICA



Seminário Técnico



Audiência Pública

Tabela - 1.5.3 – Registros de reuniões e entrevistas realizadas com as instituições na 2ª fase

No.	Data	Local	Participantes	Assunto da reunião
			Lado brasileiro	
1	28/02/2011	EPAGRI	Geraldo Althoff (Defesa Civil Estadual) Ichiro Sato (JICA – Brasília) Patricia Takeda (JICA – Brasília)	Reunião de explicação do presente Estudo e apresentação da Equipe da JICA ao novo Secretário
2	28/02/2011	Gabinete Governador	Raimundo Colombo (Governador Estado) Eduardo Pinto Moreira (Vice-Governador) Geraldo Althoff (Defesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
3	28/02/2011	SEF – Fazenda	Ubiratan S. Resende (SEF) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
4	28/02/2011	SAI - Articulação Internacional	Marcelo J. Trevisan (SAI) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
5	01/03/2011	SAE - Assuntos estratégicos	Paulo Eli (Consultor Geral – SAE) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
6	01/03/2011	SEA - Administração	Milton Martini (SEA) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
7	01/03/2011	SPG - Planejamento	Túlio Tavares Santos (SPG) Norton Flores Boppré (SPG-Planejamento) Celia Fernandes (SPG-Cidades) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
8	02/03/2011	FAPESC	Sergio Luiz Gargioni (FAPESC) Mario Angelo Vidor (FAPESC) Edson Henrique Veran (FAPESC) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
9	03/03/2011	FATMA	Murilo Xavier Flores Heriberto Hülse Neto	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
10	10/03/2011	DEINFRA	Roberto Alexandre Zattar (DEINFRA) William Ernst Wojcikiewicz (DEINFRA) Antonio Romeu B. Farias (DEINFRA)	Plano de execução dos serviços de topografia e sondagem geotécnica, solicitação de permissão para o acesso e autorização para execução dos levantamentos
11	10/03/2011	DEINFRA	Celso Luiz Muller de Faria	Plano de execução dos serviços de topografia e sondagem geotécnica, solicitação de permissão para o acesso e autorização para execução dos levantamentos
12	10/03/2011	SC Prerrias	Énio Andrade Branco (SC Par) Glauro José Cortê Filho (SC Par) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
13	10/03/2011	Agricultura	João Rodrigues (Agricultura) Luiz Hessmann (EPAGRI) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
14	16/03/2011	SDR-Ituporanga	Adelmo César Sant'ana (SDR) Daniel Rogério Schmitt (Câmara dos Vereadores) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
15	16/03/2011	SDR-Rio do Sul	Italo Goral (SDR) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual) Prefeitos das cidades da região do Rio do Sul Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
16	16/03/2011	SDR-Taió	Hugo Lembeck (SDR-Taió) Prefeitos das cidades da região de Taió Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
17	16/03/2011	SDR-Ibirama	Oswaldo Beltramini (SDR Ibirama) Prefeitos das cidades da região de Ibirama Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
18	17/03/2011	SDR Timbó	Rogério Raul Theiss (SDR Timbó) Prefeitos das cidades da região de Timbó Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
19	17/03/2011	SDR Blumenau	Cesar Bitelho (SDR Blumenau) Rufinus Seibt (Prefeitura BLU) Paulo Mauricio Pizzolatti (pomerode)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade

No.	Data	Local	Participantes	Assunto da reunião
			Lado brasileiro	
			Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	
20	17/03/2011	SDR Brusque	Sandra Regina Eccel (SDR Brusque) Prefeitos das cidades da região de Brusque Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
21	17/03/2011	SDR Itajaí	Fabício Satiro de Oliveira (SDR Itajaí) Raquel Fabiane Mafra (SDR Itajaí) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
22	22/03/2011	EPAGRI	Paulo Roberto Arruda (EPAGRI)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
23	22/03/2011	DEINFRA	Paulo Meller (Presidente DEINFRA) William E. Wojcikiewics (DEINFRA) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
24	21/03/2011	Assembléia Legislativa	Kennedy Nunes (Deputado Estadual) Reginete Panzeri (SEF)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
25	23/03/2011	Prefeitura Itajaí	Jandir Bellini (Prefeito) João Omar Macagnan (Secretário) Everlei Pereira (Defesa Civil) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
26	30/03/2011	Prefeitura Blumenau	João Paulo Kleinübing (Prefeito) Paulo Mauricio Pizzolatti (Vice-Prefeito) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
27	30/03/2011	Prefeitura Rio do Sul	Milton Hobus (Prefeito) Italo Goral (SDR) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
28	31/03/2011	SDS	Paulo Bornhausen (Secretário) Edison Lima (Recursos Hídricos) Geraldo Althoff (Deesa Civil Estadual)	Explicação de síntese do Plano Diretor e Estudo de Viabilidade
29				

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

1.6 Relatório Final Preliminar

O Relatório Final Preliminar foi elaborado baseado nos resultados de estudos da 1ª fase e 2ª fase que foi dado início no final de 03/2010. Este relatório está estruturado de acordo com os objetivos do estudo preparatório das duas fases:

Parte I: Plano Diretor (1ª fase)

Parte II: Estudo de Viabilidade (2ª fase)

É composto de quatro partes e o Relatório Final Preliminar corresponde ao Relatório Principal.

1ª Parte: Sumário do Estudo Geral

2ª Parte: Relatório Principal

3ª Parte: Relatório Suplementar

4ª Parte: Data book