

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ E BACIAS CONTÍGUAS

CAMÂMRA DE ASSESSORAMENTO TÉCNICO – CAT

PROCESSO Nº 01/2018

ASSUNTO: Projetos dos melhoramentos fluviais ao longo da Bacia do Rio Itajaí-Açu propostos pela Defesa Civil de Santa Catarina

INTERESSADO: Defesa Civil de Santa Catarina

PROCEDÊNCIA: Diretoria do Comitê do Itajaí

Páginas: 103

BLUMENAU – 2021

CAMÂMRA DE ASSESSORAMENTO TÉCNICO – CAT

BIÊNIO 2018 - 2020

Presidência: Agência Intermunicipal de Regulação (AGIR) – Me. Ricardo Hübner

Membros e entidades:

Associação dos Municípios do Alto Vale do Itajaí (AMAVI) – Gabriel Soldatelli Murara

Associação dos Municípios do Médio Vale do Itajaí (AMMVI) - Ma. Simone Gomes Traleski

Associação Empresarial de Blumenau (ACIB) - Charles Schwanke, Rosangela Muller

Associação Empresarial de Rio do Sul (ACIRS) - Arno Nardelli, Eduardo Aragão Silva

Câmara de Vereadores de Gaspar - Marcos Alexandre Klitzke

Centro Universitário para Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí (Unidavi) – Dra. Andréia Pasqualini Blass

Cooperativa Regional Agropecuária Vale do Itajaí (CRAVIL) - Neimar Francisco Willemann, Moacir Warmling

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão de Santa Catarina (EPAGRI) - Marcos Lima Campos Vale, Roberta Ramos

Fundação Municipal do Meio Ambiente de Brusque (FUNDEMA) - Amabilly Schvambach

Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Dr. Joel Dias da Silva

Prefeitura Municipal de Ituporanga – Me. Carlos Eduardo Plens

Prefeitura Municipal de Pouso Redondo - Aleksandro Peterle

Prefeitura Municipal de Rio do Sul - Michele Rublesck

Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Timbó (SAMAE Timbó) - Rodrigo Catafesta Francisco

Sindicato das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e do Material elétrico de Rio do Sul (SIMMMERS) - Aldo Kaestner

Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – Ma. Adelita Ramaiana Bennemann Granemann

CAMÂMRA DE ASSESSORAMENTO TÉCNICO – CAT

BIÊNIO 2020 – 2022

Presidência: Agência Intermunicipal de Regulação (AGIR) – Me. Ricardo Hübner

Membros e entidades:

Associação dos Municípios do Alto Vale do Itajaí (AMAVI) – Gabriel Soldatelli
Murara

Associação dos Municípios do Médio Vale do Itajaí (AMMVI) - Ma. Simone
Gomes Traleski

Associação Empresarial de Rio do Sul (ACIRS) - Arno Nardelli

Centro Universitário para Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí (Unidavi) –
Andréia Pasqualini Blass

Cooperativa Regional Agropecuária Vale do Itajaí (CRAVIL) - Neimar Francisco
Willemann

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão de Santa Catarina (EPAGRI) -
Adriana Andréa Padilha

Fundação Municipal do Meio Ambiente de Brusque (FUNDEMA) - Amabilly
Schvambach

Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Dr. Joel Dias da Silva
Instituto Água Conecta – Ma. Camila Andréia Ramos

Instituto Itajaí Sustentável (INIS) - João Pedro Maciel

Prefeitura Municipal de Pouso Redondo - Alexsandro Peterle

Sindicato das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e do Material elétrico de Rio
do Sul (SIMMMERS) - Aldo Kaestner

Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – Ma. Adelita Ramaiana Bennemann
Granemann.

COLABORADORES

Executivo

FUNDAÇÃO PIAVA:

- **Dra. Carla Caroline Tomaselli**
- **Dra. Noemia Bohn**
- **Ma. Adelita Ramaiana Bennemann Granemann**
- **Ma. Camila Andréa Ramos**

CONSULTORA SDE:

- **Dra. Rubia Girardi**

Especialistas

- **Dr. Ademar Cordeiro**, engenheiro civil, mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e doutor em Engenharia Hidráulica.
- **Dr. Adilson Pinheiro**, engenheiro civil, mestre em Recursos Hídricos e Saneamento, doutor em Física e Química Ambiental.
- **Dr. Dirceu Luís Severo**, meteorologista, mestre e doutor em meteorologia.
- **Dr. Gean Paulo Michel**, engenheiro sanitário e ambiental, mestre em engenharia ambiental e doutor em recursos hídricos e Saneamento Ambiental.
- **Dr. Rogerio Goulart Junior**, graduado em ciências econômicas, mestre em engenharia de produção e doutor em desenvolvimento econômico.
- **Dr. Vitor Vieira Vasconcelos**, licenciado em geografia, bacharel em ciências ambientais, especialista em solos e meio ambiente, mestre em geografia, doutor em ciências naturais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ocorrência anual de inundações e enxurradas nos municípios da Bacia do Itajaí no período de 1995 – 2014	28
Figura 2 – Mapa dos municípios onde estão localizados os pontos de interesse do EAHI.	60
Figura 3 – Conceitualização de risco como resultado da sobreposição de susceptibilidade e exposição.	62
Figura 4 - Ocupação do solo, terras protegidas e obras planejadas na Bacia do Rio Itajaí-Açú	80
Figura 5 - Ocupação do solo, obras planejadas e cenários avaliados na Bacia do Rio Itajaí-Açú	81
Figura 6 a, b, c, d – Esquema conceitual de efeitos da alteração no perfil de equilíbrio dos rios em relação à dinâmica de sedimentos.....	82
Figura 7 – Efeito conjugado de inundação e de erosão nas respectivas margens convexas e côncavas dos rios.	84
Figura 8 - Proposta de traçado do túnel de derivação em Blumenau.	85
Figura 9 Mapeamento dos possíveis efeitos do túnel de derivação fluvial em Blumenau	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Instituições catarinenses com atribuição legal vinculada à gestão de risco de desastres	7
Quadro 2 – Medida proposta JICA e atendimento aos princípios do PPRD e objetivos do Plano de Bacia.....	31
Quadro 3 – Medidas propostas pela JICA a serem implementadas na 1ª fase	42
Quadro 4 – Intervenções estruturais em cada cenário analisado no EAH.....	59
Quadro 5 - Estimativas de alteração dos níveis máximos (metros) simulados em cada cenário, em relação às estimativas do cenário “a”, para o evento de TR 10 anos.....	64
Quadro 6 - Estimativas de alteração dos níveis máximos (metros) simulados em cada cenário, em relação às estimativas do cenário “a”, para o evento de TR 25 anos.....	66
Quadro 7 - Estimativas de alteração dos níveis máximos (metros) simulados em cada cenário, em relação às estimativas do cenário “a”, para o evento de TR 50 anos.....	67
Quadro 8 - Vazões e cotas máximas e de inundação nas estações fluviométricas de Rio do Sul, Blumenau e Brusque	69
Quadro 9 - Profundidade da inundação (hi) máxima em Rio do Sul Confluência, Blumenau Centro e Brusque (m)	69
Quadro 10 - Melhores resultados obtidos em relação às alternativas de alteração dos níveis máximos simulados em cada cenário, considerando os efeitos sinérgicos	70

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	1
1.1	GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS.....	1
1.2	COMITÊ DE BACIA E O PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS	2
1.3	DESASTRES HIDROLÓGICOS.....	4
1.4	GOVERNANÇA DOS PROJETOS DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL	6
1.5	DOCUMENTOS QUE SUBSIDIAM O PARECER	10
2	HISTÓRICO.....	14
2.1	SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE EXPERIÊNCIAS DE GESTÃO DE RISCOS HIDROLÓGICOS: MEDIDAS ESTRUTURAIS E NÃO-ESTRUTURAIS	19
3	DESCRIÇÃO DOS PROJETOS	23
3.1	PROJETO EXECUTIVO DE MELHORAMENTOS FLUVIAIS ENTRE RIO DO SUL E LONTRAS	23
3.2	ANTEPROJETO DO CANAL EXTRAVASOR NO MACIÇO DE SALTO PILÃO EM RIO DO SUL	23
3.3	PROJETO EXECUTIVO DE MELHORAMENTOS FLUVIAIS EM TAIÓ	24
3.4	PROJETO EXECUTIVO DE MELHORAMENTOS FLUVIAIS EM TIMBÓ	24
3.5	ESTUDOS BÁSICOS E VIABILIDADE TÉCNICA DOS MELHORAMENTOS FLUVIAIS, CONSTRUÇÃO DE DIQUES, EM BLUMENAU, INDAIAL E GASPAR, PARTE A - ESTUDOS E PROJETOS DE ENGENHARIA, TOMO I E II E PARTE B – DOS ESTUDOS AMBIENTAIS	24
3.6	ANTEPROJETO DO TÚNEL DE DERIVAÇÃO EM BLUMENAU E PARTE I.....	25
3.7	ESTUDO REALIZADO PARA A MELHORIA FLUVIAL DO RIO ITAJAÍ AÇU NO MUNICÍPIO DE INDAIAL	25
3.8	PROJETO PRÉ-EXECUTIVO E EXECUTIVO DE MELHORAMENTOS FLUVIAIS EM ILHOTA, NAVEGANTES E ITAJAÍ.....	25
4	ANÁLISE DO PLANO DIRETOR DA AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO (JICA)	26
4.1	PARECER Nº 11/2011: MEDIDAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DE DESASTRES PARA A BACIA DO ITAJAÍ (PROJETO JICA) – RELATÓRIO INTERMEDIÁRIO	27
4.1.1	<i>Ponto 1: Foco do Projeto JICA</i>	<i>27</i>
4.1.2	<i>Ponto 2: Análise das medidas segundo os princípios do PPRD e os objetivos do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica</i>	<i>30</i>
4.1.3	<i>Parecer</i>	<i>36</i>
4.2	PARECER Nº 12/2011: MEDIDAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DE DESASTRES PARA A BACIA DO ITAJAÍ (PROJETO JICA) – RELATÓRIO FINAL	37
4.2.1	<i>Ponto 1: Governança do projeto.....</i>	<i>38</i>
4.2.2	<i>Ponto 2: Análise das medidas propostas.....</i>	<i>41</i>
4.2.3	<i>Ponto 3: Consideração sobre o período de retorno</i>	<i>46</i>
4.2.4	<i>Parecer</i>	<i>47</i>

5	ANÁLISES SOBRE O EAHI.....	50
5.1	MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS.....	50
5.2	CONSIDERAÇÕES A CERCA DE UM SISTEMA DE ALERTA	51
5.3	RELEVÂNCIA DO EAHI.....	54
5.4	ESTRUTURAÇÃO DO ESTUDO	55
5.5	METODOLOGIA DO EAHI	56
5.6	CONFIABILIDADE DO EAHI.....	57
5.7	DESCRIÇÃO SINTÉTICA DO EAHI	58
5.8	RISCOS ASSOCIADOS ÀS INUNDAÇÕES E AVALIAÇÃO DE BENEFÍCIOS.....	61
5.9	RESULTADO EM NÍVEL DO RIO	62
5.10	RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES	64
5.11	AVALIAÇÃO DAS OBRAS PROPOSTAS	70
5.12	ANÁLISE ECONÔMICA DOS DESASTRES NATURAIS DE ORIGEM HIDROLÓGICA NA BACIA DO RIO ITAJAÍ	73
5.13	BREVE ANÁLISE ECONÔMICA DA PROPOSTA ORIGEM DOS RECURSOS E QUANTIAS ATUALIZADAS (INCC/FGV=JAN.20)	76
5.14	AVALIAÇÃO SOB A ÓTICA DO PLANEJAMENTO DO USO DO SOLO	78
6	QUESTIONAMENTOS E ARGUMENTOS DOS MEMBROS DA CAT	87
7	CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES.....	94
	REFERÊNCIAS	102

1 APRESENTAÇÃO

Este parecer, que integra o Processo nº 01/2018 do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí e Bacias Contíguas (Comitê do Itajaí), tem por objetivo discutir a demanda encaminhada pela Defesa Civil (DC) de Santa Catarina acerca dos estudos e projetos de melhoramentos fluviais ao longo da Bacia do Rio Itajaí-Açu. A demanda, encaminhada para o Presidente do Comitê do Itajaí, foi discutida na 1ª reunião da Diretoria do Comitê do dia 15/02/2018, que designou a Câmara de Assessoramento Técnico (CAT) para analisar e emitir parecer.

Assim, este documento, que constitui o **parecer** da CAT sobre a demanda em epígrafe, está estruturado da seguinte forma: **(i) Apresentação** do tema, **(ii) Histórico**, no qual estão contemplados todo o procedimento realizado pelo Comitê do Itajaí e pela Câmara de Assistência Técnica (CAT), as datas e locais das reuniões em que este assunto foi objeto da ordem do dia, bem como, os documentos que serviram para a elaboração da análise; **(iii) Descrição dos projetos**, onde é apresentado um resumo das obras propostas pela DC, **(iv) Análise do plano diretor da agência de cooperação internacional do Japão (JICA)**, onde foram resgatas informações do Parecer 11/2011 e 12/2011 sobre as Medidas de prevenção e mitigação de desastres para a bacia do Itajaí (Projeto JICA) emitidas pelo Comitê do Itajaí, **(v) Análises sobre o EAHI**, na qual estão contemplados pareceres de especialistas na área de hidrologia, economia, riscos de desastres e afins **(vi) Questionamentos e argumentos dos membros da CAT**, onde foram resgatadas informações contidas nas atas de reuniões onde a temática das obras propostas pela DC foram abordados, e por fim, **(vii) Considerações e recomendações**, este item traz o posicionamento da CAT acerca das obras e também recomendações à Secretaria de Defesa Civil.

1.1 Gestão integrada de recursos hídricos

Em relação à gestão do projeto e alcance dos seus objetivos, a análise se baseou no conceito de gestão integrada de recursos hídricos, que é um objetivo

mundialmente perseguido, e inclusive associado às Metas do Milênio. Por isso, é necessário considerá-la, principalmente no que diz respeito à definição e à execução de obras hidráulicas.

A gestão integrada do recurso hídrico passou a considerar as bacias hidrográficas como territórios em que podem ser negociadas ações entre os múltiplos usuários, a fim de alcançar não só metas para administrar a oferta junto com a demanda, mas também para tratar aspectos ambientais e de equidade. É esse o conceito que pauta a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecida pela Lei N° 9433/1997.

A integração é, pois, a palavra-chave para a gestão e para o bom desenvolvimento de iniciativas de desenvolvimento de recursos hídricos. Para que o processo de gestão de recursos hídricos seja “integrado”, devem ser executadas ações que produzam benefícios em termos produtivos e em termos ambientais, à luz do comportamento da bacia. Além disso, o sistema de gestão deve ser tal que os usuários possam participar da tomada de decisão, tendo em vista sempre reconhecer igualmente o direito de cada um.

Os grupos de ações envolvidas no desenvolvimento e na gestão de uma bacia hidrográfica e a serem integradas são: ações técnicas ou diretas, também conhecidas como ações ou medidas estruturais (estudos, projetos, trabalhos, operações, gestão); e ações indiretas ou de gestão, também conhecidas como medidas não-estruturais (financiamento, normatização, organização).

Portanto, da integração destes grupos de ação dependem a efetividade e o sucesso dos empreendimentos, e para que a integração ocorra não só as instituições precisam ser fortalecidas, como devem atuar em conjunto ou estar articuladas.

1.2 Comitê de Bacia e o Plano de Recursos Hídricos

Um Comitê de Bacia é um Órgão Governamental que tem o dever legal de promover o gerenciamento descentralizado, participativo e integrado dos recursos hídricos. Especificamente na Bacia do Itajaí, cabe ao Comitê promover a integração das ações na defesa contra eventos hidrológicos críticos, que ofereçam riscos à saúde e à segurança pública, assim como prejuízos econômicos

e sociais, e combater e prevenir as causas e efeitos adversos da poluição, das inundações, das estiagens, da erosão do solo e do assoreamento dos corpos de água nas áreas urbanas e rurais.

O principal instrumento de trabalho de um Comitê de Bacia Hidrográfica é o Plano de Recursos Hídricos da respectiva Bacia. O Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí foi aprovado pela Resolução do Comitê do Itajaí nº 39, de 6.5.2010, referendado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos pela Resolução CERH nº 001, de 31/5/2011. Portanto, nos termos do que estabelece a Lei Federal nº 9.433/97, em seu art. 6º, trata-se de plano diretor que vai fundamentar e orientar o gerenciamento de recursos hídricos na Bacia do Itajaí.

O Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí visa à implementação de um cenário de futuro para a bacia, que envolve a integração da gestão de cheias e de estiagens. O significado desta integração é assim explicado: “A vulnerabilidade às cheias e estiagens é compreendida como sendo o resultado da intervenção humana na bacia e sua gestão leva esse fato em consideração. Em consequência, as ações de prevenção e mitigação de inundações, enxurradas e estiagens devem ser integradas às políticas municipais de ocupação do território, proteção florestal e gerenciamento de áreas de inundação.”

Em consonância com este cenário, muitos dos 28 objetivos do Plano de Recursos Hídricos são afins ao tema dos desastres naturais. São eles:

- Fortalecer a gestão ambiental municipal;
- Criar mecanismos para a consolidação das áreas de preservação permanente como espaços territoriais protegidos, em áreas urbanas e rurais;
- Estabelecer critérios para obras e intervenções em cursos d’água;
- Estimular as ações que objetivem a recuperação da mata ciliar;
- Estimular as atividades e técnicas produtivas que estejam compatibilizadas com a proteção ambiental e garantindo o equilíbrio na relação solo-floresta-água;
- Fortalecer as estruturas de defesa civil nos municípios;
- Promover a instalação de pequenas “retenções” na escala da microbacia;
- Promover a revisão dos planos diretores municipais em função das áreas de risco evidenciadas em desastres recentes;
- Promover estudos para o uso múltiplo das estruturas hidráulicas existentes, incluindo o objetivo de proteção contra enchentes¹;

¹ A palavra enchente nesse documento é utilizada como sinônimo de inundações graduais ou inundações,

- Estabelecer medidas para a redução da produção de sedimentos na bacia hidrográfica;
- Gerar informações sobre alternativas de reservação de água e seus impactos;
- Criar projetos modelo de reservação de água;
- Promover a criação e a implantação de áreas protegidas priorizando a preservação das áreas de recarga e nascentes.

É importante que a função deste documento seja bem compreendida. Um plano de recursos hídricos de uma bacia hidrográfica estabelece a política pública de recursos hídricos para esta bacia, no sentido de orientar as ações dos agentes públicos e privados com interferência na mesma. Portanto, o Plano de Recursos Hídricos não concorre nem compete com outros planos, mas sim, deve servir para orientá-los. Neste sentido, também não é o Comitê o responsável pela sua execução, e sim, isso compete a cada ator regional (agentes públicos e privados) de acordo com a sua competência.

O Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí, seguindo o que foi estabelecido na Resolução do Comitê do Itajaí nº 35/2009, incluiu o Plano de Prevenção e Mitigação de Riscos de Desastres (PPRD) como um de seus Programas. O objetivo geral desse programa é promover e integrar medidas voltadas a prevenção e mitigação dos riscos de desastres naturais, proporcionando resiliência e segurança para a população, com base nos seguintes princípios: (i) a água é parte do todo; (ii) a água deve ser armazenada tanto quanto possível; (iii) deve-se respeitar a dinâmica natural dos rios; (iv) os riscos existem e é preciso aprender a lidar com eles; e, (v) na prevenção, o sucesso depende da integração e articulação de todas as ações.

1.3 Desastres naturais associados a eventos hidrológicos extremos

Desastres naturais associados a eventos hidrológicos extremos tem sua origem em fenômenos hidrometeorológicos e variáveis sociais. As medidas estruturais objetivam fazer face ao escoamento fluvial, ou seja, os hidrogramas de cheias gerados por chuvas intensas e/ou prolongadas ocorridas na bacia hidrográfica. Para isto são construídas obras de engenharia, como as barragens (para contenção de parte do

última nomenclatura de acordo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).

volume da cheia), realizados melhoramentos fluviais (ampliar a capacidade de escoamento dos canais), construídos diques (para conter o escoamento da água), bem como deveriam ser consideradas medidas extensivas, como manutenção e ampliação da cobertura florestal. As medidas não estruturais por sua vez, buscam fazer face à variável social dos desastres hidrológicos e residem na capacitação da comunidade para conviver com o risco, no controle da ocupação do solo urbano e rural, na estruturação de uma governança para a gestão de risco que integre os órgãos responsáveis pela implementação das políticas públicas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, etc, e reside também na definição e execução de instrumentos regulatórios, bem como, na estruturação de sistemas de alerta, alarme e resposta.

Durante todo o Século XX, caracterizado como a “Era das Barragens” o foco da gestão de riscos de desastres hidrológicos foi nas medidas estruturais, com o desenvolvimento de infraestrutura física para domar ou controlar a água. Tais medidas, porém, além de muitas vezes não darem conta do problema (como as obras de contenção do rio Mississippi) implicam em altos custos de manutenção, além do risco de degradação da obra a partir do término de sua vida útil. Assim, a partir das últimas décadas do Século XX, o que vem se observando é uma crescente utilização de medidas não estruturais para lidar com a limitação de intervenções com obras de engenharia em sistemas hidrológicos, que se acentua no século XXI tendo em vista a crescente incerteza oriunda das mudanças climáticas. A gestão, seja da água ou dos riscos de desastres, portanto, deve estar direcionada para medidas não estruturais, mais especificamente associadas com a gestão de trade-offs² e o fortalecimento das

² A expressão *trade-off* pode ser traduzida livremente como "relação de compromisso" ou "perde-e-ganha". Um *trade-off* se refere, geralmente, a perder uma qualidade ou aspecto de algo, mas ganhando em troca outra qualidade ou aspecto. Isso implica que uma decisão seja feita com completa compreensão tanto do lado bom, quanto do lado ruim de uma escolha em particular. Com isso, pode-se fazer uma alusão dos *trade-offs* como medidas estratégicas, nas quais o retorno não é imediato, mas sim mediato através de resultados bem mais qualificados ao longo do tempo.

Trade-off é uma expressão em inglês que significa o ato de escolher uma coisa em detrimento de outra e muitas vezes é traduzida como "perde-e-ganha".

O *trade-off* implica num conflito de escolha e numa conseqüente relação de compromisso, porque a escolha de uma coisa em relação à outra, implica não usufruir dos benefícios da coisa que não é escolhida. Isso

instituições, das políticas públicas, da legislação e do diálogo entre as partes interessadas.

Esta tem sido a posição do Comitê do Itajaí, manifestada no seu Plano de Recursos Hídricos, e que deve pautar a ação dos agentes públicos e privados que atuam na bacia hidrográfica.

1.4 Governança dos projetos de proteção e defesa civil

O conceito de governança envolve tanto a gestão administrativa do Estado como a capacidade de articular e mobilizar os atores estatais e sociais para resolver os dilemas de ação coletiva³. [...] A governança pública é hoje uma corrente da teoria da administração pública que procura compatibilizar os critérios de democratização com a busca de melhor desempenho das políticas, acreditando que o Estado tem um papel de liderar o processo de resolução de problemas coletivos, mas de fazê-los a partir da interação com a sociedade.

No Estado de Santa Catarina, e especificamente na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, as instituições que têm competência prevista em lei para atuar na gestão de risco de desastres são aquelas apresentadas no Quadro 1.

Cabe ressaltar que os projetos das obras em análise não mencionam as ações e articulações necessárias para que sua implantação tenha uma boa governança.

implica que para que aconteça o *trade-off*, o elemento que faz a escolha deve conhecer os lados positivos e negativos das suas oportunidades.

³ Abrucio e Oliveira, 2013. ANAIS DO XV ENANPUR. Disponível em: <
<http://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/view/155>>

Quadro 1 - Instituições catarinenses com atribuição legal vinculada à gestão de risco de desastres

Instituição	Legislação	Atribuições
Defesa Civil (DC)	Lei Complementar Estadual nº 741/2019.	Articular e coordenar as ações de prevenção e preparação para desastres, assistir e socorrer às vítimas de calamidades, restabelecer serviços essenciais e atuar na reconstrução
Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)	Lei Estadual nº 6.739/85 e Lei nº 9.022/93.	Propor diretrizes para o programa estadual de defesa contra cheias; Estabelecer as diretrizes da Política de Recursos Hídricos do Estado; Analisar as propostas de estudos e projetos sobre o uso, preservação e recuperação de recursos hídricos; Propor normas para o uso, preservação e recuperação dos recursos hídricos.
Secretaria Executiva do Meio Ambiente (SEMA)	Lei Complementar Estadual nº 741/2019.	É de responsabilidade da SEMA planejar, formular e normatizar políticas estaduais concernentes ao desenvolvimento econômico sustentável, aos recursos hídricos, ao meio ambiente, às mudanças climáticas, ao pagamento por serviços ambientais e ao saneamento local; [...] coordenar e normatizar, no âmbito de sua competência, a outorga do direito de uso da água e fiscalizar as concessões emitidas; articular a implementação da rede de medição hidrológica dos principais rios e mananciais do Estado; acompanhar o cadastro técnico estadual de atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais; orientar e supervisionar a implementação e execução de programas, projetos e ações relativos às políticas estaduais concernentes aos recursos hídricos, ao pagamento por serviços ambientais, ao meio ambiente, às mudanças climáticas e ao saneamento local.
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE)	Lei Complementar Estadual nº 741/2019.	É de competência da SDE: formular, planejar, coordenar e controlar a implementação das políticas estaduais de desenvolvimento regional e urbano; promover o uso racional e a ocupação ordenada do solo do Estado, com atenção especial às áreas indispensáveis à manutenção do meio ambiente equilibrado; desenvolver ações para adequar os instrumentos jurídicos e urbanísticos à Lei federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001; apoiar a elaboração de planos diretores de desenvolvimento municipal; e ainda fomentar investimentos e apoiar a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC)
Instituição	Legislação	Atribuições

Diretoria de Recursos Hídricos da SDS (DRHIS)		Elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo CERH, de critérios gerais de outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica; Outorgar, mediante autorização, o direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado; Fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio do Estado; Planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, em articulação com os demais integrantes do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, do Sistema Estadual de Defesa Civil e outros órgãos e entidades.
Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (IMA)	Lei Complementar Estadual nº 741/2019.	É de competência do IMA implantar e coordenar o sistema de controle ambiental, inclusive o decorrente do licenciamento ambiental de empreendimentos de impacto ambiental, das autuações ambientais transacionadas e dos usos legais de áreas de preservação permanente; elaborar manuais e instruções normativas relativas às atividades de licenciamento e autorização ambiental, com vistas à padronização dos procedimentos administrativos e técnicos; licenciar, autorizar e auditar as atividades públicas ou privadas potencialmente causadoras de degradação ambiental; fiscalizar e acompanhar o cumprimento das condicionantes determinadas no procedimento de licenciamento ambiental; elaborar, executar e controlar ações, projetos, programas e pesquisas relacionados à proteção de ecossistemas e ao uso sustentável dos recursos naturais de abrangência inter-regional ou estadual; desenvolver programas preventivos relativos a transporte de produtos perigosos em parceria com outras instituições governamentais; propor convênios com órgãos das Administrações Públicas Federal e Municipais com vistas à maior eficiência de licenciamento e autorização ambientais; supervisionar e orientar as atividades florestais previstas em convênios públicos; elaborar e executar ou coexecutar projetos de acordos internacionais relacionados à proteção de ecossistemas e de abrangência inter-regional ou estadual; implantar o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza (SEUC), em conformidade com a legislação específica em vigor e ainda executar a fiscalização ambiental no Estado de forma articulada com os órgãos e as entidades envolvidas nessa atividade.
Instituição	Legislação	Atribuições
Comitê de	Decreto Estadual	Promover o gerenciamento descentralizado, participativo e integrado, sem dissociação dos aspectos

Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (Comitê do Itajaí)	Nº 669 de 17 de junho de 2020.	quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos em sua área de atuação; Promover a integração das ações na defesa contra eventos hidrológicos críticos, que ofereçam riscos à saúde e à segurança públicas, assim como prejuízos econômicos e sociais; Adotar a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento; Combater e prevenir as causas e efeitos adversos da poluição, das inundações, das estiagens, da erosão do solo e do assoreamento dos corpos de água nas áreas urbanas e rurais.
--	--------------------------------	---

A JICA (2011, p.15-1, 15-2), nas recomendações constantes do Relatório Principal, fazia menção expressa às fragilidades acerca da governança em torno das ações voltadas à prevenção e mitigação aos riscos de desastres na Bacia do Itajaí, senão vejamos:

[...]

iv - Para a operação adequada das barragens, há necessidade de identificar a vazão afluente horária que entra no reservatório. De maneira geral, o volume da vazão afluente 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 poderá ser elaborada com bastante precisão quando for concluído o levantamento aerofotogramétrico e elaborado o mapa 1:10.000. Haverá necessidade de manter atualizada a curva H-Q, para efetuar o cálculo hidráulico. É recomendável manter estas informações básicas atualizadas para realizar a gestão adequada das barragens.

[...]

v – 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 competente para exercer a função do gestor de rio. 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 SDS é responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos e do sistema de informações hidrológico e meteorológico, deverá assumir também a gestão de rios.

1.5 Documentos que subsidiam o parecer

Os documentos que serviram de referência para elaboração desse parecer

foram:

- Projeto Executivo de Melhoramentos Fluviais entre Rio do Sul e Lontras; anteprojeto do canal extravasor no maciço de Salto Pilão em Rio do Sul; Projeto Executivo de Melhoramentos Fluviais em Taió; Projeto Executivo de Melhoramentos Fluviais em Timbó; Estudo de Viabilidade Técnica e Ambiental (EVTA) – Rio do Sul; EVTA – Taió; elaborados pelo Consórcio (PROSUL – Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda e Geoenergy Engenharia e Serviços Ltda);
- Projeto Pré-Executivo e Executivo de Melhoramentos Fluviais em Ilhota, Navegantes e Itajaí; EVTA - melhoramentos fluviais no leito natural do Rio Itajaí-Mirim; elaborados pelo Consórcio (PROSUL – Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda e Geoenergy Engenharia e Serviços Ltda);
- Estudos básicos e viabilidade técnica dos melhoramentos fluviais, construção de diques, em Blumenau, Indaial e Gaspar, parte A - estudos e projetos de engenharia, Tomo I e II e parte B – dos estudos ambientais; anteprojeto do túnel de derivação em Blumenau e parte I; estudo realizado para a melhoria fluvial do Rio Itajaí-Açú no município de Indaial; elaborados pelo Consórcio (IGUATEMI - Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda e ENGEVIX Engenharia);
- Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí;
- Seminário Internacional sobre Experiências de Gestão de Riscos Hidrológicos: medidas estruturais e não-estruturais
- Respostas DC aos questionamentos da CAT referente ao EIAH;
- Parecer do Dr. Rogerio Goulart Junior referente ao EIAH;
- Parecer do Dr. Ademar Cordeiro referente ao EIAH;
- Parecer do Dr. Adilson Pinheiro referente ao EIAH;
- Parecer do Dr. Vitor Vieira Vasconcelos referente ao EIAH;
- Parecer do Dr. Dirceu Luis Severo referente ao EIAH;
- Parecer do Dr. Gean Paulo Michel referente ao EIAH;
- Síntese do Projeto JICA – Vale do Itajaí;

- VOLUME I – SUMÁRIO EXECUTIVO; VOLUME II – RELATÓRIO PRINCIPAL, Parte I: Plano Diretor e Parte II: Estudo de Viabilidade produzidos pela Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA);
- Lei Estadual nº 6.739/85 – Cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos;
- Lei nº 9.022/93 - Dispõe sobre a instituição, estruturação e organização do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Lei Estadual nº 9.748/94 – Política Estadual de Recursos Hídricos;
- Lei Federal nº 9.433/97 – Política Nacional de Recursos Hídricos;
- Decreto Estadual Nº 669 de 17 de junho de 2020, que dispõe sobre o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí e Bacias Contíguas (Comitê do Itajaí);
- Lei Complementar Estadual n 741/2019, dispõe sobre a estrutura organizacional básica e o modelo de gestão da Administração Pública Estadual;
- Lei Estadual Nº 16.601, de 19 de janeiro de 2015, que dispõe sobre a incorporação nos planos diretores dos municípios catarinenses dos documentos do estado de Santa Catarina sobre estudos e mapeamentos de áreas de risco;
- Resolução do Comitê do Itajaí nº 41, de 22.2.2009 – Decisão sobre o Plano Diretor de Prevenção de Desastres Naturais na Bacia do Itajaí.
- Resolução do Comitê do Itajaí nº 39, de 6.5.2010 – Aprova o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí;
- Resolução CERH nº 001, de 31/5/2011, que referenda a Resolução nº 39/2010 do Comitê do Itajaí;
- Atlas Brasileiro dos Desastres Naturais, Volume de Santa Catarina.
- Parecer nº 11: Medidas de prevenção e mitigação de desastres para a bacia do Itajaí (Projeto JICA) – Relatório intermediário emitido pela Câmara Técnica de Planejamento (CT-Plan) e Câmara Técnica de Prevenção de Desastres Naturais (CT-Prevenção) do Comitê do Itajaí;
- Parecer nº 12: Medidas de prevenção e mitigação de desastres para a Bacia do Itajaí (Projeto JICA) – Relatório final emitido pela Câmara Técnica de Planejamento (CT-Plan) e Câmara Técnica de Prevenção de Desastres Naturais (CT-Prevenção) do Comitê do Itajaí;
- Parecer do processo nº 01/2015 do Comitê do Itajaí sobre a Proposta de construção de duas barragens no Município de Pouso Redondo pela Secretaria de Estado de Defesa Civil (anexo).

- Ata da Audiência Pública promovida pela Comissão de Turismo e Meio Ambiente da Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina para debater a construção das barragens no município de Pouso Redondo, realizada no dia 24 de outubro de 2019, às 19h, em Pouso Redondo Santa Catarina (anexo).

Considerações gerais sobre o parecer:

- É necessário considerar que quando se trata de incertezas em relação as reduções de níveis apresentada nos resultados previstos no EAHI, as mesmas podem ser para mais ou para menos.
- Considerar que a avaliação dos especialistas referente ao EAHI, descritas no item 5, foram utilizadas de forma literal, portanto não representam a visão do Comitê, mas serviram de subsídeo para a tomada de decisão.

2 HISTÓRICO

Em 14 de dezembro de 2017, durante a 37ª Assembleia Geral Ordinária (AGO) do Comitê do Itajaí, o Secretário-Adjunto de Estado da Defesa Civil de Santa Catarina, Rodrigo Moratelli apresentou brevemente o Projeto de Mitigação de Desastres no Vale do Rio Itajaí e convidou os membros para uma apresentação detalhada do projeto em reunião a ser realizada em Florianópolis na sede da então Secretaria de Estado da Defesa Civil (SDC). Em 09/01/2018, o Comitê do Itajaí enviou Ofício nº 01/2018 para o Secretário-Adjunto solicitando a formalização do convite para a referida reunião.

Em 11 de janeiro de 2018 a SDC enviou o Ofício nº 15/2018 para o Comitê com o convite e esclarecendo que o intuito era apresentar os Estudos e Projetos para a Execução das Obras de Melhoramento Fluvial Combinado; com a construção de diques na Bacia do Rio Itajaí em Blumenau, Indaial e Gaspar (Consórcio formado entre as empresas Iguatemi/Engevix) e; com a Construção de Diques na Bacia do Rio Itajaí, em Ilhota, Itajaí e Navegantes (Consórcio formado entre as empresas Prosul e Geoenergy).

A CAT tomou conhecimento sobre o interesse da SDC em solicitar ao Comitê do Itajaí que se manifestasse sobre as obras em 25/01/2018. Desta forma, nessa data foi instruído o Processo 01/2018 - análise do Projeto de prevenção de desastres na bacia do Rio Itajaí proposto pela Secretaria de Estado da Defesa Civil pela CAT.

Em 06/02/2018 os membros do Comitê e da CAT compareceram à SDC, em Florianópolis, para participar da apresentação dos estudos e projetos. Na ocasião estavam presentes os técnicos da defesa civil, o Secretário Rodrigo Moratelli, o Diretor de Recursos Hídricos da Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina (SDE), Bruno Henrique Beiulfuss e os representantes dos consórcios contratados para elaboração dos projetos. Na mesma ocasião foi relatado sobre a contratação do Estudo de Avaliação Hidrológica (EAHI), cujo objetivo é demonstrar os efeitos das obras de forma integrada.

Na reunião da Diretoria do Comitê do Itajaí, realizada em 15/2/2018, foi formalizado o encaminhamento do assunto à CAT. No mesmo dia, aconteceu a 38ª AGO, onde foi dado conhecimento a assembleia sobre a demanda recebida e que a mesma seria responsável pela aprovação do parecer.

Concomitante, o Comitê estava organizando a realização do "Seminário

Internacional sobre Experiências de Gestão de Riscos Hidrológicos: medidas estruturais e não-estruturais", I Seminário CAT 2018, em Blumenau. O evento foi realizado em 27/02/2018 e contou com a presença de mais de 80 pessoas entre pesquisadores, servidores públicos, professores, alunos e gestores. Houve a participação dos palestrantes: Marcelo Fernandes (Consórcio Prosul/Geoenergy - Brasil), Jeroen Warner (Holanda), Sevilay Topcu (Turquia), Robert Coates (Reino Unido) e Sandra Irene Momm Schult (UFABC – Brasil). Também foi visitada a maquete da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, onde os participantes puderam verificar a localização de cada obra proposta no Projeto de Mitigação de Desastres na Bacia do Rio Itajaí, proposto pela SDC.

No dia 7 de março de 2018 a SDC enviou ao Comitê do Itajaí, por meio do Ofício nº 166, um CD contendo os estudos e projetos. Também oficializou o pedido de análise por meio de parecer técnico, o qual será posteriormente deliberado em Assembleia Geral, a ser marcada especificamente para tal finalidade.

Em cumprimento ao encaminhamento do assunto à CAT, a demanda foi objeto da ordem do dia das seguintes reuniões: (i) Reunião do dia 8/3/2018, realizada em Blumenau na sede do Comitê do Itajaí; (ii) Reunião do dia 18/4/2018, realizada em Blumenau na sede do Comitê do Itajaí; (iii) Reunião do dia 10/5/2018, realizada na Associação dos Municípios do Médio Vale do Itajaí (AMMVI) em Blumenau; (iv) Reunião do dia 21/6/2018, realizada na AMMVI em Blumenau; (v) Reunião do dia 26/7/2018, realizada na AMMVI em Blumenau; (vi) Reunião do dia 18/9/2018, realizada no Sindicato das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e do Material Elétrico (SIMMMERS) em Rio do Sul; (vii) Reunião do dia 3/10/2019, realizada em Blumenau na sede do Comitê do Itajaí; (viii) Reunião do dia 27/2/2020, realizada na AMMVI em Blumenau; (ix) Reunião do dia 25/6/2020, realizada virtualmente através da plataforma Zoom; (x) Reunião do dia 25/8/2020, realizada virtualmente por meio da plataforma Zoom; (xi) Reunião do dia 15/10/2020, realizada virtualmente por meio da plataforma Zoom; (xii) Reunião do dia 05/11/2020, realizada virtualmente por meio da plataforma Zoom; (xiii) Reunião do dia 17/11/2020, realizada virtualmente por meio da plataforma Zoom, (xiv) Reunião do dia 20/11/2020, realizada virtualmente por meio da plataforma Zoom e (xv) Reunião do dia 07/12/2020, realizada virtualmente por meio da plataforma Zoom. Compareceram a essas reuniões os integrantes da CAT, da diretoria do Comitê do Itajaí

e convidados.

No histórico, vale justificar o tempo para a emissão desse parecer. A CAT entendeu como fundamental o recebimento e análise do EAHl, uma vez que, o mesmo apresenta uma visão integrada da operação dos empreendimentos, pois todos eles estão localizados numa mesma bacia. O Comitê fez diversas solicitações para que o EAHl fosse entregue (Ofício nº 07/2019 e durante a 41ª AGO realizada no dia 21/03/2019).

A SDC respondeu ambas as solicitações alegando que o EAHl está em análise no Instituto do Meio Ambiente e que não poderiam divulgá-lo por esse motivo (Ofício SDC 138/2019). Assim, este Comitê, em 9/7/2019, enviou o Ofício nº 13/2019 para a Sra. Ivana Becker, diretora de licenciamento do IMA, solicitando o EAHl. Não havendo retorno oficial, a Secretária executiva do Comitê do Itajaí, Simone Gomes Traleski realizou contato telefônico com a Gerente de Licenciamento Ambiental de Atividades Estratégicas, Bianca Damo Ranzi. Esta informou que o estudo havia sido entregue ao IMA e não existia pedido de sigilo por parte do órgão ambiental, tratando-se de um documento público.

Em 21/8/2019, o IMA remeteu o EAHl para o Comitê do Itajaí, o qual foi enviado a CAT para análise. A CAT entendeu que seria importante questionar a agora Defesa Civil de Santa Catarina (DC) sobre qual seria o objetivo do parecer (outorga, licenciamento ambiental, captação de recursos ou apenas caráter consultivo) por meio do Ofício nº 01/2020. Além disso, para facilitar a análise do EAHl, seria fundamental a apresentação do Estudo pelos responsáveis por sua elaboração, nesse caso, Prof. Dr. Walter Collischonn.

Diversas tentativas foram realizadas até que fosse possível a apresentação do EAHl pelo referido Professor. Das quais cita-se o contato direto com o Prof. Walter; Ofício nº 03/2020 enviado à DC; contato com o chefe de gabinete da DC, Bruno Lisboa; contato com a empresa RHAMA, da qual o Prof. Walter faz parte; solicitação de autorização ao consórcio PROSUL/GEOENERGY; Ofício nº 11/2020 à DC; contato com o fiscal dos contratos referentes as obras da DC, Leonel Fernandes.

No dia 25/8/2020, foi realizada a videoconferência para a apresentação do Estudo pelo Prof. Walter.

Vale ressaltar ainda, que este Comitê elaborou um projeto junto ao Clube de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Brusque (CEAB), para obter recursos do CREA/SC, para realização do fórum de desastres, cujo objetivo era convidar especialistas para analisar o EAH, auxiliando no parecer da CAT. O projeto foi contemplado e o termo de parceria foi assinado em 07/01/2020. O evento seria realizado em março de 2020, no entanto, em função da pandemia de COVID-19, foi adiado. A fim de concluir o parecer foi solicitado aos especialistas o envio de sua análise sobre o EAH. Os especialistas são:

- Gean Paulo Michel - Professor Adjunto da área de Hidrossedimentologia no Departamento de Obras Hidráulicas do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (PPGRHSA) da UFRGS. Possui graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina, mestrado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina e doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de hidrossedimentologia, hidrologia, hidrogeomorfologia e desastres naturais.
- Vitor Vieira Vasconcelos - Professor Adjunto da Universidade Federal do ABC. Pós-doutorado no Stockholm Environment Institute. É doutor em Ciências Naturais com concentração em Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Ouro Preto, com doutorado-sanduíche em Engenharia de Recursos Hídricos na Universidade de Chulalongkorn (Tailândia). Mestre em Geografia, Especialista em Solos e Meio Ambiente, Licenciatura em Geografia, Bacharel em Ciências Ambientais, Bacharel em Filosofia, Técnico em Meio Ambiente e Técnico em Informática Industrial. Sua linha de pesquisa principal consiste na modelagem espacial de informações ambientais para avaliação de impactos socioambientais e planejamento de uso do solo. Tem experiência na área de Ciências Ambientais,

Ecologia, Computação, Estatística, Direito e Epistemologia atuando principalmente nos seguintes temas: meio ambiente, recursos hídricos, desenvolvimento sustentável.

- Rogério Goulart Júnior - Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Santa Catarina (1996), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000) e doutorado em Desenvolvimento Econômico pela Universidade Estadual de Campinas (2014). Atualmente é Agente de Pesquisa - Analista de Socioeconomia e Desenvolvimento Rural do Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Epagri-Cepa). Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Teoria Econômica e Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente, atuando principalmente nos seguintes temas: macroeconomia, microeconomia, economia política, desenvolvimento socioeconômico, planejamento regional e urbano, economia da infraestrutura, desenvolvimento rural e sustentável, economia agrária e dos recursos naturais, economia do meio ambiente, engenharia econômica, gestão econômica de custos, levantamentos socioeconômicos, análise de cadeias produtivas e mercado de preços agrícolas.

Ainda, no intuito de auxiliar a CAT, foi solicitado apoio de outros professores especialistas da região da Bacia do Rio Itajaí-Açu, formalizado por meio de termo de cooperação técnica:

- Dirceu Luis Severo - meteorologista, mestre e doutor em Meteorologia. Professor da Universidade Regional de Blumenau e atua nas áreas de Anomalias de Baixa Frequência, Anomalias de Precipitação, Oscilações Intra-Sazonais, Ondas de Rossby, Modelo de Água Rasa e Transformada de Ondaletas.
- Adilson Pinheiro - engenheiro civil, mestre em Recursos Hídricos e Saneamento, doutor em Física e Química Ambiental. Pós-doutorado no Institut de Mécaniques de Fluides de Toulouse e no Cemagref (França). Professor do Departamento de Engenharia Civil e do Programa de Pós-

Graduação em Engenharia Ambiental da Fundação Universidade Regional de Blumenau, bolsista de produtividade do CNPq. Atua nas áreas de hidrologia e recursos hídricos, com destaque modelização de processos hidráulicos e hidrológicos. Foi coordenador do Centro de Operação do Sistema de Alerta (CEOPS)/Universidade Regional de Blumenau (FURB) e autor de inúmeros trabalhos técnicos e científicos.

- Ademir Cordero - engenheiro civil, mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e doutor em Engenharia Hidráulica. Professor da Universidade Regional de Blumenau e atua nas áreas de drenagem urbana, vazões máximas, chuvas intensas e as enchentes da bacia do Rio Itajaí.

Este parecer foi apresentado e aprovado na 36ª Assembleia Geral Extraordinária que ocorreu no dia 11 de fevereiro de 2021 de forma virtual.

2.1 Seminário Internacional sobre Experiências de Gestão de Riscos Hidrológicos: medidas estruturais e não-estruturais

O evento foi realizado em 27/02/2018 no município de Blumenau. Descreve-se nesse item apontamentos relevantes para este parecer.

Jeroen Warner é Mestre em Relações Internacionais na Universidade de Amsterdam e PhD em Estudos sobre Desastres na Universidade de Wageningen, ambas da Holanda. Tem desenvolvido pesquisa na área de governança e políticas públicas de prevenção de inundações, uso do solo, alimentação (água virtual) e energia.

Jeroen iniciou sua palestra afirmando que os holandeses têm orgulho de morar num País abaixo do nível do mar e ainda estarem com os pés secos. Porém deixou claro, que esse foi um problema que eles criaram para si mesmos, a partir do momento em que começaram a drenar a terra para utilizá-la na agricultura e a extrair a turfa para gerar energia. Estas atividades causaram o rebaixamento do lençol freático com a consequente subsidência do solo que passou a ficar abaixo do nível do mar. Foi preciso desenvolver muita tecnologia para manter a terra seca por meio de diques e moinhos, e aos poucos essa tecnologia foi se tornando mais complexa e envolvendo mais pessoas. De forma que, no Século XIII, foram criados conselhos de administração da

água para gerir tal infraestrutura, que são vistos como as primeiras organizações democráticas da Europa.

Na Holanda a unidade de gestão são os anéis de dique, que formam cerca de 4 mil setores de gerenciamento. A ideia é envolver estes setores de administração, porque a gestão da água deve ser feita por todos, uma vez que o risco de inundação é comum. Este fato, dá uma exata noção da interdependência do problema, bem como, da busca de soluções. Como grande parte da população não habita esses setores de administração da água, elas se sentem afastadas dos conselhos, por isso, é um desafio envolvê-las no processo de tomada de decisão.

Em 1953, houve uma grande inundação na Holanda, consequência de uma tempestade, que causou a morte de aproximadamente 1.800 pessoas. Após esse evento os engenheiros decidiram quais medidas a serem tomadas e quais diques deveriam ser derrubados, sem consultar ninguém. Como nos 40 anos seguintes não houve mais nenhuma grande inundação, eles assumiram uma certa arrogância na gestão de riscos e não admitiam falar em incertezas. O que mudou tal perspectiva foram as alterações climáticas e a possibilidade de os diques colapsarem em virtude de sobrelevação das ondas, macro instabilidades, processos erosivos acentuados e infiltração. Portanto, os diques podem falhar mesmo com o melhor design. A grande inundação de 1953 evidenciou a fragilidade do plano de evacuação da época. Como a causa era tempestade, várias rotas de fuga ficaram inviabilizadas.

A partir de 1980, não era mais aceitável colocar grandes diques de concreto para proteger as vilas. Os diques passaram então a ser mais verdes e a se inserir na paisagem, passou-se a aceitar mais riscos e se admitiu que nem todas as áreas devem ser 100% protegidas das inundações. Atualmente, os fazendeiros estão aceitando trabalhar em áreas onde o risco de inundação é 1 para 25, uma vez que eles podem ser compensados por isso. Em 1992, foi elaborado um ótimo plano de evacuação e foram construídas elevações artificiais, onde as casas podem ser construídas e os rebanhos podem pastar.

Segundo Jeroen, não devemos colocar a gestão das inundações nas mãos dos sociólogos se quisermos ficar com os pés secos. Mas também, não devemos confiar cegamente na tecnologia, pois com isso perdemos a percepção do risco de inundação.

Qualquer estrutura pode falhar.

A filosofia atual de gestão de riscos de inundação na Holanda, passou a ter um significado mais amplo, passando a ser considerado como um desastre territorial. As medidas de prevenção acontecem inicialmente por meio dos diques, porém como estes podem falhar, há que se ter medidas para administrar o uso do solo e, sendo tais medidas ineficazes, há que se recorrer aos planos de evacuação. Porém, não é possível retirar 5 milhões de pessoas. Surge então um paradoxo, não se avança na administração dos riscos de inundação, pois os holandeses acreditam que estão totalmente seguros e assim, por que investir em algo que nunca vai acontecer?

A partir de 1980, muitos engenheiros civis e ambientais estão trabalhando juntos e chegando a proposições criativas, voltadas à renaturalização dos rios. Passou-se a dar espaço para o rio, restaurar seus meandros e criar bacias de retenção. Ao invés de liberar a água o mais rápido possível, a meta é retê-la para utilizá-la na irrigação.

Sandra Irene Momm Schult. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Santa Catarina (1990), doutorado pelo PROCAM - Interunidades em Ciência Ambiental pela Universidade de São Paulo (2006), Pós-doutorado pelo Department of European Planning Cultures - Faculty of Spatial Planning - Technical University of Dortmund - Alemanha (2019). Atualmente interessada em temas relacionados com análises comparativas em sistemas e culturas (práticas) de planejamento, transições sociotécnicas e soluções baseadas na natureza.

Em sua fala comenta da importância de discutir sobre qualquer medida de intervenção no ambiente, especialmente em relação ao risco de desastre. Sandra comentou do déficit histórico que há em relação à infraestrutura. Para o Brasil é algo novo e por isso a população quer tanto obras, mas os exemplos dos palestrantes europeus demonstram que as obras estruturais não foram suficientes para conter os desastres. Ela comenta da relevância do mapeamento das áreas de riscos e dos planos diretores municipais, que tratam da gestão do solo; assim faz alusão a quanto do valor total do projeto proposto pela Defesa Civil será investido nessas medidas complementares.

Comentou também da importância de medidas que estão acima do município, onde estes são obrigadas a seguir. Citou como exemplo o Rio de Janeiro, onde o estado

criou uma Área de Proteção Ambiental Estadual sobre a mancha de inundação dos municípios. Desta forma, como está acima da esfera municipal, as câmaras de vereadores não podem alterar o plano diretor para usar uma área que não pode ser ocupada. Senão, segue-se produzindo risco. Além disso, é muito importante olhar para a política de habitação e social, que precisam trabalhar em conjunto com a gestão de risco de desastres, e automaticamente com o plano proposto.

3 DESCRIÇÃO DOS PROJETOS

Por meio do ofício 166/2018 a DC solicitou parecer técnico sobre os projetos propostos para a Bacia do Itajaí. Estes são fruto do consórcio Prosul/Geoenergy: melhoramento fluvial combinado com a construção de diques na bacia do Rio Itajaí, Ilhota, Itajaí, Navegantes e Taió, Rio do Sul, Timbó e Lontras; e do Consórcio Iguatemy/Engevix: melhoramento fluvial, Blumenau, Indaial e Gaspar.

3.1 Projeto Executivo de Melhoramentos Fluviais entre Rio do Sul e Lontras

O melhoramento fluvial do trecho compreendido entre Rio do Sul e o Salto Pilão consiste na escavação comum das margens, aprofundamento do leito rochoso, taludes com inclinação e revestimento com manta geotêxtil e grama, com a intenção de abatimento no perfil da linha d'água e revitalização de áreas urbanas. O custo previsto é de R\$3.891.750,08.

São previstos ainda nesse trecho intervenções ao longo do Rio Itajaí-Açu dentro da área urbana dos municípios de Rio do Sul e Lontras, 3 km a jusante da confluência do Rio Itajaí do Sul com Rio Itajaí do Oeste, sendo que essas obras se estendem por 21 Km até a região imediatamente a montante do rochoso de Salto Pilão. Consistem na implantação de escavações mecanizadas em solo e rocha alterada, dragagem e escavação em rocha a céu aberto ou subaquática ao longo do Rio. O volume de 5.130.838,27 m³ será proveniente destas escavações. Como resultado é apresentado que para um tempo de retorno (TR) de 5 anos reduzirá o nível da água em 2 m e em 3,35 m para o TR de 50 anos. O custo dessa intervenção é de R\$407.315.072,83.

3.2 Anteprojeto do canal extravasor no maciço de Salto Pilão em Rio do Sul

Construção de um canal aprofundado no maciço de Salto Pilão, possibilitando a construção de um sistema de comportas, com altura em torno de 8 m de desnível, fazendo com que, nos períodos de cheias, estas mesmas vazões passem por este sistema de comportas, acelerando o fluxo e diminuindo a subida dos níveis d'água em Lontras e Rio do Sul. As vazões inicialmente imaginadas para este sistema de comportas estariam em torno de 1.470 m³.s⁻¹, a serem confirmadas pelos estudos de

Engenharia a serem contratados. Poderá ser verificada a possibilidade de uso múltiplo da água.

3.3 Projeto Executivo de Melhoramentos Fluviais em Taió

Está previsto no Rio Itajaí do Oeste a remoção de vegetação nos taludes e escavação de modo a manter a inclinação em 2:1 (H:V). O custo previsto é de R\$2.364.667,44.

3.4 Projeto Executivo de Melhoramentos Fluviais em Timbó

O empreendimento é caracterizado por intervenções em 500 m na calha do Rio dos Cedros e 500 m na calha do Rio Benedito Novo. As obras de intervenção são a readequação das margens para taludes com inclinação 2:1 (H:V), de modo a permitir melhor escoamento em período de cheia e evitar deslizamentos. Foi adotado tratamento dos taludes nas áreas de intervenção com manta geotêxtil e gramas. O custo previsto é de R\$1.756.090,26.

3.5 Estudos básicos e viabilidade técnica dos melhoramentos fluviais, construção de diques, em Blumenau, Indaial e Gaspar, parte A - estudos e projetos de engenharia, Tomo I e II e parte B – dos estudos ambientais

Construção de diques de proteção e 5 estações de bombeamento (E.B.) (Rua 2 de Setembro – E.B. 25 de Julho; Rua Antônio Treis – E.B. Antônio Treis; Ampliação da E.B. Ribeirão Fortaleza; Rua Amazonas – E.B. Ribeirão Fresco; Rua 2 de Setembro – E.B. Teka). Não foi apresentado custo.

Em Indaial, construção de obras e melhoramento fluvial no Rio Itajaí-Açu e ribeirões urbanos, do trecho na divisa com os Municípios de Acurra e Rodeio, até a divisa com o Município de Blumenau, compreendendo alargamento do canal fluvial e escavação do leito combinado com a construção de diques, comportas e canais extravasores e a reconstrução da infraestrutura existente em função das obras de melhoria fluvial, sem apresentação de custo.

Melhoramento Fluvial em Gaspar com projeto Executivo de diques de proteção e uma estação de bombeamento na Rua Anfilóquio Nunes Pires – E.B. Bela Vista, sem

apresentação de custo.

3.6 Anteprojeto do túnel de derivação em Blumenau e parte I

Estudo de Viabilidade para Construção de túnel de derivação, para permitir o desvio de parte do fluxo do Rio Itajaí-Açu na região central de Blumenau com o objetivo de redução dos níveis de inundação durante a passagem de cheias nas regiões a montante do seu desemboque. O custo aproximado é de R\$ 125.000.000,00.

3.7 Estudo realizado para a melhoria fluvial do Rio Itajaí Açu no município de Indaial

Escavar o leito do Rio Itajaí Açu nos bairros Carijós (retirada de 314.698 m³ de rocha) e Sol (retirada de 239.393 m³ de rocha) que possibilitariam a redução dos níveis no Rio Benedito para uma cheia com TR 50 anos em até 1,50 m. Custo aproximado de R\$49.407.000,00 e R\$67.710.000,00, respectivamente.

3.8 Projeto Pré-Executivo e Executivo de Melhoramentos Fluviais em Ilhota, Navegantes e Itajaí

Melhoramento Fluvial em Ilhota possui Projeto Executivo Diques e Pôlderes, sem apresentação de valores.

Melhoramentos Fluviais em Navegantes com Projetos Pré-Executivos para construção de um Canal Extravasador de 9 km de extensão entre 109 m e 85 m de largura; 5 pontes em função do Canal Extravasador; 9 comportas; 2 molhes de 835 m de extensão e ainda dragagem do Rio Itajaí para aprofundar a calha central do rio, sendo o início da dragagem na região próxima a ponte da BR-101 e o término é próximo ao porto de Navegantes. O volume de material a ser dragado é estimado em 3.463.254 m³. O Custo previsto de todas estas obras é de aproximadamente R\$1.500.000.000,00.

4 ANÁLISE DO PLANO DIRETOR DA AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO (JICA)

Os Projetos dos melhoramentos fluviais ao longo da bacia do Rio Itajaí-Açu propostos pela DC estão baseados no Plano Diretor da JICA. Como este plano foi avaliado em 2011 pelo Comitê do Itajaí, esse capítulo traz um resgate da aprovação do mesmo.

O Comitê do Itajaí vem discutindo a proposta da construção de pequenas retenções de água na escala da microbacia, com a finalidade de uso múltiplo, contenção de cheias e irrigação. Essa proposta é prevista no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí, foi objeto do Parecer nº 11 e do Parecer nº 12 emitido pela CT-Plan e pela CT-Prevenção do Comitê do Itajaí, em fevereiro e outubro de 2011 respectivamente, quando da discussão do Plano Diretor da JICA. Em seus estudos, a JICA descartou a proposta de retenções muito pequenas, na escala de 100 m x 100 m por 1 m de profundidade, pois para uma enchente com período de retorno de 5 anos seriam necessários 800 lagos com estas dimensões, para enchentes com 10 anos de retorno seriam necessários 2.800 lagos e para enchentes com 25 anos de retorno seriam necessários 4.100 desses lagos. De forma que, na opinião da equipe da JICA, 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. Esta última posição, prevaleceu no relatório final da JICA e foi acatada pela SDC.

A posição do Comitê do Itajaí que fundamentou os pareceres emitidos em 2011, acima citados, foram alinhados a uma concepção de prevenção integrada de desastres baseada na compreensão da dinâmica socioambiental da bacia hidrográfica, focada sobretudo no uso do solo rural e urbano. Esta concepção vem sendo desenvolvida há anos, e manifestada em diversos documentos do Comitê do Itajaí, como o Pacto, aprovado pela Resolução 01/1999, e o Plano Integrado de Prevenção de Desastres Naturais da Bacia do Itajaí (PPRD), aprovado pela Resolução 35/2009.

4.1 Parecer nº 11/2011: Medidas de prevenção e mitigação de desastres para a bacia do Itajaí (Projeto JICA) – Relatório intermediário

Neste item foram extraídas informações relevantes sobre o Parecer 11/2011 da Câmara Técnica de Planejamento (CT-Plan) e Câmara Técnica de Prevenção de Desastres Naturais (CT-Prevenção), relacionado ao Processo nº 4: Plano Integrado de Prevenção de Desastres Naturais da Bacia do Itajaí (PPRD), cujo interessado era Comissão de Estudo Preparatório da JICA. A análise se baseou em deliberações anteriores do Comitê do Itajaí, a saber, o Plano Integrado de Prevenção e Mitigação de Desastres Naturais (PPRD), aprovado pela Resolução 35, e o Plano de Recursos Hídricos, aprovado pela Resolução 39.

O Projeto JICA foi analisado sob dois pontos de vista:

1) Análise do foco do projeto: na qual foi examinado se o objetivo de prevenção estabelecido corresponde à problemática atual dos desastres naturais;

2) Análise das medidas propostas: na qual se verificou se estão de acordo com os princípios do PPRD e com os objetivos do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica.

4.1.1 Ponto 1: Foco do Projeto JICA

O Projeto JICA é composto de três conjuntos de medidas, respectivamente orientadas para o controle de enchentes, para o alerta de enchentes e para prevenção e mitigação de escorregamentos.

O plano diretor de mitigação dos desastres de enchentes, visando à proteção contra enchentes de 5, 10, 25 e 50 anos de recorrência. Destes, o plano para 50 anos, adotado pela Comissão JICA, tem um custo estimado em quase dois bilhões de reais (R\$ 1.996.000.000,00).

O plano de melhoria do sistema de alerta/alarme de enchentes, não tem previsão de custo⁴.

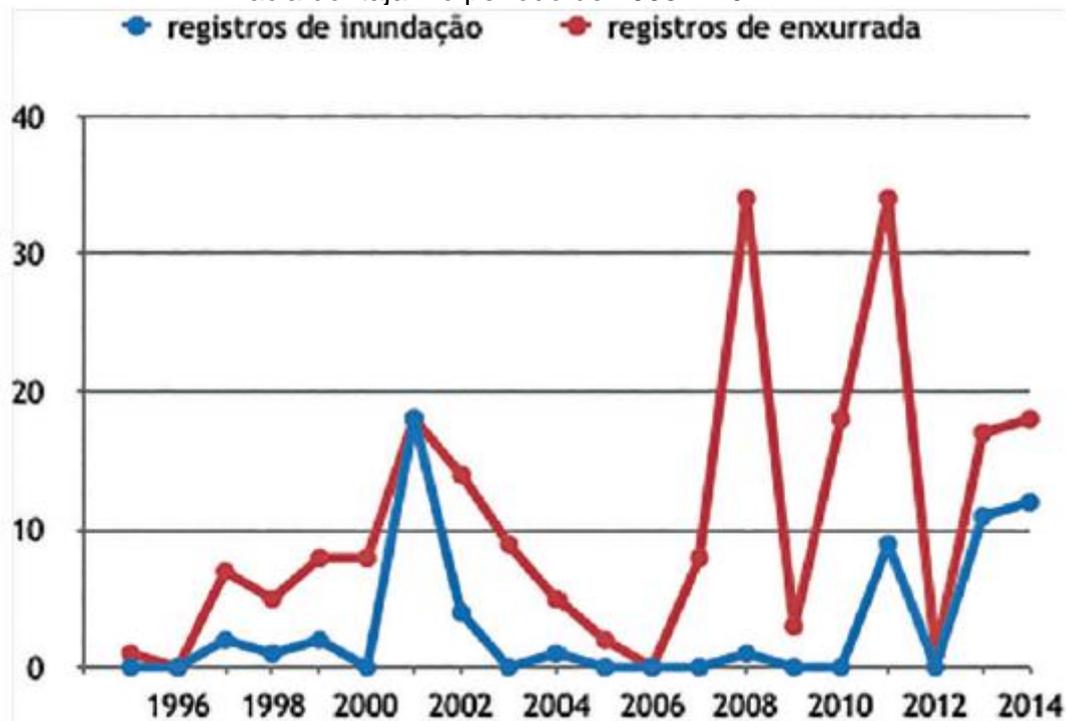
⁴ Avaliando novamente o projeto da JICA foi verificado que há previsão de custo para o plano de melhoria de sistema de alerta/alarme de enchentes.

O plano diretor de medidas de mitigação dos (desastres de) escorregamentos e da produção de sedimentos, estimado em 58 milhões de reais (R\$ 58.000.000,00), fora as medidas previstas para outras regiões de Santa Catarina.

Essas estimativas de custos mostram que o Projeto JICA tem como foco principal as enchentes, embora se perceba que nos últimos anos a bacia tem sido crescentemente e principalmente vitimada por enxurradas, acompanhadas de escorregamentos de massa.

A Figura 1 mostra a evolução do número de inundações graduais e enxurradas ou inundações bruscas, no Vale do Itajaí, no período de 1995 – 2014. Dos 47 municípios da Bacia do Itajaí, nesse mesmo período, tem-se registro de 210 eventos de enxurrada e 61 de enchente. Assim, evidencia-se a tendências crescente de ocorrência de enxurradas no período (FRANK; BOHN, 2019).

Figura 1 – Ocorrência anual de inundações graduais e enxurradas nos municípios da Bacia do Itajaí no período de 1995 – 2014



Fonte: CEPED-UFSC (2016) apud Frank e Bohn (2019)

Os 417 registros de desastres ocorridos no período de 1995 – 2014 na Bacia do

Itajaí, equivalem a 15,4% do total do Estado de Santa Catarina, enquanto os prejuízos alcançaram 36,6% do montante estadual. Avaliando-se ainda os tipos de desastres na Bacia do Itajaí, as enxurradas alcançaram um montante de R\$4.583 milhões em danos e prejuízos, enquanto as inundações graduais R\$596 milhões.

Observa-se, portanto, uma certa distância entre a problemática enfrentada pela sociedade do Vale do Itajaí e o problema definido como central pelo Projeto JICA. Isso ocorre porque a metodologia dos estudos da JICA não faz distinção entre enchentes e enxurradas. Ao tratar estatisticamente os dados de chuvas, estes foram transformados em médias de precipitação para toda a bacia (Figura 3.5.1 – Fluxograma de cálculo de vazão de enchentes, página 3-34 do Relatório Intermediário).

A distribuição e a quantidade de chuvas no Vale do Itajaí mudaram ou estão mudando. Além disso, os eventos mais recentes também mostram que existe uma forte desestabilização do solo, que não é registrada na série histórica de enchentes.

Por isso, é importante lembrar os termos do acordo estabelecido entre o Governo do Estado e a JICA, que estabeleceu que “os desastres naturais objeto do estudo são as enchentes, incluindo “enchentes-bruscas”, despejo de sedimentos, assim como desastres relacionados com sedimentos, tais como fluxo de escombros, deslizamentos de terra e desmoronamentos de encostas. A pesquisa tem como principal objetivo a mitigação e a prevenção no ciclo de gestão de desastres que consiste em quatro elementos: resposta, reabilitação, mitigação e prevenção.” (Páginas 1-2 e 1-3 do Relatório Intermediário).

Após levantar a situação da bacia hidrográfica, o Relatório Intermediário afirma que:

No estabelecimento do Sistema Integrado de Manejo da Bacia o fato mais importante é a instituição dos agentes responsáveis pela administração da bacia (Administrador da Bacia). Além desta ação, a preparação do inventário da infraestrutura, identificando as situações erosivas das calhas dos rios onde existem vulnerabilidades, as situações de manutenção das obras de proteção das calhas dos rios, pontes, etc., para prevenir os possíveis danos, seriam ações recomendáveis para minimizar os danos dos desastres.

Além dessas ações, é necessário conscientizar a sociedade para tomar as ações preventivas às enchentes. É recomendável estabelecer o Centro de Informação de Desastres onde se concentrariam todas as informações necessárias para refletir as ações preventivas mais

eficientes e confiáveis aos desastres que poderão ser causados pelas enchentes e pelos escorregamentos.

Portanto, as premissas do Projeto JICA estão de acordo com a percepção que a comunidade tem dos problemas, mas não as medidas propriamente ditas. Por causa da escolha da enchente como problema central, o projeto foca na água e não no uso do solo. O próprio sumário executivo afirma, na página S5 (final do último parágrafo):

É muito difícil implementar medidas para prevenir as enchentes bruscas (enxurradas) combinado com a produção de sedimentos como enchente que ocorreu em 11/2008, portanto serão propostos os sistemas de alerta/alarme de desastres de escorregamentos como medidas para esse tipo de eventos, com intuito de priorizar o salvamento da vida humana.

Há que se considerar, ainda, as particularidades do município de Itajaí que, pela sua localização na foz do rio, é atingido igualmente por inundações bruscas⁵ e graduais.

4.1.2 Ponto 2: Análise das medidas segundo os princípios do PPRD e os objetivos do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica

É necessário esclarecer que, embora o PPRD tenha sido incorporado ao Plano de Bacia, os dois não são redundantes. O PPRD tem princípios específicos relativos à prevenção de desastres, o Plano da Bacia tem outros objetivos que têm interface com a prevenção dos desastres. No Quadro 2 são apresentadas as medidas propostas pela JICA e onde atende os princípios do PPRD e os objetivos do Plano de Bacia.

⁵ A expressão inundação brusca nesse documento é utilizada como sinônimo de enxurrada, nomenclatura está de acordo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).

Quadro 2 – Medida proposta JICA e atendimento aos princípios do PPRD e objetivos do Plano de Bacia

MEDIDA JICA	ATENDE PRINCÍPIOS PPRD ¹	ATENDE OBJETIVOS (ou metas) DO PLANO	CONSIDERAÇÕES
1. Contenção de água nas arroseiras	Sim (princípio 2)	Sim (objetivo 14 ²)	1.1 É necessário prever mecanismos de compensação para os proprietários que podem ser prejudicados pela medida 1.2 É necessário estudar impacto na disponibilidade hídrica em época de estiagem para evitar conflitos (obras precisam ser outorgadas)
2. Sobre-elevação das barragens Oeste e Sul	Sim (princípio 2)	Sim (objetivo 14)	2.1 Avaliar melhor os riscos para a cidade de Taió, Rio do Oeste, Ituporanga e Rio do Sul antes de decidir. 2.2 Investigar a possibilidade de fazer uso múltiplo da infraestrutura hidráulica existente, principalmente hidrelétrica (ver Mapa 53 do Plano de Recursos Hídricos)
3. Barragens de “pequeno porte”	Sim (princípio 2) Não (princípios 1 e 3)	Não (objetivos 13 ³ e 16 ⁴)	3.1 As “pequenas barragens” precisam ser muito menores em tamanho, para corresponder ao objetivo 13 do Plano da Bacia, para atender as demandas de água em época de estiagem nas áreas de nascentes ⁵ . 3.2 As pequenas barragens também precisam ser muito maiores em número, e muito mais distribuídas para corresponder ao conceito de prevenção descentralizada e integrada de enchentes, implicados nos princípios 1, 2 e 3 do PPRD. 3.3 As “pequenas barragens” devem estar de acordo com o que propõe o item 5.2.b4 do PPRD ⁶ . A solução proposta pelo PPRD está consoante com o que estabelece o Plano da Bacia, mas que não corresponde às “pequenas barragens” propostas.

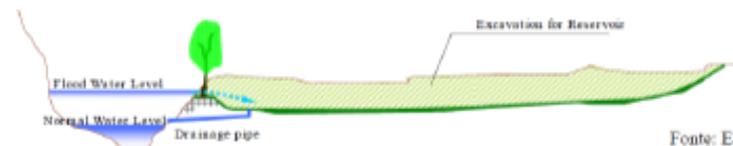
			3.4 Redefinir locais para a retenção, de forma que ela possa atender demandas de água em períodos de escassez, associando a proteção contra enchentes com a reservação de água e atendendo o princípio 3.
4. Comportas no canal do antigo Itajaí Mirim (inclui diques)	Não (princípios 1 e 4)	-	4.1 Não fica claro como este sistema pode proteger quem está fora do dique e a montante do dique. 4.2 A obra gera uma falsa percepção de segurança, fazendo com que as pessoas não aprendam a conviver com o risco (princípio 4).

5. Canal extravasor (para proteger a cidade de Itajaí do rio Itajaí-açu)	Sim (desde que se considere fortemente o princípio 5)	-	5.1 Estudar a possibilidade de fazer este canal subterrâneo, evitando os impactos sociais em Navegantes. 5.2 O canal extravasor precisa ser considerado como complemento de medidas preventivas nos municípios de Itajaí e Ilhota, voltadas à regulamentação da ocupação de áreas inundáveis (princípios 4 e 5).
6. Nova barragem de contenção em Brusque	Não	Não	6.1 Valem as mesmas considerações do item 3

7. Melhoramento do canal do rio Taió	Não (princípio 3)	-	7.1 As medidas de 7 a 12 ferem o princípio 3 do PPRD: respeitar a dinâmica natural dos rios. 7.2 No lugar de melhorias na calha dos rios, estudar a possibilidade de implantar: a) Reservatórios de retenção às margens dos rios, como o da figura 8.4.14 ⁷ (Relatório Intermediário, pg. 8-23) b) Planícies de inundação por meio de rebaixamento das margens.
8. Itajaí-açu em Rio do Sul			
9. Timbó			
10. Blumenau 1			
11. Blumenau 2			
12. Itajai Mirim			
13. Dique em anel em Ilhota	Não (princípios 1 e 4)	-	13.1 A não-ocupação das várzeas em torno de Ilhota que a medida toma como certa, deve ser buscada no sentido de não agravar o risco de cheias na cidade.
14. Melhoria do sistema de alerta/alarme de enchentes	Sim (princípio 4)	Sim (Meta 25 do Plano ⁸)	14.1 A ampliação do sistema de alerta é muito bem-vinda, mas a criação da figura do “Administrador da Bacia”, já citada anteriormente para executar o controle integrado do rio, deve ser incluída como medida (página 5.9 do Relatório Intermediário).

15. Medidas estruturais para (prevenção de) os desastres de escorregamentos	Sim (princípio 4)	Sim (objetivo 15 ¹¹)	15.1 As medidas a serem propostas em cada caso devem obedecer aos princípios do PPRD.
16. Mitigação (prevenção) dos desastres de escorregamentos (projeto piloto)	Sim (princípio 4)	Sim (objetivo 15)	16.1 O projeto piloto deve ser vinculado à normatização e capacitação técnica, visando a amplificar o impacto de sua execução.
17. Sistema de alerta/alarme dos desastres de escorregamentos e enchentes bruscas	Sim (princípio 4)	Sim (Meta 25)	17.1 A localização das estações propostas deverá considerar a variabilidade espacial das características geológicas, geomorfológicas e pedológicas que indiquem vulnerabilidade, e o grau de ocupação humana, e não as divisões municipais. 17.2 No caso da bacia do Itajaí, propõe-se que a operação deste sistema de alerta deva estar integrada ao “Administrador de Bacia”.

¹Os princípios adotados pelo PPRD são: 1) A água é parte do todo; 2) A água deve ser armazenada tanto quanto possível; 3) Deve-se respeitar a dinâmica natural dos rios; 4) Os riscos existem e é preciso aprender e lidar com eles; 5) O sucesso do plano depende que todas as ações sejam integradas e articuladas. ²Objetivo 14: Promover estudos para o uso múltiplo das estruturas hidráulicas existentes incluindo o objetivo de proteção contra enchentes. ³Objetivo 13: Promover a instalação de pequenas “retenções” na escala da microbacia. ⁴Objetivo 16: Gerar informações sobre alternativas de reservação de água e seus impactos. ⁵Neste sentido é necessário retificar o que consta no penúltimo parágrafo da página 7 do texto “Proposições dos projetos que serão objeto de estudo de viabilidade”, que introduz o Sumário Executivo, quanto às barragens de pequeno porte. Consta que estas barragens, tais como previstas no Plano de Bacia, seriam implementadas paralelamente ao Plano Diretor da JICA, de forma independente e sob coordenação do Comitê do Itajaí. Caso isso não ocorra, sua implementação seria considerada na segunda fase do Projeto JICA e executada pelas empresas contratadas. O texto diferencia, aparentemente, os dois tipos de pequenas barragens: as previstas como objetivo do Plano de Bacia e as previstas no Projeto JICA. Na análise feita aqui, esta diferenciação não existe. ⁶ Projeto 5.2b4 - Estudos de viabilidade de retenções e de armazenamentos de água (na escala de microbacia) mediante implantação de projetos piloto. ⁷ A figura citada é a seguinte: ⁸ A meta 25 corresponde a uma das metas do PPRD: Plano de alerta elaborado até 2011, incluindo o arranjo institucional do sistema de alerta formalizado e a expansão da rede telemétrica. ⁹ Objetivo 15: Estabelecer medidas para a redução da produção de sedimentos na bacia hidrográfica.



4.1.3 Parecer

Considerando o grande conhecimento adquirido pela equipe da JICA sobre a bacia do Itajaí, expresso no conteúdo do Relatório Intermediário;

Considerando o que estabelece o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí;

Considerando a mudança nas tendências de ocorrência dos diversos tipos de desastres na bacia do Itajaí, que apontam que o Vale do Itajaí precisa se preparar muito mais para inundações bruscas do que para inundações graduais, apesar de isso ser mais difícil;

Considerando o princípio 5 do PPRD, que afirma que “o sucesso do plano depende de que todas as ações sejam integradas e articuladas”;

Considerando o não atendimento dos princípios do PPRD por algumas das medidas propostas pela JICA, como apontado na análise;

As câmaras técnicas do Comitê do Itajaí, cumprindo seu papel de subsidiar as discussões e decisões da Assembleia, recomendam a adequação das medidas de acordo com as considerações feitas na análise (item acima), bem como a ampliação do elenco de medidas, incluindo as seguintes ações previstas no PPRD:

Fortalecimento da defesa civil municipal, em todos os municípios da bacia hidrográfica, de acordo com o que propõe o PPRD;

Mapeamento das áreas de risco no nível local, em todos os municípios que não têm capacidade instalada para desenvolver este trabalho, como propõe o PPRD;

Incorporação da gestão de riscos nos planos diretores municipais, inclusive de medidas de conservação (não-habitação) das planícies de inundação, como propõe o Plano de Recursos Hídricos da Bacia (objetivo 13);

Retenção de sedimentos em toda a bacia hidrográfica, como propõe o Plano de Recursos Hídricos (objetivo 15), por meio de a) controle de terraplanagens; b) reflorestamento; c) recuperação em área de preservação permanente, à exemplo do que já ocorre em áreas experimentais (diretriz para os Projeto JICA)

4.2 Parecer nº 12/2011: Medidas de prevenção e mitigação de desastres para a bacia do Itajaí (Projeto JICA) – Relatório final

Neste item foram extraídas informações relevantes sobre o Parecer 12/2011 da Câmara Técnica de Planejamento (CT-Plan) e Câmara Técnica de Prevenção de Desastres Naturais (CT-Prevenção), relacionado ao Processo nº 4: Plano Integrado de Prevenção de Desastres Naturais da Bacia do Itajaí (PPRD), cujo interessado era Comissão de Estudo Preparatório da JICA.

Em relação à questão dos desastres naturais, a análise se fundamentou na Resolução Nº 41, que por sua vez se baseou em deliberações anteriores do Comitê do Itajaí, a saber, o Plano Integrado de Prevenção e Mitigação de Desastres Naturais (PPRD), aprovado pela Resolução nº 35, e o Plano de Recursos Hídricos, aprovado pela Resolução nº 39. Isso significa que a análise considerou os princípios que norteiam estes documentos, todos alinhados ao Marco de Ação de Hyogo, estabelecido na Conferência Mundial de Redução de Desastres, em Hyogo, Japão, em janeiro de 2005, como descreve o Parecer nº 11.

Verificou-se que o Relatório Final incorporou diversos dos argumentos da Resolução nº 41 do Comitê do Itajaí (subsidiada pelo Parecer nº 11 das Câmaras Técnicas), apresentando de forma mais ampla a problemática dos desastres naturais da Bacia do Itajaí e os eixos de ação necessários. Tanto, que menciona a necessidade de estimular ações que objetivem a recuperação da mata ciliar; o fortalecimento das estruturas de defesa civil nos municípios; a revisão dos planos diretores municipais em função das áreas de risco evidenciadas em desastres recentes; e medidas para a redução da produção de sedimentos na bacia. O elenco de medidas prioritárias apresentado pelo Relatório Final também observou as decisões aprovadas pela Resolução nº 41 do Comitê do Itajaí, não obstante o conjunto de medidas apresentadas - o plano diretor - praticamente não tenha sofrido alterações em relação ao que previa o Relatório Intermediário.

Outros aspectos, mais relacionados com a gestão integrada de recursos hídricos, são pouco explorados pelo relatório. Sendo assim, considerando a natureza da problemática dos desastres, que vem sendo objeto de estudo e discussão pelo

Comitê do Itajaí há 15 anos, o Relatório Final do Projeto JICA é aqui analisado sob três óticas distintas:

- 1) A governança do projeto e da gestão de desastres, fundamental para que o objetivo de prevenção estabelecido possa ser alcançado;
- 2) As medidas propostas, verificando se estão de acordo com as decisões anteriores do Comitê do Itajaí;
- 3) Reflexos da decisão por outras intervenções na escolha do período de retorno.

4.2.1 Ponto 1: Governança do projeto

A integração é a palavra chave para a gestão e para o bom desenvolvimento de iniciativas de desenvolvimento de recursos hídricos, como é o caso do Projeto JICA. É da integração que depende a efetividade e o sucesso dos empreendimentos, o que pressupõe não só o fortalecimento das instituições como também sua articulação e atuação em conjunto.

É em relação a este aspecto, fundamental na gestão integrada de recursos hídricos, o relatório final do Projeto JICA aponta algumas fragilidades. Ele começa apresentando a estrutura organizacional da administração pública estadual, e mais tarde apresenta o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, mas não vincula explicitamente o Sistema à Administração Estadual. O modo como faz referência aos organismos de gestão de recursos hídricos, junto aos quais o projeto está sendo desenvolvido, denota a fragilidade da articulação entre as instituições catarinenses diante das tarefas da gestão integrada de recursos hídricos em geral e da gestão dos desastres naturais em particular.

Possivelmente, como consequência desta fragilidade, o relatório dá pouca ênfase ao gerenciamento do Projeto JICA e de várias das medidas propostas, deixando assim, de aproveitar a oportunidade para promover o desenvolvimento e a articulação institucional catarinense para a gestão de recursos hídricos, o que ameaça a efetividade das medidas prioritárias propostas. Esta conclusão decorre das seguintes observações:

- a) As diretrizes básicas para o fortalecimento do sistema de alerta de enchentes não incluem a articulação e o fortalecimento institucional, embora o próprio relatório ressalte que quase todos os problemas do sistema de alerta são de ordem organizacional, dificuldade esta, reconhecida pelos usuários e atores intervenientes há muito tempo. Uma solução identificada em 2010 pela CT Prevenção para superar esta dificuldade é a criação de uma Sala de Situação, que agregue as diversas instituições que atuam no monitoramento e no alerta de desastres, visando a promover um gerenciamento integrado dos sistemas de prevenção em momentos críticos. Por outro lado, a proposta de estrutura organizacional para o novo sistema de alerta, de acordo com o Relatório Final, omite a FURB (Centro de Operação do Sistema de Alerta - CEOPS), que é a instituição com mais tempo de dedicação e experiência no monitoramento de enchentes em Santa Catarina.
- b) Outro aspecto da mesma problemática é a ausência de integração entre a operação das barragens de contenção de cheias (DEINFRA), atualmente DC, e a operação dos sistemas de alerta, à qual o Relatório Final não faz menção. Entretanto, esta ausência de integração também poderia ser superada com um projeto adequado de Sala de Situação, nos moldes das Salas de Situação instaladas pela Agência Nacional de Águas.
- c) Para o funcionamento da modificação da operação das barragens hidrelétricas da CELESC na bacia do Rio Benedito, o Relatório Final apresenta uma nova organização, o “Gestor do Rio”, que não consta da estrutura organizacional da administração pública estadual nem é explicitado entre as instituições do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- d) A proposta de gerenciamento das obras nas arrozeiras, de acordo com a metodologia de gerenciamento do projeto, não contém uma articulação explícita com o sistema de prevenção de cheias.
- e) No caso das comportas hidráulicas do Rio Itajaí-Mirim, é previsto novamente o “Gestor de Rio”, que dessa vez delega suas atribuições à prefeitura municipal. Enfim, no conjunto, sobressai a intenção de fazer com que o sistema de

prevenção de desastres seja gerido pelo Governo do Estado de Santa Catarina, por um órgão que ainda não existe ou não é apresentado, à revelia da experiência acumulada pelos organismos regionais, que vem acompanhando de perto todo o processo de elaboração do projeto JICA e vem se manifestando frequentemente sobre diversos aspectos da sua concepção. Eles certamente são os maiores interessados na solução dos problemas.

Desta forma, as condições de governança da prevenção de enchentes, historicamente fracas devido exatamente a sua não integração com o processo de desenvolvimento da bacia hidrográfica, como mostra o Plano de Recursos Hídricos da Bacia, são delapidadas ao invés de ser fortalecidas. Ao construir cenários futuros para a bacia hidrográfica, a desintegração da gestão de cheias e de estiagens dos processos de desenvolvimento regional foi identificada como incerteza crítica, o que levou a definir a integração da gestão de cheias e de estiagens como parte do cenário futuro a ser perseguido pelo Plano.

Vale lembrar que o Relatório Intermediário do Projeto JICA dizia que:

No estabelecimento do Sistema Integrado de Manejo da Bacia o fato mais importante é a instituição dos agentes responsáveis pela administração da bacia (Administrador da Bacia). Além desta ação, a preparação do inventário da infraestrutura, identificando as situações erosivas das calhas dos rios onde existem vulnerabilidades, as situações de manutenção das obras de proteção das calhas dos rios, pontes, etc., para prevenir os possíveis danos, seriam ações recomendáveis para minimizar os danos dos desastres.

Além dessas ações, é necessário conscientizar a sociedade para tomar as ações preventivas às enchentes. É recomendável estabelecer o Centro de Informação de Desastres onde se concentrariam todas as informações necessárias para refletir as ações preventivas mais eficientes e confiáveis aos desastres que poderão ser causados pelas enchentes e pelos escorregamentos.

Sabe-se que a definição e a criação de arranjos institucionais para tratar de problemas complexos não é tarefa simples, bem como é sabido que fazê-lo para a prevenção de desastres em Santa Catarina não é atribuição da JICA. Da mesma forma, é sabido que criar um sistema de gerenciamento de desastres naturais associados à

água não é uma tarefa de engenharia hidráulica, mas sim de natureza jurídico-política, que requer conhecimento vasto das políticas públicas envolvidas, das instituições que atuam em determinado espaço e da cultura regional. Assim, mesmo não sendo atribuição da JICA, gostaríamos de ressaltar a necessidade da criação destes arranjos institucionais, para que as medidas propostas por esta Agência possam ser implementadas.

4.2.2 Ponto 2: Análise das medidas propostas

O Quadro 3 é composto por três grupos de medidas, as medidas prioritárias e as medidas não-prioritárias a serem implementadas na Fase I, e medidas que não serão implementadas na Fase I, mas que devido a sua relevância, considerou-se necessária à sua análise neste parecer. O quadro apresenta o resultado da análise de tais medidas em relação às considerações feitas na Resolução nº 41. Foram extraídas apenas as medidas que estão relacionadas a esse parecer.

Quadro 3 – Medidas propostas pela JICA a serem implementadas na 1ª fase

Medidas prioritárias que serão implementados na 1ª fase		
1. Sobreelevação das barragens Oeste e Sul e modificação na operação das comportas	1.1 Avaliar os riscos para a cidade de Taió, RM BNio do Oeste, Ituporanga e Rio do Sul para subsidiar a decisão. 1.2 Ampliar a medida, investigando a possibilidade de fazer uso múltiplo da infraestrutura hidráulica existente (sobreelevação de outras barragens), principalmente hidrelétrica (Mapa 53 do Plano de Recursos Hídricos).	1.1 Os estudos para verificação da segurança considerando a elevação das barragens foram realizados conforme recomendado. Mas não foi apresentado um estudo de impacto à montante da barragem oeste com a sua elevação. 1.2 Quanto à modificação na operação das comportas, considera-se tais modificações positivas, tendo em vista que otimizarão a utilização das estruturas já existentes.
2. Fortalecimento do sistema vigente de alerta para enchentes	2.1 A ampliação do sistema de alerta é muito bem-vinda. 2.2 A criação da figura do “Administrador da Bacia” para executar o controle integrado do rio, deve ser incluída como medida (página 5.9 do Relatório Intermediário), incluindo estudos visando à garantia da manutenção dos serviços e obras, problema recorrente nos sistemas de proteção contra enchentes na bacia do Itajaí.	2.1 A ampliação do sistema de alerta está prevista no documento, atendendo a recomendação. 2.2 No projeto não é considerada a falta de articulação institucional entre os órgãos que atuam no sistema dificultando constantemente sua operacionalização. Também não é considerada a integração do sistema de operacionalização das barragens.
Medidas de relevância que não serão implementadas na 1ª fase		
3. Canal extravasor do Rio Itajaí	3.1 Estudar a possibilidade de fazer este canal subterrâneo, evitando os impactos sociais em Navegantes. 3.2 O canal extravasor precisa ser considerado como	3.1 O canal extravasor é a solução apresentada para proteger a região para uma inundação com período de retorno de 50 anos. É uma solução que já havia sido apresentada pela JICA em 1990. Nessa versão do

	<p>complemento de medidas preventivas nos municípios de Itajaí e Ilhota, voltadas à regulamentação da ocupação de áreas inundáveis (princípios 4 e 5).</p>	<p>Relatório JICA há um conjunto de obras a ser executado no início do canal próximo à ponte da BR-101, que compreende uma comporta para o Rio Itajaí-Açu; duas barragens seccionando um dos meandros do Itajaí-Açu e um canal de desvio substituindo o meandro.</p> <p>3.2 Não foi apresentado um estudo dos impactos gerados pela não ocupação das áreas inundáveis, nem um estudo alternativo com o objetivo de minimizar os impactos sociais ou econômicos na região.</p> <p>3.3 O estudo da JICA apresenta um problema que precisa ser melhor esclarecido considerando a economia da região. Há dois diques fechados na figura, um à montante do canal de desvio com 300 metros de comprimento, e outro à jusante do mesmo, com 630 metros de comprimento. Esses dois diques isolam o meandro dos Salseiros. Nesse meandro está estabelecido o estaleiro Detroit; diversas empresas de pesca; o terminal portuário do TEPORI que está localizado ao final da Hidrovia do Itajaí. Como forma de aliar a construção desse canal com o desenvolvimento econômico da cidade de Navegantes e região, o representante da UNIVALI sugeriu, em todas as poucas vezes em que fora convidado a contribuir com o projeto, a construção de um canal com 160 metros de largura. Tal iniciativa possibilitaria a construção de terminais portuários numa das margens. A outra margem poderia</p>
--	--	---

		<p>receber marinas, estaleiros, empresas de pesca, etc. Outra proposta apresentada pela UNIVALI foi a construção de um guia corrente na foz do Rio Itajaí-Mirim que permitisse a entrada do escoamento do mesmo de forma paralela ao do Rio Itajaí-Açu conforme exemplificado na figura 1.</p> <p>3.4 A necessidade de regulamentação da ocupação de áreas inundáveis é mencionada no Relatório JICA, com ênfase à área a montante da BR 101, porém não há um detalhamento desta medida. O relatório da JICA sugere que por força de legislação limite-se o crescimento da cidade para além da BR-101, e isso imediatamente. Não foi apresentado um estudo dos impactos gerados pela não ocupação das áreas inundáveis. Há que se considerar que hoje já se observa um movimento acentuado de expansão da cidade exatamente para além dos limites da BR-101. Será bastante difícil, senão impossível, conter essa expansão apenas por força de lei. Até que as obras estejam concluídas, mais áreas estarão ocupadas por empresas e residências, e a operação plena das comportas poderá ficar comprometida.</p> <p>3.5 Outro item muito importante a ser considerado é o fato de a BR-101 não ter sido projetada para operar como barragem. No Brasil, é bastante comum haver rompimento de estradas durante eventos de inundação.</p>
--	--	---

		<p>O rompimento da BR-101 faria extravasar a água tão rapidamente, que não daria tempo das famílias, moradoras dos bairros populares encontrados logo à jusante da estrada, se deslocar para locais seguros. Portanto, faz-se necessário que haja reforço estrutural na BR-101 e, constatada a necessidade, que a altura da pista seja reajustada para uma cota de inundação com período de retorno de no mínimo 50 anos.</p>
<p>4. Barragens de “pequeno porte”</p>	<p>4.1 As “pequenas barragens” precisam ser muito menores em tamanho, planejadas na escala de microbacia, para atender as demandas de água em época de estiagem nas áreas de nascentes. As pequenas barragens também precisam ser muito maiores em número, e muito mais distribuídas para corresponder ao conceito de prevenção descentralizada e integrada de enchentes, implicados nos princípios do PPRD.</p>	<p>4.1 O relatório apresenta um estudo que demonstra a inviabilidade da construção de pequenos lagos devido à pequena capacidade de armazenamento de água, o que implica num grande número de obras, a um custo bem mais elevado. O que o Comitê do Itajaí pretende é que as pequenas barragens sejam consideradas uma proposta de desenvolvimento regional, de modo que elas sirvam como estruturas de armazenamento de água para o setor rural, ao nível de uma ou mais propriedades (o número de propriedades rurais é da ordem de 30 mil em toda a bacia). Assim sendo, o estudo de viabilidade econômica deve considerar o benefício gerado pelas pequenas barragens na economia rural (disponibilidade mais firme de água), além do seu benefício para a prevenção de cheias. Em termos do gerenciamento destas estruturas, os beneficiários podem ser considerados como parceiros.</p>

Entre as recomendações da JICA, cabe destaque à necessidade de gerenciar adequadamente as planícies inundáveis, de modo que não sejam aterradas. O Governo do Estado está sendo incumbido desta tarefa, mas nada é dito sobre como ela pode ser levada a efeito.

Outra recomendação importante se refere às medidas contra a produção de sedimentos, que também contribuem na mitigação de desastres de escorregamentos. Trata-se da recuperação da cobertura florestal em geral e das matas ciliares em particular, como prevê o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí.

Se estas recomendações não forem seguidas, a efetividade das medidas propostas será desprezível e todo o esforço de prevenção será inútil, porque o aumento dos riscos advindos da degradação crescente anula o efeito das medidas previstas.

Mais adiante, outra recomendação diz que o Governo do Estado de Santa Catarina deverá executar programas de fortalecimento técnico das instituições e educação sobre a prevenção de desastres para as instituições e populações relacionadas que, segundo o Plano de Recursos Hídricos da Bacia, são todos os municípios.

O Relatório ainda esclarece que, para prevenir os danos com as inundações bruscas (enxurradas) há a necessidade de ajustar os planos diretores urbanos, devido à ocupação irregular na calha secundária dos rios.

Ao fazer estas recomendações, o Relatório atende diversas das considerações da Resolução 41 do Comitê do Itajaí, repassando algumas atribuições ao Estado e outras, caras e difíceis, como a recuperação da mata ciliar e a revisão dos planos diretores urbanos, que pressupõe a existência de mapas de riscos, aos Poderes Públicos Municipais.

4.2.3 Ponto 3: Consideração sobre o período de retorno

O período de retorno escolhido para o Plano Diretor é de 50 anos, o que significa que as medidas propostas, se implantadas, geram proteção contra enchentes cujo risco de ocorrência anual é de 2%, ou que ocorrem em média a cada 50 anos. As medidas ora analisadas são principalmente as que servem como proteção contra enchentes de

período de retorno de 10 anos, consideradas enchentes de pequeno porte.

Obviamente a efetividade de todas as medidas é condicionada por uma série de ações de responsabilidade estadual e municipal, bem como por outras obras que podem impedir que a proteção desejada seja alcançada. Por isso, o plano diretor precisa ser considerado um plano dinâmico, e todas as intervenções na bacia daqui para frente precisam ser avaliadas do ponto de vista do seu impacto sobre o risco de inundações a montante e a jusante.

Diante dessa análise, é emitido o seguinte parecer.

4.2.4 Parecer

As Câmaras Técnicas são favoráveis à aprovação do Relatório Final do Projeto JICA, com as ressalvas e recomendações abaixo descritas e que objetivam maximizar a efetividade das medidas propostas. As recomendações e ressalvas incluem alguns dos estudos solicitados pela Resolução 41 que não foram ainda atendidos.

Quanto às medidas prioritárias do Projeto JICA

a) Sistema de alerta de enchentes: A medida incorpore a Sala de Situação, como instrumento institucional para articular as instituições em torno da operação integrada dos sistemas de prevenção e controle.

Quanto ao gerenciamento do projeto e à governança da prevenção de desastres em geral:

b) Gerenciamento do Projeto e da Prevenção de Desastres: A exemplo do Governo do Estado do Rio de Janeiro, o Estado de Santa Catarina considere a possibilidade de contratar uma consultoria especializada para propor um arranjo institucional para o gerenciamento de desastres;

c) Medida definida pelo PPRD: Que o Projeto incorpore, entre os serviços de consultoria, a elaboração de modelo matemático que permita avaliar o funcionamento

sistêmico e a eficiência das medidas projetadas, considerando a dinâmica do uso do solo e da chuva (projeto 5.2b3 do PPRD);

d) Informação: A população deve ser devidamente informada, por meio de uma ação de comunicação integrada, sobre os benefícios reais das medidas propostas, esclarecendo muito bem as condicionantes da sua efetividade;

Quanto a outras ações do Estado:

e) Fortalecimento da Defesa Civil: Que o Estado apoie o fortalecimento da defesa civil municipal, em todos os municípios da bacia hidrográfica do Itajaí, de acordo com o que propõe o PPRD;

f) Mapeamento das áreas de risco no nível local: Que o Estado apoie o mapeamento das áreas de risco no nível local, em todos os municípios que não têm capacidade instalada para desenvolver este trabalho, como propõe o PPRD;

g) Revisão dos planos diretores urbanos: Que o Estado ajude e obrigue os municípios a adotarem as medidas necessárias para a incorporação da gestão de riscos nos planos diretores municipais, inclusive de medidas de conservação (não-habitação) das planícies de inundação, como propõe o Plano de Recursos Hídricos da Bacia (objetivo13); e de acordo com a Lei Estadual Nº 16.601, de 19 de janeiro de 2015, que dispõe sobre a incorporação nos planos diretores dos municípios catarinenses dos documentos do estado de Santa Catarina sobre estudos e mapeamentos de áreas de risco.

Quanto a medidas de relevância que não serão implementadas na Fase I do projeto JICA:

h) Canal extravasor: Que seja estudada a ideia do canal extravasor como infraestrutura de desenvolvimento regional, conforme proposta da UNIVALI;

i) Pequenas barragens: Que a viabilidade econômica e técnica das pequenas barragens seja reestudada dentro do enfoque de projeto de desenvolvimento regional, conforme sugere a análise.

5 ANÁLISES SOBRE O EAHI

5.1 Medidas não estruturais⁶

O Relatório Síntese (2018) relata que em setembro de 2011 foi finalizado o Plano Diretor de Prevenção de Desastres na Bacia do Rio Itajaí, realizado pela Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) através do acordo de cooperação técnica com o Estado de Santa Catarina.

As medidas de mitigação das enchentes previstas pela JICA (2011) são do tipo “não estruturais”, tal como o “fortalecimento do sistema de alerta para enchente”, e as “estruturais” que prevê “diversas obras”, projetadas para minimizar as enchentes com período de retorno de 10, 25 e 50 anos.

Dentro das medidas não estruturais, a JICA propõe a instalação de um Radar Meteorológico, (que já foi instalado) e uma reestruturação do Sistema de Alerta e Transmissão dos Dados.

A JICA (2011) descreve o “Novo Sistema de Alerta e Transmissão dos Dados”, em 8 etapas sendo elas:

1. Melhoria das estações existentes (substituição dos equipamentos de observação).
2. Instalação de novas estações (medição da precipitação e do nível de água).
3. Melhoria do sistema de rede (Internet), incluindo as novas estações.
4. Ampliação do servidor da Estação Central e criação da base de dados (Florianópolis).
5. Análise e melhoria da previsão de cheias (revisão da fórmula de correlação do nível d'água).
6. Instalação do sistema de monitoramento nas Estações de Rio do Sul e Itajaí.
7. Instalação do sistema de monitoramento na Estação Central (Florianópolis).
8. Melhoria do sistema de alerta de cheias e do anúncio de evacuação.

⁶ Parecer do Dr. Ademar Cordeiro referente ao EAHI

Para a região alvo de inundação, deve ser enviado imediatamente um alerta de cheia por meio de rádio, televisão e internet, enviando também comunicado à população através de painéis eletrônicos instalados na cidade.

Nas regiões de risco de inundação, a situação de contingência será comunicada ao Conselho Nacional de Defesa Civil (CONDEC) por meio de patrulhamento realizado pela Defesa Civil e pelo Circuito Fechado de TV (CFTV) em tempo real, que deverá acelerar as ações de evacuação.

Além disso, quando o alerta de cheia for dado, sirenes deverão ser disparadas para a evacuação dos moradores das áreas de risco.

Cabe salientar que até o momento, das medidas não estruturais, a Defesa Civil instalou somente o Radar Meteorológico e não se observa nenhum movimento para a reestruturação do sistema de alerta e transmissão dos dados, proposto pela JICA (2011).

A JICA (2011) comenta que o Sistema de Alerta para Enchentes é operado pela FURB/CEOPS e a rede de estações é composta por 14 estações para medições pluviométricas e nível da água e mais 2 estações somente para medições pluviométricas. E ainda a JICA recomenda para melhorar a precisão das previsões de enchentes, deverão ser instaladas mais 13 estações de medições pluviométricas e nível da água, além de câmara de circuito fechado (CCTV) nas cidades de Rio do Sul, Blumenau e Itajaí. O custo de implementação foi estimado em 4 milhões de reais.

Em relação à necessidade do fortalecimento do Sistema de Alerta, na reunião realizada no dia 25/08/2020 (videoconferência), o Prof. Walter Collischonn, foi enfático em defender a necessidade de melhora do Sistema de Alerta na Bacia do Itajaí.

5.2 Considerações a cerca de um sistema de alerta⁷

Um sistema de alerta precoce é componente importante das estratégias de gerenciamento de riscos de desastres. Em contraste aos sistemas de previsão de inundações, que avaliam o risco de uma inundação, o principal objetivo de um sistema de alerta precoce é emitir avisos quando uma inundação é iminente ou já está

⁷ Parecer do Professor Dr. Dirceu Luis Severo referente ao EAHI

ocorrendo. Os sistemas de alerta para inundações compreendem quatro elementos inter-relacionados: 1) avaliações e conhecimento dos riscos de inundação na área, 2) monitoramento e serviço de alerta, 3) serviço de disseminação de risco de inundação e comunicação, e 4) capacidade de resposta da comunidade. Este sistema multifuncional melhora a preparação da comunidade para eventos hidrológicos extremos, como inundações, tanto em termos de alerta e crescente compreensão dos riscos quanto em respostas apropriadas à inundação. Isso minimiza as ameaças de segurança e infraestrutura. Como parte do aviso, o sistema fornece uma previsão da escala, tempo, localização e prováveis danos da inundação iminente. O sistema usa dados de sensores para medir os níveis de água em pontos estratégicos na bacia e sub bacias hidrográficas e em mecanismos de defesas contra inundação (diques, barragens, aterros) para prever um possível evento de inundação.

No Vale do Itajaí, logo após a enchente de 1983, a Universidade Regional de Blumenau (FURB) organizou um grupo de pesquisa multidisciplinar, denominado “Projeto Crise”, com o objetivo de estudar e desenvolver medidas não-estruturais para proteção de enchentes, englobando monitoração do tempo, monitoração de níveis dos rios, modelos de previsão hidrológica e cartas de risco de inundação (Frank e Pinheiro 2003). Em 1984 foram instaladas as primeiras cinco estações automáticas para coleta de chuva e medição do nível dos rios em municípios do Vale do Itajaí. Ainda em 1984, iniciou a operação do Centro de Operações do Sistema de Alerta de Cheias da Bacia do Rio Itajaí (CEOPS), na FURB.

O Sistema de Alerta de Cheias da Bacia do Rio Itajaí foi o primeiro do seu gênero a ser implantado no Brasil. Por isso, em se tratando de um experimento, a participação da Universidade não foi questionada, e até mesmo o fato de um órgão federal como o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) estar atuando na área de competência do Estado não causava surpresa. Em novembro de 1996 o DNAEE instalou um conjunto de nove equipamentos com tecnologia mais moderna. Os dados coletados por estes equipamentos ainda são enviados via satélite para a sede da Agência Nacional de Águas (ANA), em Brasília.

Após diversas atuações, com recursos dos mais diversos órgãos de

financiamento, o Sistema de Alerta de Cheias do Vale do Itajaí alcançou o seu ápice com 17 estações monitorando a Bacia do Rio Itajaí-Açú, a Bacia do Rio Itajaí-Mirim e diversas outras sub bacias. O calcanhar de Aquiles desse sistema é, e sempre foi, a sua manutenção. Porém, a relação custo/benefício de um sistema como o atualmente instalado é extremamente baixa desde que manutenções preventivas sejam realizadas.

Para que um sistema de alerta precoce seja eficiente, além da coleta de dados de chuva e nível dos rios realizada pelo sistema de monitoramento automatizado, é necessário o monitoramento meteorológico com a utilização de imagens de satélite e modelos de previsão numérica de tempo (MPNT). Ao longo das últimas décadas, os MPNTs têm apresentado evolução extraordinária. Modelos globais ou regionais fornecem previsões de curto e médio prazo para qualquer lugar do planeta em resoluções espaciais que variam de centenas até dezenas de quilômetros. Para serem utilizadas no esquema operacional de um sistema de alerta são necessários conhecimentos e experiência de profissionais de meteorologia. As análises das imagens de satélite fornecem um detalhamento atual da situação atmosférica enquanto os dados dos MPNT fornecem informações a respeito da evolução dos sistemas atmosféricos que podem desencadear um evento hidrológico extremo. A utilização dessas informações depende das características da bacia hidrográfica onde está instalado o sistema de alerta. Para bacias que apresentam tempo de concentração muito baixo são indicados produtos de MPNT de alta resolução espacial e temporal e as imagens de satélite precisam estar disponíveis também em intervalos de tempo muito curto (10 a 15 minutos). Dados de radar também são indicados desde que este esteja calibrado com pluviômetros de solo. Para bacias com tempo de concentração mais longo, como é o caso da Bacia do Rio Itajaí, dados de radar não são imprescindíveis pois a partir de um determinado estado do evento hidrológico, serão necessárias estimativas de precipitação para algumas horas de antecedência, que não são estimadas pelo radar. Para a Bacia do Rio Itajaí as medições de chuva e nível com um intervalo de até uma hora, são suficientes para a operação do sistema de alerta.

Ressalta-se, finalmente, que a experiência de uma equipe técnica que conheça as características da bacia, que tenha experiência na operação de situações reais é

fundamental para que o sistema de alerta possa cumprir com suas funções.

5.3 Relevância do EAHI⁸

Desde o início da colonização da cidade de Blumenau, tem-se registro de ocorrência de inundações que geram danos econômicos e sociais (Frank, 2003). A autora relata que após a ocorrência de eventos de cheias de expressivos impactos negativos, a mobilização da comunidade resulta na busca de soluções para o problema. Medidas estruturais importantes foram apresentadas após a enchente de outubro de 1911.

Várias medidas estruturas e não estruturais foram implantadas na Bacia do Rio Itajaí visando minimizar os efeitos negativos das enchentes, com destaque para as 3 barragens de contenção de cheias nos rios Itajaí do Oeste, Itajaí do Sul e Itajaí do Norte (Rio Hercílio), alargamento do Rio Itajaí-Açu próximo da divisa de Blumenau com Gaspar, Centro de Operações de Previsão e Alerta de Cheias, Radar Meteorológico, mapeamento de áreas inundáveis, entre outras. As avaliações das medidas adotadas, quando realizadas, foram de forma parcial.

Após os eventos de 1983 e agosto de 1984, planos integrados de prevenção e redução de desastres foram realizados com o apoio da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA). Inúmeras medidas estruturais foram propostas. No entanto, não foram realizadas avaliações de seus efeitos sobre os níveis/vazões ao longo da bacia hidrográficas. Assim, o EAHI apresenta o grande mérito de avaliar conjuntos de medidas estruturais propostas para a Bacia do Rio Itajaí. Esta era uma demanda antiga da comunidade regional e que foi atendida pela DC. No entanto, é importante ressaltar que a avaliação está restrita as variáveis níveis e vazões. Outras variáveis poderiam ter sido avaliadas, pois as ferramentas de simulação permitiam, como superfícies inundáveis, velocidades dos escoamentos fluviais, erosão e transporte de sedimentos e ainda a análise custo/benefício. A análise de erosão e transporte de sedimentos constituem elementos importante na análise do equilíbrio geomorfológico

⁸ Parecer do Dr. Adilson Pinheiro referente ao EAHI

dos cursos de água. A região possui exemplo claro do efeito de melhoramentos fluviais sobre a instabilidade das margens (Santos; Pinheiro, 2002). O alargamento do Rio Itajaí-Açu próximo da divisa de Blumenau e Gaspar gerou extensa erosão das margens a montante. Obras de reforço tiveram que ser realizadas na área central do município de Blumenau, em margem que naturalmente era de deposição. A mudança na estabilidade da margem deve ter sido gerada por alterações na hidráulica fluvial.

Este tipo de fenômeno precisa ser avaliado com precisão antes da implantação de medidas de melhoramentos fluviais. Considerando que este tipo de medida é contemplado entre as obras estudadas, as consequências, além da alteração de níveis/vazões, precisam ser avaliadas com a máxima precisão possível. A instabilidade das margens pode ser relevante.

A análise integrada supõe avaliar os diversos fatores envolvidos nos processos. Integrar o efeito sinérgico das diversas obras previstas sobre níveis/vazões é importante, mas, é ainda insuficiente. Medidas não estruturais, também poderiam ser incluídas nesta análise. A previsão e alerta de cheias na Bacia do Rio Itajaí está em operação desde 1984. Aprimoramentos podem ainda ser alcançados com a integração de dados dos radares. Os resultados podem ser incorporados na operação das barragens de contenção de cheias implantadas visando a maximização de seus resultados. Cabe ressaltar que as regras de operação adotadas para as barragens apresentam maior eficácia para enchentes de pequeno porte.

5.4 Estruturação do Estudo⁹

Em relação a estruturação do estudo, foram adotadas metodologias para modelagem hidrológica, através do modelo MGB-IPH, e modelagem hidrodinâmica, através do modelo HEC-RAS. Em relação a aplicação do modelo MGB-IPH, não são apresentadas, no documento referido, informações suficientes para que seja realizada uma análise dos principais aspectos. Um destes aspectos é a resolução espaço-temporal utilizada nos estudos, considerando que algumas das estruturas analisadas

⁹ Parecer do Dr. Gean Paulo Michel referente ao EAHI

encontram-se em áreas próximas às cabeceiras das bacias, onde as respostas hidrológicas são rápidas e geralmente não são bem representadas por modelos destinados à simulação de grandes sistemas, como o MGB-IPH. Em relação ao uso do modelo HEC-RAS, foi adotado um arranjo de simulação unidimensional. Considerando que um dos maiores possíveis benefícios da adoção das medidas estruturais propostas seria a redução das áreas inundáveis nos municípios ao longo do rio, a utilização de uma abordagem de simulação bidimensional poderia levar a resultados mais adequados. Esta abordagem torna-se ainda mais interessante considerando que Santa Catarina tem um Modelo Digital de Terreno de alta resolução para todo o seu território. Entretanto, considerando que a principal variável de análise adotada para avaliação neste estudo foi a variação do nível máximo da água comparando-se diferentes cenários, o sistema computacional proposto faz-se satisfatório.

5.5 Metodologia do EAHI¹⁰

A metodologia compreendeu a calibração, verificação e simulação com o modelo hidrológico MGB-IPH (Collischonn; Tucci, 2001) para representação dos processos de transformação chuva-vazão nas bacias contribuintes e propagação em reservatórios e, o modelo hidráulico HEC-RAS (US Army Corps of Engineers, 2010) para propagação dos escoamentos fluviais nos principais rios da bacia, usando as equações completas de Saint-Venant, unidimensional. Essas equações permitem a representação física dos escoamentos fluviais, sendo considerado os efeitos de jusante, como a presença da maré. Na atualidade, são os modelos hidráulicos mais elaborados a serem considerados em grande escala.

O modelo MGB-IPH gerou as condições de contorno do modelo HEC-RAS. O modelo hidrológico foi calibrado e verificado com dados observados de chuva e vazão e simulado para hietogramas de projeto, estabelecido no estudo da JICA (2011).

O modelo MGB-IPH tem sido largamente usado no Brasil em diversos estudos e projetos, no apoio a tomada de decisão, em especial, do sistema hidrelétrico.

¹⁰Parecer do Dr. Adilson Pinheiro referente ao EAHI

Igualmente, o modelo hidráulico HEC-RAS tem sido usado para representação de hidráulica fluvial (Silva et al., 2003) e mapeamento de áreas inundáveis (Monte et al., 2016). Neste contexto, as ferramentas numéricas adotadas são coerentes e adequadas ao desenvolvimento do estudo.

Para aplicação do modelo HEC-RAS foram utilizadas mais de 620 seções transversais levantadas *in situ* ao longo dos principais rios da bacia. Para garantir estabilidade numérica, foi necessário inserir seções fluviométricas intermediárias, obtidas por interpolação.

Considerando a magnitude do comprimento dos rios simulados, este procedimento é adequado e aceitável. Além disto, as seções fluviométricas sujeitas a inundação, os levantamentos batimétricos foram ampliados com o mapa numérico do terreno (MDT) da Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE). Ressalta-se que este MDT apresenta elevada resolução espacial, compatível com o detalhamento do EAHI.

Na apresentação oral, o prof. Walter justificou a adoção de condições diferentes daqueles usadas no estudo da JICA (2011). As explicações dadas são coerentes e tornaram as simulações dos cenários mais realistas. As simplificações adotadas pela JICA eram coerentes tecnicamente, mas foram aprimoradas com as hipóteses adotadas neste EAHI. Assim, diferenças de resultados entre os dois estudos foram coerentemente justificadas e validadas.

É importante ressaltar a observação contida no relatório “alterações em níveis ou vazões máximas devido às intervenções na bacia do Itajaí, quando igual ou menores que 0,10 metros ou 5%, devem ser interpretadas como não significativas” (EAHI, p 34). Isto demonstra que os resultados contêm incertezas e, estas devem ser consideradas na tomada de decisão. Os resultados não devem ser vistos como valores absolutos.

5.6 Confiabilidade do EAHI¹¹

O EAHI foi coordenado pelo prof. Dr. Carlos Eduardo Morelli Tucci, com

¹¹Parecer do Dr. Adilson Pinheiro referente ao EAHI

execução das simulações lideradas pelo prof. Dr. Walter Collischon. Prof. Tucci é engenheiro civil (UFRGS, 1971), doutor em recursos hídricos pelo Colorado State University System, ex-professor e pesquisador do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, consultor de importantes projetos da área de recursos hídricos de empresas de engenharia nacional e internacional, desde a década de 1980, um dos principais hidrólogos brasileiro, reconhecido nacional e internacionalmente por sua atuação profissional. É autor de inúmeros livros com destaque para *Hidrologia Ciência e Aplicação* (1993), um dos livros mais vendidos na área de recursos hídricos e, *Modelos matemáticos em hidrologia e hidráulica* (1986).

O prof. Dr. Walter Collischonn fez doutorado no IPH/URFGS, sob a orientação do prof. Tucci, é bolsista de produtividade do CNPq 1B (um dos níveis mais elevados deste privilegiado reconhecimento acadêmico brasileiro), tem participado de importantes projetos de pesquisa e de consultoria na área de engenharia hidrológica, iniciou a construção do modelo MGB-IPH, é autor do livro *Hidrologia para engenharia e ciências ambientais*, usado pela maioria das disciplinas de hidrologia no Brasil.

Os desenvolvedores do EAHI estão entre os melhores profissionais do Brasil e do mundo. Desde modo, dificilmente outras equipes poderiam produzir estudo mais confiável que este. Esta é uma premissa importante na tomada de decisão baseada nos resultados apresentados.

5.7 Descrição sintética do EAHI¹²

Foram simulados 16 cenários. A análise de cenários foi pautada nas seguintes premissas: cenário hidrológico de operação individual e simultânea dos empreendimentos; possíveis impactos sinérgicos decorrentes da implantação e operação dos empreendimentos em estudo. Foram simulados os seguintes cenários, denominados de A (situação atual) a O:

Cenário A - Cenário atual - com as Barragens Sul, Norte e Oeste e respectivas obras

¹²Parecer do Dr. Adilson Pinheiro referente ao EAHI

- de alteamento das barragens Sul e Oeste;
- Cenário B - Projeto Três Barragens;
- Cenário C - Projeto Quatro Barragens;
- Cenário D - Projeto Melhoramento Fluvial nos municípios de Rio do Sul e Lontras;
- Cenário E - Obras dos cenários D + B + C;
- Cenário F - Projeto Melhoramento Fluvial Indaial, Blumenau e Gaspar;
- Cenário G - Obras dos cenários F e E;
- Cenário H - Projeto Barragem de Botuverá;
- Cenário I - Projeto Melhoramento Fluvial do Rio Itajaí-Mirim;
- Cenário J - Obras dos cenários H e I;
- Cenário K - Projeto Melhoramento Fluvial Ilhota, Itajaí e Navegantes;
- Cenário L - Obras dos cenários K e G;
- Cenário M - Obras dos cenários K e J;
- Cenário N - Obras dos cenários G e J;
- Cenário O - Cenário com todos os empreendimentos.

O quadro 4 (quadro 6.1 do Estudo EAH) sintetiza as obras consideradas em cada cenário. Os resultados dos cenários são apresentados sob a forma de diferença de nível em relação a situação atual. No relatório síntese não foram apresentados os resultados dos efeitos sobre as vazões máximas e, o consequente efeito sobre a superfície inundável. Esta última informação seria essencial, pois é ela que produz danos. Sem esta informação é difícil avaliar os benefícios/prejuízos socioeconômicos das obras.

Quadro 4 – Intervenções estruturais em cada cenário analisado no EAH

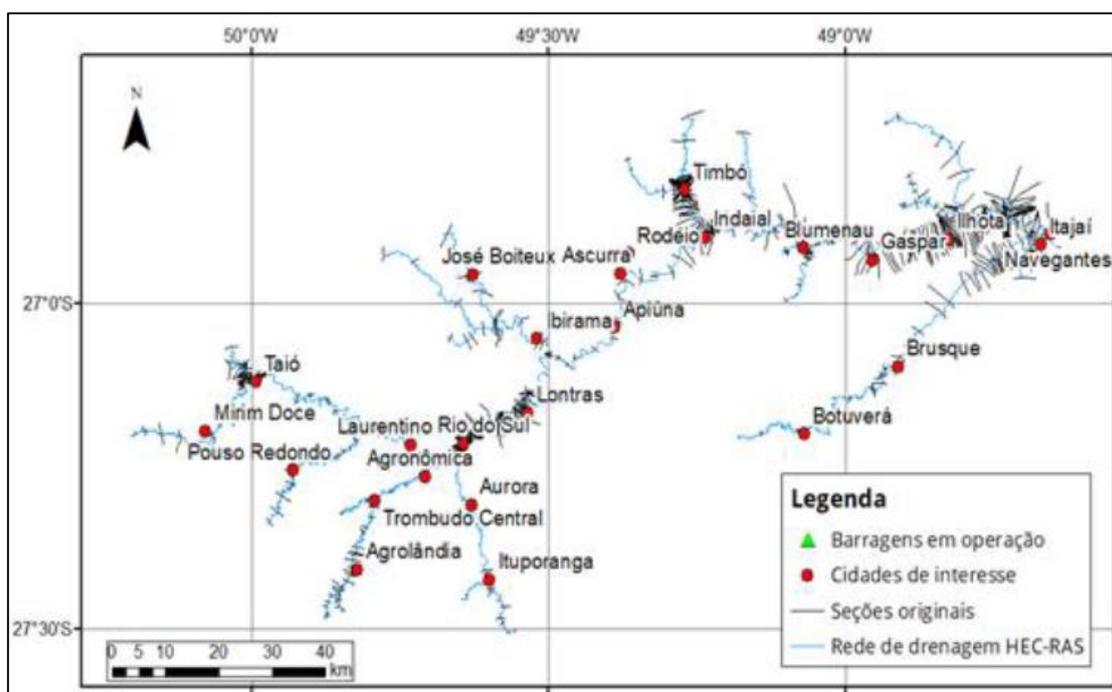
Obra	Cenário														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Barr. Sul com alteamento	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Barr. Oeste com alteamento	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Barr. Norte	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Barr. Perimbó	não	sim	não	não	sim	não	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	sim
Barr. Taió	não	sim	não	não	sim	não	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	sim
Barr. Braço do Trombudo	não	sim	não	não	sim	não	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	sim
Barr. Pombas Montante	não	não	sim	não	sim	não	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	sim
Barr. Pombas Jusante	não	não	sim	não	sim	não	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	sim
Barr. Serra dos Alves	não	não	sim	não	sim	não	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	sim
Barr. Serra Velha	não	não	sim	não	sim	não	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	sim
Barr. Botuverá	não	não	não	não	não	não	não	sim	não	sim	não	não	sim	sim	sim
Melh. Fluvial Rio do Sul	não	não	não	sim	sim	não	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	sim
Melh. Fluvial Indaial, Blumenau, Gaspar	não	não	não	não	não	sim	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	sim
Melh. Fluvial Itajaí Mirim	não	não	não	não	não	não	não	não	sim	sim	não	não	sim	sim	sim
Melh. Fluvial Ilhota, Itajaí e Navegantes	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	sim	sim	sim	não	sim

Fonte: EAHÍ (2018, p. 48)

Os cenários foram simulados para hietogramas de projeto com períodos de retorno de 10, 25 e 50 anos, cuja distribuição temporal foi estabelecida no estudo da JICA (2011). É importante notar que as distribuições de frequência da precipitação e da vazão podem ser diferentes, visto que os processos de transformação da precipitação em vazão são não lineares.

Os resultados foram apresentados para pontos de interesse, situados em diversos municípios da Bacia do Rio Itajaí (Figura 2). Neste caso é importante notar que a alteração dos níveis nos diferentes pontos de interesse não apresenta os mesmos efeitos sobre a superfície de inundação. A superfície de inundação é controlada pelo relevo. Superfícies mais planas terão maior área inundável e, em consequência, tendência de gerar maiores danos econômicos e sociais.

Figura 2 – Mapa dos municípios onde estão localizados os pontos de interesse do EAHÍ.



Fonte: EAHI (2018, p. 50).

Os efeitos das obras principais abrangem regiões específicas, não atingindo a totalidade da bacia. As obras dos cenários B, C e D promovem efeitos sobre a região do alto vale. A obra do cenário F afeta a região do médio vale. As obras dos cenários H e I produzem efeitos na Bacia do Rio Itajaí-Mirim e a obra do cenário K, efeitos na região do baixo vale. No entanto, é importante notar que o melhoramento fluvial nos municípios de Rio do Sul e Lontras produz efeitos positivos e negativos sobre os níveis máximos.

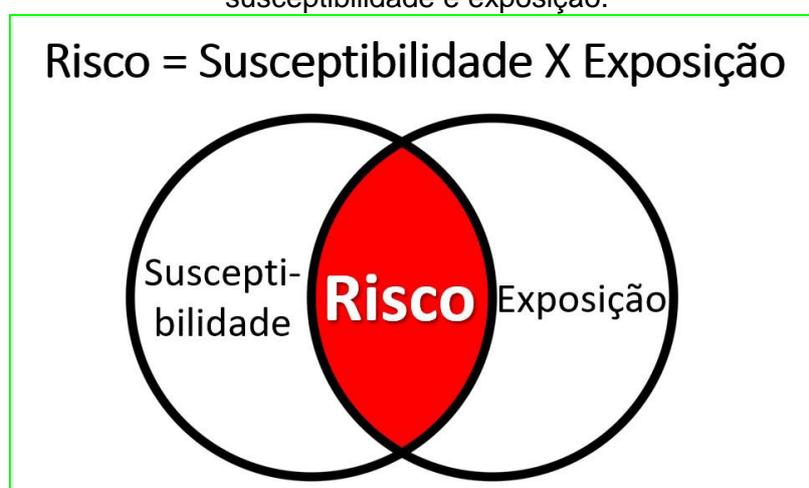
5.8 Riscos associados às inundações e avaliação de benefícios¹³

Todavia, para se entender os riscos associados a essas inundações, não basta analisar apenas o efeito no nível dos rios. O conceito de risco envolve a susceptibilidade natural dos terrenos aos desastres (como as inundações), mas apenas na medida em que há exposição a esse risco (Figura 3), o que pode ser ilustrado nesse caso, pela

¹³ Parecer do Dr. Vitor Vieira Vasconcelos em relação aos efeitos das obras propostas do estudo integrado nas atividades econômicas.

quantidade de construções e pessoas na área sujeita à inundação. Dessa forma, uma inundação em uma área mais povoada tende a causar muito mais impactos sociais e econômicos do que em uma área menos povoada. Esse tipo de análise não foi realizado no estudo hidrológico.

Figura 3 – Conceitualização de risco como resultado da sobreposição de susceptibilidade e exposição.



Fonte: parecer do Dr. Vitor Vieira Vasconcelos (2020)

5.9 Resultado em nível do rio¹⁴

Em relação aos resultados do estudo, os mesmos foram sintetizados de maneira específica no referido documento. Os principais resultados estão apresentados em termos de alteração do nível máximo do rio quando comparados ao cenário padrão, para diferentes localidades. Nas principais conclusões do estudo, é afirmado que, na grande maioria, os empreendimentos geram efeitos positivos no sentido de reduzir inundações. Tal resultado está amparado no fato de que na maioria dos casos o nível máximo para os cenários simulados foi reduzido. Entretanto, na maioria dos casos as reduções estão restritas a valores abaixo de 1 m, sendo que em boa parte deles o valor reduzido está próximo à incerteza atribuída ao próprio modelo (0.1 m). Qualquer

¹⁴ Parecer do Dr. Gean Paulo Michel referente ao EAHI

conclusão acerca dos benefícios das obras obtida utilizando unicamente tais valores pode estar equivocada, haja vista que 1 m de redução no nível de água pode ser muito em determinados locais e, ao mesmo tempo, muito pouco em outros. Assim, embora o estudo tenha avançado no sentido de demonstrar a redução dos níveis máximos, inexistente informação acerca do que esta redução representa em termos de redução de área afetada e/ou redução de danos causados. Em diversos trechos de rios ao longo da Bacia do Rio Itajaí, a paisagem remonta a vales encaixados, nos quais variações da ordem de 1 m são pouco representativas em termos de área atingida. Além disso, sem a associação do estudo hidrológico/hidrodinâmico espacialmente distribuído a um estudo socioeconômico, é inviável estabelecer o real benefício de adoção de tais medidas.

O estudo também agrupou os empreendimentos em 4 blocos distintos e os resultados mostraram que não há sinergia ou co-dependência significativa entre estes blocos. Esta inexistência de sinergia e/ou co-dependência pode, por um lado, indicar que a ordem de execução dos empreendimentos não guarda relação com questões hidrológicas/hidráulicas e, por isso, os empreendimentos deveriam ser executados de jusante para montante, segundo ordem de importância econômica. Por outro lado, esta inexistência de sinergia e/ou co-dependência também pode indicar que determinados grupos de obras podem ser analisados de maneira independente e que, inclusive, podem vir a perder sua pertinência.

Por exemplo, no Bloco 1 dos empreendimentos (Alto Vale), os cenários B e C, referentes a construção de três e quatro barragens, respectivamente, demonstram que estas barragens geram pouca ou nenhuma influência em três dos principais municípios do Vale do Itajaí (Itajaí, Blumenau e Rio do Sul) e geram reduções de no máximo 1 m em municípios de menor porte. Adicionando a análise realizada no cenário D, a qual trata de obras de melhoramento fluvial em Rio do Sul e Lontras, as obras das barragens ganham a função de anular os efeitos negativos a jusante do melhoramento (cenário E). Neste cenário (E), são demonstradas reduções mais expressivas do nível na cidade de Rio do Sul sem prejuízos a cidades como Blumenau, entretanto estes resultados estão atrelados ao perfeito funcionamento do sistema de 7 barragens a montante, o que, por

si, é desafiador. Desta maneira, é necessário avaliar se estes benefícios específicos são significativos, do ponto de vista de área afetada/perdas e danos causados e se estes benefícios específicos não podem ser gerados por medidas de menor porte, que apresentem maior viabilidade.

De maneira geral o estudo demonstrou que há pouca sinergia e/ou co-dependência dos empreendimentos ao longo da bacia. Desta maneira, existe maior possibilidade de se avaliar socioeconomicamente os benefícios individuais de cada obra proposta e confrontá-la com seu custo e com o custo de medidas alternativas capazes de gerar benefícios similares. Assim, o escopo das obras poderia ser otimizado, podendo inclusive serem propostas alterações pontuais nas medidas estruturais adotadas, no sentido de gerar maiores benefícios para uma maior área e maior parcela da comunidade do Vale do Itajaí. Esta análise depende de elaboração de um estudo socioeconômico complementar ao estudo hidrológico/hidrodinâmico.

5.10 Resultados das simulações¹⁵

Nos Quadros 5, 6 e 7 (6.4, 6.5 e 6.6 do EAHI) foram apresentadas as variações dos níveis nos diversos pontos de interesse, para os três períodos de retorno, 10, 25 e 50 anos.

Quadro 5 - Estimativas de alteração dos níveis máximos (metros) simulados em cada cenário, em relação às estimativas do cenário “a”, para o evento de TR 10 anos.

¹⁵Parecer do Dr. Adilson Pinheiro referente ao EAHI

Alteração nível (m)	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Agrolândia	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,2	-0,2
Agronômica	0,0	-0,5	-0,1	-0,7	0,0	-0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,7	0,0	-0,7	-0,7
Apiúna	-0,1	-0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ascurra	-0,1	-0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aurora	0,0	0,0	-0,1	-0,2	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,2	-0,2
Blumenau-Centro	-0,1	-0,1	0,2	0,0	-0,5	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	-0,4	-0,5
Blumenau-Tamarindo	-0,1	-0,1	0,2	0,0	-0,9	-0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,9	0,0	-0,9	-0,9
Botuverá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,4	0,0	-1,4	0,0	0,0	-1,4	-1,4	-1,4
Brusque	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,4	0,0	-1,4	0,0	0,0	-1,4	-1,4	-1,4
Gaspar	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0
Ibirama	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ilhota	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	-0,2
Indaial	0,0	0,0	0,1	0,0	-2,4	-2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,4	0,0	-2,4	-2,4
Itajaí-BR-101	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,1	-1,0	-1,1	0,0	-1,0
Itajaí-Centro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1
Itajaí-Itajaí Mirim Braço Antigo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,1	-0,3	-0,4	-0,3	-0,8	-0,2	-0,7
Itajaí-Itajaí Mirim retificado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,5	-0,4	-0,7	-0,2	-0,6
Ituporanga	-0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1
José Boiteux	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Laurentino	-0,1	-0,2	-0,2	-0,6	0,0	-0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,6	0,0	-0,6	-0,6
Lontras	0,0	-0,1	-1,1	-1,4	0,0	-1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,4	0,0	-1,4	-1,4
Mirim Doce	-0,7	0,0	0,0	-0,7	0,0	-0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,7	0,0	-0,7	-0,7
Pouso Redondo	0,0	-0,6	0,0	-0,6	0,0	-0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,6	0,0	-0,6	-0,6
Rio do Oeste	-0,1	-0,2	-0,1	-0,4	0,0	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	0,0	-0,4	-0,4
Rio do Sul-Confluencia	-0,1	-0,2	-0,5	-0,8	0,0	-0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,8	0,0	-0,8	-0,8
Rio do Sul-Jusante	-0,1	-0,2	-0,8	-1,2	0,0	-1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,2	0,0	-1,2	-1,2
Taió	-0,4	0,0	0,0	-0,4	0,0	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	0,0	-0,4	-0,4
Timbó	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1
Trombudo Central	0,0	-1,0	0,0	-1,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	-1,0	-1,0

Fonte: EAHÍ (2018, p. 52).

Quadro 6 - Estimativas de alteração dos níveis máximos (metros) simulados em cada cenário, em relação às estimativas do cenário “a”, para o evento de TR 25 anos.

Alteração nível (m)	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Agrolândia	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,2	-0,2
Agronômica	0,0	-0,4	-0,1	-0,5	0,0	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	-0,5	-0,5
Apiúna	-0,1	-0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ascurra	-0,1	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aurora	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,2	-0,2
Blumenau-Centro	-0,1	-0,1	0,1	0,0	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	-0,5	-0,5
Blumenau-Tamarindo	-0,1	-0,1	0,1	0,0	-1,0	-0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	-0,9	-1,0
Botuverá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,2	0,0	-1,2	0,0	0,0	-1,2	-1,2	-1,2
Brusque	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,6	0,0	-1,6	0,0	0,0	-1,6	-1,6	-1,6
Gaspar	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ibirama	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ilhota	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,1	-0,2	0,0	-0,1
Indaial	0,0	0,0	0,1	0,0	-2,4	-2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,4	0,0	-2,4	-2,4
Itajaí-BR-101	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,1	-1,1	-1,2	0,0	-1,1
Itajaí-Centro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	0,0	-0,2
Itajaí-Itajaí Mirim Braço Antigo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-1,0	-0,3	-0,9
Itajaí-Itajaí Mirim retificado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,6	-0,4	-0,8	-0,1	-0,7
Ituporanga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
José Boiteux	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Laurentino	-0,1	-0,2	-0,2	-0,5	0,0	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	-0,5	-0,5
Lontras	0,0	-0,1	-0,9	-1,2	0,0	-1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,2	0,0	-1,2	-1,2
Mirim Doce	-0,7	0,0	0,0	-0,7	0,0	-0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,7	0,0	-0,7	-0,7
Pouso Redondo	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,2	-0,2
Rio do Oeste	-0,2	-0,1	-0,1	-0,4	0,0	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	0,0	-0,4	-0,4
Rio do Sul-Confluencia	-0,1	-0,2	-0,4	-0,7	0,0	-0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,7	0,0	-0,7	-0,7
Rio do Sul-Jusante	-0,1	-0,2	-0,8	-1,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	-1,0	-1,0
Taió	-0,4	0,0	0,0	-0,4	0,0	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	0,0	-0,4	-0,4
Timbó	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1
Trombudo Central	0,0	-0,7	0,0	-0,7	0,0	-0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,7	0,0	-0,7	-0,7

Fonte: EAHI (2018, p. 53).

Quadro 7 - Estimativas de alteração dos níveis máximos (metros) simulados em cada cenário, em relação às estimativas do cenário “a”, para o evento de TR 50 anos.

Alteração nível (m)	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Agrolândia	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,2	-0,2
Agronômica	0,0	-0,4	-0,1	-0,5	0,0	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	-0,5	-0,5
Apiúna	-0,1	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ascurra	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aurora	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,2	-0,2
Blumenau-Centro	0,0	-0,1	0,1	0,0	-0,6	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	-0,5	-0,5
Blumenau-Tamarindo	0,0	-0,1	0,1	0,0	-1,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	-1,0	-1,0
Botuverá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,8	0,0	-0,8	0,0	0,0	-0,8	-0,8	-0,8
Brusque	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,6	0,0	-1,6	0,0	0,0	-1,6	-1,6	-1,6
Gaspar	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ibirama	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ilhota	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1
Indaial	0,0	-0,1	0,1	0,0	-2,4	-2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,4	0,0	-2,4	-2,4
Itajaí-BR-101	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,1	-1,0	-1,2	0,0	-1,1
Itajaí-Centro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	-0,2
Itajaí-Itajaí Mirim Braço Antigo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	-1,0	-0,4	-0,9
Itajaí-Itajaí Mirim retificado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,6	-0,5	-0,8	-0,1	-0,7
Ituporanga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
José Boiteux	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Laurentino	-0,1	-0,2	-0,2	-0,5	0,0	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	-0,5	-0,5
Lontras	0,0	-0,1	-0,9	-1,1	0,0	-1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,1	0,0	-1,1	-1,1
Mirim Doce	-0,8	0,0	0,0	-0,8	0,0	-0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,8	0,0	-0,8	-0,8
Pouso Redondo	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1
Rio do Oeste	-0,2	-0,1	-0,1	-0,4	0,0	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	0,0	-0,4	-0,4
Rio do Sul-Confluência	-0,1	-0,1	-0,4	-0,6	0,0	-0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,6	0,0	-0,6	-0,6
Rio do Sul-Jusante	-0,1	-0,1	-0,7	-1,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	-1,0	-1,0
Taió	-0,5	0,0	0,0	-0,5	0,0	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	-0,5	-0,5
Timbó	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1
Trombudo Central	0,0	-0,7	0,0	-0,7	0,0	-0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,7	0,0	-0,7	-0,7

Fonte: EAHl (2018, p. 54).

O relatório apresenta alguns destaques, os quais consideramos importantes:

1. As sinergias entre os quatro blocos de empreendimentos não são

significativas e não há relação de co-dependência, ou seja, os empreendimentos do Alto Vale não influenciam significativamente os empreendimentos do Médio e Baixo Vale e vice-versa.

2. A implantação dos empreendimentos, na grande maioria, gera efeitos positivos, ou seja, os empreendimentos podem colaborar para a redução do alcance das inundações; exceção ocorre no cenário D (Projeto Melhoramento Fluvial nos municípios de Rio do Sul e Lontras), no qual se observam efeitos negativos, de aumento do nível máximo em cinco municípios (+20 cm em Blumenau para TR = 10 anos).

3. A magnitude e importância dos empreendimentos está relacionada com maior eficiência no controle e reduções das inundações provocadas por eventos mais recorrentes (TR até 10 anos) e, conseqüentemente, no potencial de redução dos impactos negativos das inundações provocadas pelas enchentes.

Destaca-se ainda que as reduções mais expressivas para Rio do Sul Confluência são de 0,80 m, Blumenau centro 0,50 m, Brusque 1,40 m e Itajaí Centro 0,10 m. Neste último caso, a redução de nível de 10 cm encontra-se na condição de incerteza (EAHI, p. 37), não podendo ser considerada em uma tomada de decisão. Neste contexto, os resultados de 20 cm também são afetados pelas incertezas, mas em menor grau.

Além da incerteza, é necessário analisar as reduções em relação a magnitude dos níveis máximos alcançados para as cheias com períodos de retorno de 10, 25 e 50 anos, as quais não foram apresentadas no relatório síntese do EAHI. Assim, foi realizada uma análise de probabilidade da série histórica de vazões máximas anuais das estações fluviométricas de Rio do Sul (código 83300200 com a série ampliada com os dados da estação 83300002), Blumenau (código 83800002) e Brusque (código 83900000). Aplicou-se a função de distribuição de probabilidade de extremos tipo I, conhecida como distribuição de Gumbel. Os efeitos das obras nos três pontos são apresentados no quadro 8. As vazões foram convertidas em cotas com as curvas chaves disponíveis no SNIRH (<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>).

Quadro 8 - Vazões e cotas máximas e de inundação nas estações fluviométricas de Rio do Sul, Blumenau e Brusque

Estação	Cota inundação	TR 10 anos		TR 25 anos		TR 50 anos		Δh (m) máximo
	hi (m)	Q (m ³ .s ⁻¹)	h (m)	Q (m ³ .s ⁻¹)	h (m)	Q (m ³ .s ⁻¹)	h (m)	$h_{TR=50} - hi$
Rio do Sul	6,5	1377	9,9	1698	11,2	1937	12,1	5,6
Blumenau	7,48	4955	11,57	6060	13,11	6880	14,17	6,69
Brusque	4,74	386	6,54	477	7,60	611	9,08	4,39

Aplicando-se as reduções máximas de níveis obtidas para cada período de retorno obtém-se as profundidades máximas da inundação após a implantação da obra, simuladas nos diversos cenários, apresentadas no quadro 9, para os pontos de interesse Rio do Sul Confluência, Blumenau Centro e Brusque.

Quadro 9 - Profundidade da inundação (hi) máxima em Rio do Sul Confluência, Blumenau Centro e Brusque (m)

Estação	Cota inundação	TR 10 anos		TR 25 anos		TR 50 anos		Δh (m) máximo
	hi (m)	$-\Delta h_o$	Δh_i	$-\Delta h_o$	Δh_i	$-\Delta h_o$	Δh_i	$h_{TR=50} - hi$
Rio do Sul	6,5	0,80	2,60	-0,7	4,00	-0,6	5,00	5,6
Blumenau	7,48	0,50	3,59	-0,5	5,13	-0,6	6,09	6,69
Brusque	4,74	1,4	0,40	-1,6	1,26	-1,6	2,74	4,34

O índice Δh_o é a redução máxima de nível produzida pelas obras e Δh_i é a profundidade da inundação ($\Delta h_i = \text{Cota enchente} - \text{Cota de inundação} - \text{redução do nível}$).

Avaliando-se o quadro 9, constata-se que com a implantação das obras as inundações continuaram a produzir danos para enchentes frequentes ou menos frequentes. Além disso, as inundações nos municípios de Blumenau e Rio do Sul serão da mesma ordem de grandeza, ou seja, as obras propostas terão efeitos pouco significativos nestes municípios, assim como em Itajaí.

Essa avaliação é importante por retratar a continuidade das enchentes e a necessidade de avaliação da diminuição das manchas de inundação e dos danos socioeconômicos para relativizar com os investimentos previstos.

5.11 Avaliação das obras propostas¹⁶

No EAH I são apresentados os melhores resultados obtidos em relação às alternativas de alteração dos níveis máximos simulados em cada cenário, considerando os efeitos sinérgicos, quadro 10. A partir desse quadro, foram realizadas as análises a seguir.

Quadro 10 - Melhores resultados obtidos em relação às alternativas de alteração dos níveis máximos simulados em cada cenário, considerando os efeitos sinérgicos

Empreendimento	Município afetado	Resultado mais favorável (Valor – TR)	Resultado para Tr = 50 anos	Observações
Barr. Taió (3 Barr.)	Mirim Doce	-0,8m – TR=50	-0,8m	Obtido no Cenário B e mantido nos posteriores
	Taió	-0,5m – TR=50	-0,5m	Obtido no Cenário B e mantido nos posteriores
Barr. Oeste com alteamento (Existente)	Rio do Oeste	-0,4m – TR=50	-0,4m	Obtido no Cenário E e mantido nos posteriores
	Laurentino	-0,6m – TR=10	-0,5m	Obtido no Cenário E e mantido nos posteriores
Barr. Pombas Montante (4 Barr.)	Pouso Redondo	-0,6m – TR=10	-0,1m	Obtido no Cenário C e mantido nos posteriores
Barr. Pombas Jusante (4 Barr.)				
Barr. Serra dos Alves (4 Barr.)	Agrolândia	-0,2m – TR=50	-0,2m	Obtido no Cenário C e mantido nos posteriores
Barr. Serra Velha (4 Barr.)	Agrolândia	-0,7m – TR=10	-0,5m	Obtido no Cenário E e mantido nos posteriores
Barr. Braço Trombudo (3 Barr.)	Trombudo Central	-1,0m – TR=10	-0,7m	Obtido no Cenário C e mantido nos posteriores
Barr. Perimbó	Petrolândia	Não entrou na modelagem dos cenários		
Barr. Sul com alteamento (Existente)	Ituporanga	-0,1m – TR=10	0,0	Obtido no Cenário B e mantido nos posteriores
	Aurora	-0,2m – TR=50	-0,2m	Obtido no Cenário E e mantido nos posteriores
Barr. Norte (Existente)	José Boiteux			Níveis mantidos
	Ibirama			Níveis mantidos
Alteração Fluvial Rio do Sul/Lontras	Rio do Sul - Confluência	-0,8m – TR=10	-0,6m	Obtido no Cenário E e mantido nos posteriores
	Rio do Sul - Jusante	-1,2m – TR=10	-1,0m	Obtido no Cenário E e mantido nos posteriores
	Lontras	-1,4m – TR=10	-1,1m	Obtido no Cenário E e mantido nos posteriores
	Ascurra	-0,1m – TR=50	-0,1m	Apresenta efeito desfavorável no Cenário D
Alteração Fluvial em Indaial	Apiúna	-0,1m – TR=50	-0,1m	Apresenta efeito desfavorável no Cenário D
	Timbó	-0,1m – TR=50	-0,1m	Obtido no Cenário F e mantido nos posteriores
	Indaial	-2,4m – TR=50	-2,4m	Obtido no Cenário F e mantido nos posteriores
Diques e estações de bombeamento	Blumenau e Gaspar			Não interferem no rio principal
Túnel de derivação em Blumenau	Blumenau - Tamarindo	-1,0m – TR=50	-1,0m	Obtido no Cenário F e mantido nos posteriores
	Blumenau - Centro	-0,6m – TR=50	-0,6m	Obtido no Cenário F, com pequena redução em G e mantido nos posteriores
	Gaspar	-0,1m – TR=50	-0,1m	Níveis mantidos. Resultado obtido no Cenário C e depois anulado

¹⁶ Parecer do Dr. Ademar Cordeiro referente ao EAH I

Empreendimento	Município afetado	Resultado mais favorável (Valor – TR)	Resultado para Tr = 50 anos	Observações
Barr. Botuverá	Botuverá	-1,4m – TR=10	-0,8m	Obtido no Cenário H e mantido nos posteriores
	Brusque	-1,6m – TR=50	-1,6m	Obtido no Cenário H e mantido nos posteriores
Dique de Ilhota	Ilhota			Não interfere no rio principal
	Ilhota	-0,2m – TR=10	-0,1m	Obtido no Cenário K e mantido nos posteriores
Melhoramento Fluvial Itajaí/Navegantes	Itajaí – BR101	-1,2m – TR=50	-1,2m	Obtido no Cenário M
	Itajaí – Centro	-0,2m – TR=50	-0,2m	Obtido no Cenário K e mantido nos posteriores
	Itajaí – braço antigo It.-mirim	-1,0m – TR=50	-1,0m	Obtido no Cenário M
Melhoramento Fluvial Itajaí Mirim	Itajaí – braço retif. Itaj-mirim	-0,8m – TR=50	-0,8m	Obtido no Cenário M

Fonte: EAHl (2018, p. 164 e 165).

A JICA (2011) projetou 7 Barragens novas para serem construídas no Alto Vale, como a Barragem Perimbó, que não entrou nas simulações. Os maiores efeitos positivos mostrados nas simulações foram: (a) uma diminuição do nível do rio de 0,80 m na cidade de Mirim Doce (Tr =50 anos); (b) uma diminuição de 0,60 m na cidade de Pouso Redondo (Tr =10 anos); (c) uma diminuição de 0,20 m na cidade de Agrolândia (Tr =50 anos); (d) uma diminuição de 0,70m na cidade de Agronômica (Tr-50 anos) e (e) uma diminuição de 1,00m em Trombudo Central (Tr =10 anos).

Da forma como o resultado foi apresentado, não foi possível analisar os efeitos das 6 barragens nas cidades de Taió, Rio do Oeste, Laurentino e Rio do Sul. Isso porque elas não foram simuladas de forma exclusiva nestas cidades. Quando consideradas as 6 barragens projetadas, as simulações foram avaliadas juntamente com o alteamento da Barragem Oeste em 2,0 m e os melhoramentos fluviais em Rio do Sul-Lontras.

Desta forma, é pertinente questionar se as 6 barragens não apresentaram efeitos positivos nas cidades de Taió, Rio do Oeste, Laurentino e Rio do Sul, se essas construções são justificadas. Nas cidades menores (descritas nas letras a, b, c, d e e), talvez seria mais eficiente fazer o melhoramento fluvial na calha do rio (alargar e/ou aprofundar). Além disto, tem que ser considerado que barragens são construídas e frequentemente abandonadas, sem haver manutenção, tal como acontece atualmente com a Barragem Norte. Outro risco que deve ser considerado nesse tipo de obra é o rompimento das mesmas.

No caso do alteamento de 2,0 m da Barragem Oeste foi verificado pouco efeito positivo. Diminuição no nível do rio de 0,10 m (Tr = 10 anos) na cidade de Itouporanga, dentro da margem de erro, e de 0,20 m (Tr = 50 anos) na cidade de Aurora.

O alteamento da Barragem Sul já foi executado, o que contribuiu para o aumento da capacidade de armazenamento de 93,5 para 110,0 milhões de m³. No entanto, o resultado positivo obtido nas simulações foi bem modesto.

No caso do alteamento de 2,0 metros da Barragem Oeste foi verificado resultado positivo máximo de 0,50 m (Tr = 50 anos) na cidade de Taió, de 0,40 m (Tr = 50 anos) em Rio do Oeste e de 0,60m (Tr = 10 anos) na cidade de Laurentino. Este projeto de alteamento da Barragem Oeste já foi executado, a qual passou de uma capacidade de armazenamento de 83,0 para 100,0 milhões de m³, sendo que os efeitos positivos nas cidades de Taió, Rio do Oeste e Laurentino são considerados razoáveis.

No caso das obras previstas na região de Rio do Sul-Lontras, na simulação realizada pelo Consórcio, teve-se efeito positivo em Rio do Sul-Confluência de 0,80 m (Tr =10 anos), em Rio do Sul-Jusante de 1,2 m (Tr =10 anos) e em Lontras de 1,40 m (Tr =10 anos). Para TR = 50 anos os efeitos positivos foram um pouco menores, ou seja, 0,6 m (Rio do Sul-Confluência), 1,0 m (Rio do Sul-Jusante) e 1,1 m (Lontras).

Uma preocupação prévia com o melhoramento fluvial entre Rio do Sul e Lontras, era se esta obra iria aumentar o nível do Rio Itajaí-Açu nas cidades de jusante da obra. De acordo com o EAHI, terá efeito negativo aumentando o nível do rio em 0,20 m em Apiúna, Ascurra e Blumenau e de 0,10 m em Indaial, Gaspar e Ilhota. No entanto, no efeito global, quando simulado o melhoramento fluvial em Indaial, o efeito negativo desaparece.

Em relação ao melhoramento fluvial em Indaial, esta obra causará um efeito positivo de 2,4 m no nível naquela cidade e de 0,10 m em Timbó (dentro da margem de erro). Esta obra tem efeitos positivos também a montante em Apiúna e Ascurra (0,10 m, dentro da margem de erro), o que elimina os efeitos negativos, das obras previstas entre Rio do Sul a Lontras.

Em relação ao túnel de derivação em Blumenau o efeito positivo será de 1,0 m na ponte Tamarindo, de 0,60 m no Centro de Blumenau e de 0,10 m em Gaspar (Para Tr = 50 anos). Quanto à barragem em Botuverá encontrou-se efeito positivo de 1,4 m em Botuverá (Tr = 10 anos) e de 1,60 m Brusque (Tr = 50 anos) na simulação efetuada.

Na simulação realizada considerando o melhoramento fluvial Itajaí/Navegantes,

este mostrou efeito positivo em 0,20 m ($Tr = 10$ anos) em Ilhota, 1,2 m ($Tr = 50$ anos) em Itajaí-BR 101 e 0,20 m ($Tr = 50$ anos) no centro de Itajaí. No entanto, o canal extravasor pode ter efeitos negativos tais como: (a) desconhecimento dos efeitos negativos que vão ter no litoral onde ele entra no mar; (b) pode ser assoreado ao longo do tempo, diminuindo os efeitos positivos realizados na simulação.

O melhoramento fluvial do Rio Itajaí-Mirim, mostrou nas simulações efeito positivo de 1,0 m em Itajaí (Braço Antigo) e de 0,8 m em Itajaí – Braço Retificado, para $Tr = 50$ anos.

Diante do exposto, ficou constatado no estudo realizado pelo Consórcio Prosul-GeoEnergy/Diques bacia do Itajaí 2 e pelo Consórcio Iguatemi-Engevix/Rio Itajaí, que as 6 barragens não tem efeitos positivos relevantes nas cidades de Taió, Rio do Oeste, Laurentino e Rio do Sul.

Os maiores efeitos positivos mostrados nas simulações foram: (a) diminuição do nível do rio de 0,80 m na cidade de Mirim Doce ($Tr = 50$ anos), (b) uma diminuição de 0,60 m na cidade de Pouso Redondo ($Tr = 10$ anos), (c) uma diminuição de 0,20 m na cidade de Agrolândia ($Tr = 50$ anos), (d) uma diminuição de 0,70 m na cidade de Agronômica ($Tr = 50$ anos) e (e) uma diminuição de 1,00 m em Trombudo Central ($Tr = 10$ anos).

5.12 Análise econômica dos desastres naturais de origem hidrológica na Bacia do Rio Itajaí¹⁷

Conforme Atlas de Bacia do Itajaí (PINHEIRO, 2018) na análise estatística das séries históricas de níveis máximos de enchentes, para o município de Blumenau, foram estimados períodos de retorno (TR) de 4 anos com níveis de cerca de 10,0 metros com recomendação de impedir qualquer tipo de ocupação, com referência na cota topográfica. O retorno de enchentes e inundações com nível em torno de 12,0 metros seria de 7 anos, com histórico de afetar todos os serviços públicos essenciais e

¹⁷ Parecer do Dr. Rogério Goulart Junior em relação aos efeitos das obras propostas do estudo integrado nas atividades econômicas.

interromper o sistema viário. No período dos últimos 40 anos o máximo histórico foi de 15,46 metros (nível da enchente de agosto de 1984). Em um intervalo de até 180 anos foi estimado retorno do nível máximo em torno de 17,0 metros (enchente de 1880) (CORDEIRO; MEDEIROS, 2003b apud PINHEIRO, 2018).

A série entre 1880 e 2017 apresenta uma cota média de 10,78 m, com mediana de 10,48 m, sendo 25% das ocorrências com cotas máximas de 9,44 m e, em 75% das ocorrências, até 11,76 m. Nos últimos 50 anos a média das ocorrências de enchentes e inundações ficou em 10,35 m, com o máximo de 15,46 e o mínimo de 8,06 metros (Alertablu, 2020).

Segundo o “Relatório dos danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres em SC”, entre 1995 e 2014 (CEPED/UFSC, 2016), dentre os tipos de desastres, os de natureza hidrológica ou de excesso de chuvas correspondem a 1.274 registros, ou seja, 47% dos 2.704 registros de desastres ocorridos, em SC, no período analisado. Os danos e prejuízos totais de desastres naturais de origem hidrológica alcançaram (com valores corrigidos pelo IGP-DI para 2019) R\$ 13,4 bilhões e representaram 56% do total de R\$ 23,92 bilhões.

Entre as tipologias de eventos hidrológicos as enxurradas foram responsáveis por 907 dos registros (71%) gerando danos e prejuízos no valor de R\$10,61 bilhões (79%) no estado. A inundação obteve 258 registros (20%) e com 17% dos valores de danos e prejuízos (R\$ 2,3 bilhões). Outros tipos de eventos de origem hídrica foram responsáveis por 109 registros e R\$ 489 milhões de danos e prejuízos.

Ao analisar a série histórica do período 1995-2014, a média dos desastres desta natureza apresentou 64 registros anuais gerando danos e perdas nos valores médios de R\$ 665 milhões. No entanto, podem-se destacar dois desastres hídricos como comparativos aos dados deste tipo. Em 2008, no pior desastre do período, com 135 mortes, 80 mil desabrigados e mais 103 mil afetados (MATTEDI, 2009), foram 134 registros com valores de R\$ 6,67 bilhões de prejuízos contabilizados para uma cota de enchente de 11,52 metros, em Blumenau. Já em 2013 foram 118 registros no estado, com valores de R\$ 762 milhões de danos e prejuízos com cota de enchente de 10,51 metros (entre a média e a mediana do período histórico de medição).

A partir de dados do Observatório de Desastres Naturais, da Confederação Nacional de Municípios CNM (<http://www.desastres.cnm.org.br/>), referente aos prejuízos públicos e privados ocorridos na enchente de 2013, foram selecionados os municípios pertencentes à Bacia do Itajaí atingidos neste evento.

Ao comparar o valor estadual de R\$ 762 milhões com os dos totais dos municípios bacia de 278,18 milhões, em 2013, pode-se observar que os últimos representaram 36,5% dos valores estaduais. Este evento, uma vez utilizado como exemplo, em termos de extensão no território e cotas próximas das médias históricas, poderia indicar que 61% dos valores de danos e prejuízos podem ocorrer nos municípios do Médio Vale do Itajaí (no caso R\$169,36 milhões). Enquanto, 26% dos valores resultantes de danos e prejuízos ocorrem no Alto Vale do Itajaí (R\$ 73,28 milhões), e os 13% restantes nos municípios da Foz do Itajaí (R\$ 35,54 milhões). O valor total deste exemplo real representa 0,4% do Produto Interno Bruto dos municípios da Bacia do Itajaí em 2013.

Com estas informações pode-se refletir em relação à dinâmica territorial da Bacia do Itajaí em termos populacionais e produtivos. Entre 2011 e 2019, a evolução da população estimada (IBGE, 2020) do Estado catarinense apresenta taxa de crescimento de 13,4%, passando de 6,32 milhões para 7,16 milhões de habitantes. Entre 2014 e 2019 é estimado um crescimento de 5,1%. A Bacia do Itajaí representa 16% da população catarinense, e conta com uma expectativa de crescimento populacional entre 2011 e 2019 de 17,4%, passando de 1,0 milhão para 1,18 milhões de habitantes (aumento de 175,1 mil pessoas). No período entre 2013 e 2019 este crescimento é estimado em 10,6%, ou seja, acréscimo de 113,5 mil pessoas em seis anos.

Segundo IBGE (2020) a evolução do Produto Interno Bruto estadual, entre 2010 e 2017, apresentou um aumento real de 23,0%, passando de R\$259,2 bilhões para 318,9 bilhões (corrigidos pelo IGP-DI para 2019). Porém entre 2014 e 2017 houve taxa negativa de 3,2%, com redução de R\$10,66 milhões de PIB. No total dos municípios da Bacia do Itajaí, entre 2010 e 2017, o crescimento foi de 31,0%, com acréscimo de R\$19,76 milhões, no período. Já, entre 2014 e 2017 com taxa negativa de 5,1%, houve decréscimo do produto de R\$4,52 milhões no período.

Nas condições atuais com eventos adversos climatológicos, sanitários e econômicos as projeções negativas dos indicadores devem ser observadas. Isto pode contribuir, principalmente, com a formação de núcleos urbanos formais e informais devido ao crescimento demográfico urbano em que parcelas da população podem ocupar áreas inundáveis e de risco de desastres ao longo da bacia (PAULA, NODARI, ESPÍNDOLA, 2014). Além disso, há a redução de recursos disponíveis para a manutenção e ações necessárias e efetivas à prevenção desta problemática socioeconômica e ambiental no território.

5.13 Breve análise econômica da proposta origem dos recursos e quantias atualizadas (INCC/FGV=jan.20)¹⁸

Com base em notícias e documentos publicitários foram estimados os valores referentes aos projetos propostos (com correção monetária para janeiro de 2020 com base no INCC/FGV). Os projetos incluídos no cenário “E”¹⁹ contariam com R\$ 830,54 milhões com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) via Ministério da Integração Nacional e financiamento junto ao Banco do Brasil, Ministério do Desenvolvimento Regional e Estado de Santa Catarina (MPF em relação à Funai); no cenário “G”²⁰ precisariam ser adicionados R\$ 268,52 milhões; no cenário “L” seriam mais R\$ 271,43 milhões; e terminaria com o cenário “N” que demandaria mais R\$ 1,65 bilhões. O total estimado ficaria em R\$ 3,02 bilhões.

Outra análise dos projetos pode levar em conta a cronologia de datas previstas para a execução das obras propostas e estimativa de tempo previsto para conclusão com ampliação da capacidade de reservatório (em metros cúbicos).

Nesta hipótese, R\$ 73,23 milhões ou 2,4% dos recursos envolvidos (R\$ 3,02 bilhões) estaria investido a partir do primeiro ano no alteamento das barragens de

¹⁸ Parecer do Dr. Rogério Goulart Junior em relação aos efeitos das obras propostas do estudo integrado nas atividades econômicas.

¹⁹ Cenário E = junção dos cenários A + B + C + D (3 barragens atuais + 3 barragens + 4 barragens + alteração fluvial em Lontras e Rio do Sul).

²⁰ Cenário G - Obras dos cenários F e E.

Ituporanga e Taió (obras já executadas) resultando em 209,3 milhões de metros cúbicos (34%) de reservatório no Alto Vale. Estes projetos seriam executados entre o primeiro e terceiro ano do início do projeto proposto. A segunda etapa seriam as alterações fluviais Rio do Sul - Lontras com 16,6% (R\$ 501,42 milhões) do valor total estimado, também no Alto Vale. A terceira etapa envolveria R\$ 337,22 milhões (11,2%), a partir do terceiro ano, com obras nas barragens do Perimbó e Braço do Trombudo, as quatro barragens (Pombas montante e jusante, Serra dos Alves e Serra Velha) e a melhoria fluvial do Itajaí-Mirim. Estas obras com acréscimo de 30 milhões de metros cúbicos (4,9%) de reservatório, nas regiões do Alto Vale e Foz do Itajaí.

A próxima etapa seria de R\$ 1,92 bilhões representando 63,6% do valor total estimado, a partir do terceiro ano em obras na Barragem de Taió, melhoramento fluvial em Timbó, Indaial, Blumenau e Gaspar, e ainda, melhoramento fluvial em Ilhota, Itajaí e Navegantes, sendo as três regiões contempladas. A última parte envolveria a execução e melhoria da barragem Norte (José Boiteux) no valor de R\$ 21,17 milhões resultando na ampliação da capacidade do reservatório para 357 milhões de metros cúbicos. E, ainda, a barragem de Botuverá no valor de R\$ 166,33 milhões com capacidade de 20 milhões de metros cúbicos. Estas obras seriam previstas entre o quinto e o sétimo ano.

Com o total para realização das obras de R\$ 3,02 bilhões, haveria redução dos níveis máximos de enchentes nos cenários com todos os empreendimentos, de forma simplificada: na região do Alto Vale de - 0,64 m em média, com - 0,80 m em 75% das intervenções municipais; na região do Médio Vale de -1,12 m em média, com -1,4 m em 75% dos municípios com efeitos das obras; e na região da Foz do Itajaí (Baixo Vale) uma média de - 0,52 m, com - 0,70 m em 75% dos pontos afetados pelas obras. Mas, como o efeito das obras é simultâneo seria interessante relacionar os valores referentes às obras com efeitos sinérgicos relacionados e o histórico de danos e prejuízos causados nas áreas inundadas, com escorregamento entre outros tipos de ocorrências causadas por enxurradas, enchentes e inundações.

Por isso seria importante estudo com a mensuração das áreas inundáveis em função da redução das cotas históricas em cada ponto proposto com influência da

realização das obras previstas. A inclusão de viabilidade dos projetos em relação ao planejamento de investimentos das obras considerando ações preventivas que possam maximizar os resultados das obras ao longo da bacia e as adequações necessárias para isso. E ações para mitigação que minimizem possíveis conflitos com diferentes atores políticos e sociais do território.

Para a tomada de decisão em relação ao estudo poderia ser acrescido os cronogramas e atualizações referentes às fontes de recursos, previsão orçamentária e o plano de desembolso dos projetos com o tempo estimado de estudo, execução e término. E a previsão de obras, recursos e fontes necessários de manutenção das barragens, melhorias propostas e adequações com outros projetos com ações de mitigação e prevenção de impactos socioeconômicos e ambientais no médio prazo e longo prazo.

Com a evolução da dinâmica territorial são necessárias previsão e atualização das informações socioeconômicas e ambientais resultantes da expansão de redes urbanas nas áreas de instalação dos projetos e entorno. Proposta com previsão de ampliação no dimensionamento das áreas necessárias à contenção de cheias com estudo com previsão de adequações das áreas para usos múltiplos durante os períodos sem ocorrências de eventos e desastres hídricos; controle de ocupação de áreas inundáveis; plano de relocação dos atingidos pelas barragens; e metodologia de indenização dos imóveis a serem desapropriados.

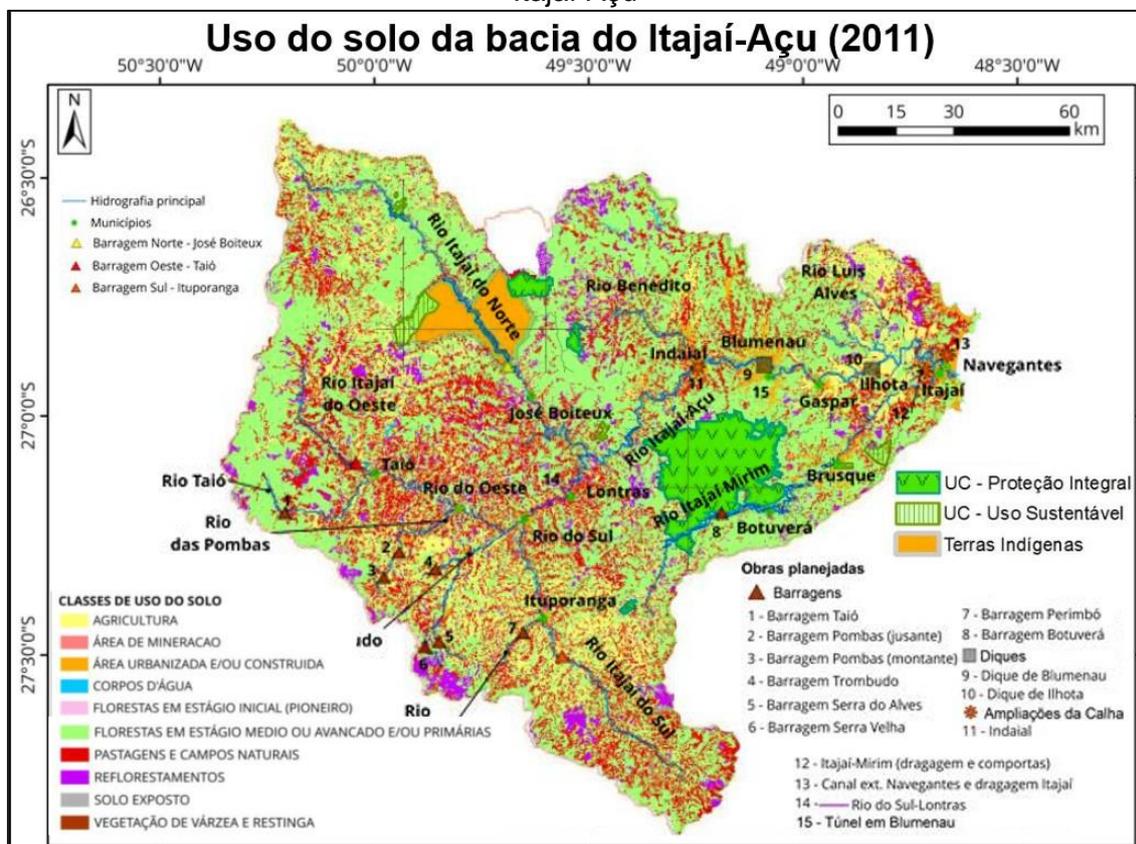
5.14 Avaliação sob a ótica do planejamento do uso do solo²¹

O estudo começa com uma contextualização de diversas informações espacializadas sobre a bacia, apresentada na forma de uma série de mapas. Porém, às vezes se torna complexo analisar a sobreposição dos diversos mapas. Para facilitar a análise sobre a ótica do planejamento de uso do solo, que é o foco deste parecer, foram sobrepostas as camadas de informação de uso do solo, da localização das obras

²¹ Parecer do Dr. Vitor Vieira Vasconcelos em relação aos efeitos das obras propostas do estudo integrado nas atividades econômicas.

pretendidas e limites de áreas protegidas, chegando então à Figura 4. Destaca-se que a Barragem de Botuverá (Cenário H – projeto 8) afeta uma unidade de conservação de proteção integral, fato que deve ser levado em consideração durante o seu licenciamento ambiental e nas suas análises de custo-benefício, considerando a necessidade de mitigação e compensação dos impactos ambientais.

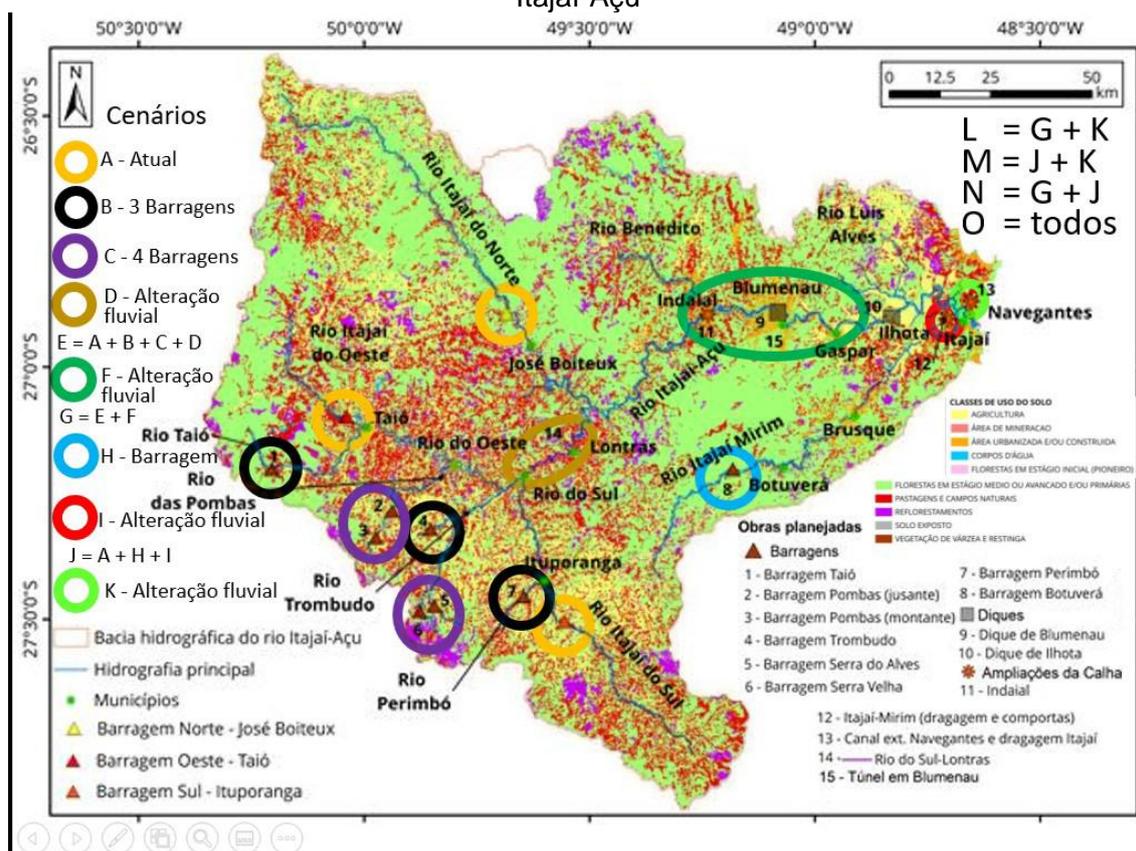
Figura 4 - Ocupação do solo, terras protegidas e obras planejadas na Bacia do Rio Itajaí-Açú



Fonte: parecer do Dr. Vitor Vieira Vasconcelos (2020)

Para facilitar a discussão sobre os cenários do estudo hidrológico, também foram espacializados na Figura 5.

Figura 5 - Ocupação do solo, obras planejadas e cenários avaliados na Bacia do Rio Itajaí-Açú



Fonte: parecer do Dr. Vitor Vieira Vasconcelos (2020)

Nas Figuras 4 e 5, destacam-se as barragens propostas de número 2 a 7, que se encontram em regiões com predomínio de uso do solo agrícola. Essa relação entre as barragens e o uso agrícola é relevante. Um primeiro aspecto que pode ser explorado é a capacidade das barragens para usos múltiplos das águas, por exemplo, para além do controle de cheias, incluindo escoamento para irrigação das áreas agrícolas, bem como abastecimento humano, geração de energia, piscicultura e ecoturismo. Quando considerados apenas os benefícios para controle de cheias, pode ocorrer que o custo de construção e manutenção de algumas barragens se torne bastante elevado para

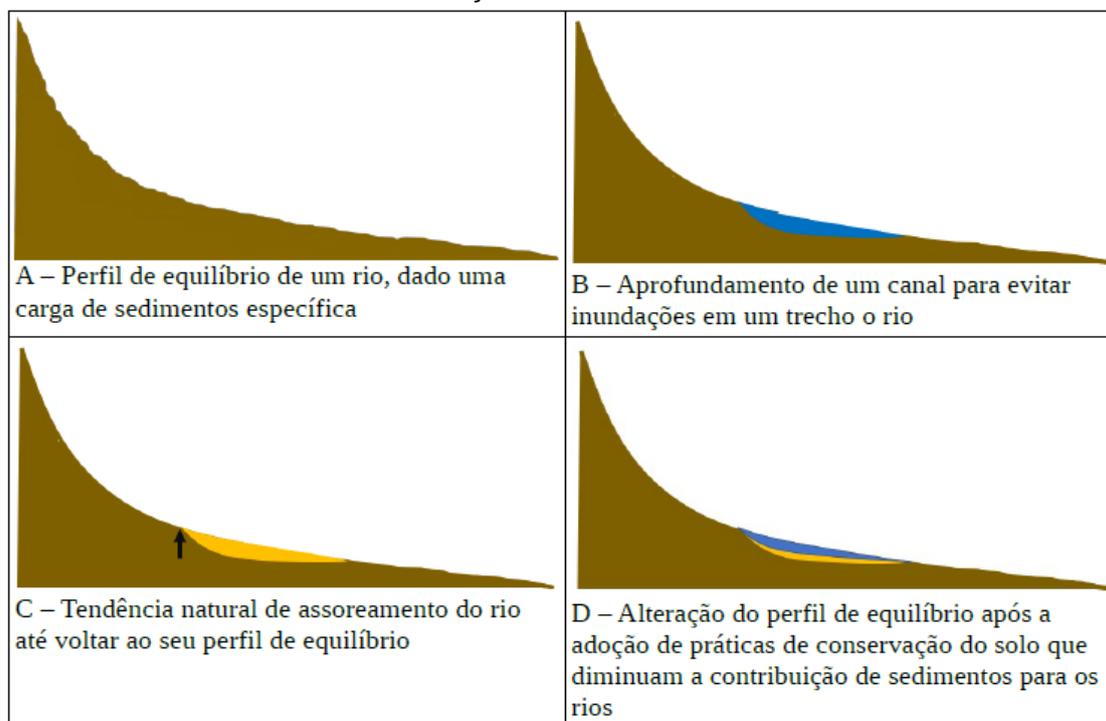
benefícios pequenos, mas se forem incluídos esses outros benefícios de usos múltiplos, o benefício final para a sociedade se torna muito mais elevado. Mesmo que a operação das barragens continue priorizando o controle de cheias como critério fundamental, é possível conciliar com esses outros possíveis usos da água. Ressalta-se que o estudo hidrológico foi realizado apenas para otimização do controle cheias, e portanto os resultados para manejo de uso múltiplo poderiam se tornar um pouco diferentes, conforme a prioridade que se dê para cada uso.

Outro aspecto extremamente relevante se refere à dinâmica da contribuição de sedimentos dos solos para assoreamento das barragens e dos rios. O aumento da geração de sedimentos pode diminuir a vida útil das barragens, bem como diminuir o volume disponível para escoamento da água na calha dos rios. Porém, a maior preocupação ao analisar as obras propostas é que estão previstos diversos projetos de aprofundamento de canais.

Existe um entendimento dentro da Geomorfologia, que dado um volume de sedimentos gerados anualmente em uma bacia, ela mantém um perfil de equilíbrio, com uma maior inclinação nas cabeceiras e uma menor inclinação na foz (Figura 6a). Porém, ao aprofundar um canal artificialmente (Figura 6b), inicia-se um processo natural de assoreamento do rio até ele voltar ao seu perfil de equilíbrio (Figura 6c). Dessa forma, após o aprofundamento de um canal, cria-se um trabalho eterno de manutenção para retirar o assoreamento que se acumula continuamente. Os orçamentos apresentados para algumas das obras de aprofundamento de canal mostraram apenas os custos de implantação, e, portanto, há uma necessidade de se detalhar os custos de manutenção. Uma possível solução, mais sustentável, é investir em projetos que diminuam o fluxo de sedimentos nos rios, tais como a construção de barragens, ou projetos para incentivar a adoção de técnicas de conservação do solo. Ao diminuir a contribuição de sedimentos para os rios, se altera o perfil de equilíbrio, conseguindo manter a maior profundidade dos canais (Figura 6d). Uma sugestão é que os projetos de barragens e de alterações fluviais incluíssem programas de conservação do solo nas suas áreas de montante, como forma de aumentar a sua vida útil e diminuir os custos de manutenção.

Figura 6 a, b, c, d – Esquema conceitual de efeitos da alteração no perfil de equilíbrio

dos rios em relação à dinâmica de sedimentos



Fonte: parecer do Dr. Vitor Vieira Vasconcelos (2020)

Uma outra preocupação relacionada aos projetos de alteração fluvial é que, apesar de eles diminuírem a inundação em determinadas áreas, eles podem acarretar em aumento de inundação em margens convexas de jusante, bem como também em aumento de processos de erosão fluvial nas margens côncavas, conforme o esquema da figura 7. Essas consequências devem ser estimadas, mapeadas e levadas em consideração para avaliar o custo-benefício dessas medidas. Por exemplo, na Figura 8 está apresentado traçado do túnel de derivação de Blumenau. Na Figura 9, acrescentou-se no mapa as possíveis consequências de áreas de aumento de erosão fluvial e aumento vs. diminuição dos riscos de inundação. É bem possível que os benefícios da obra superem os prejuízos, porém, é relevante a readequação dos planos diretores municipais para evitar o adensamento da ocupação dessas novas áreas sujeitas aumento dos riscos de erosão fluvial e de inundação.

Figura 7 – Efeito conjugado de inundação e de erosão nas respectivas margens convexas e côncavas dos rios.



Fonte: parecer do Dr. Vitor Vieira Vasconcelos (2020)

Figura 8 - Proposta de traçado do túnel de derivação em Blumenau.



Fonte: Associação dos Municípios do Médio Vale do Itajaí (AMMVI). Obras de melhoramento fluvial propostas pela SDC para prevenção de inundações na bacia do Itajaí.

Figura 9 Mapeamento dos possíveis efeitos do túnel de derivação fluvial em Blumenau



Fonte: parecer do Dr. Vitor Vieira Vasconcelos (2020)

6 QUESTIONAMENTOS E ARGUMENTOS DOS MEMBROS DA CAT

25/01/2018, 1ª Reunião da CAT. A DC não tem competência legal para executar obras, vez que não consta na lei que a instituiu tais atribuições (Lei Estadual 10.925, de 22 de setembro de 1998). No entanto, a Lei Estadual (Lei Estadual 16.195, de 12 de dezembro de 2013) atribuiu à DC a responsabilidade pela manutenção das 3 barragens de contenção de cheias atualmente em operação na Bacia do Itajaí. Assim, questiona-se quem será o responsável por essas obras. Também destacou-se que o Plano Integrado de Prevenção e Mitigação de Desastres Naturais na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (PPRD-Itajaí) deverá ser o norteador para que a CAT analise o projeto proposto pela SDC (atual DC). Um estudo na área jurídica de gestão de desastres, e mencionou que no documento de auditoria sobre a Defesa Civil do Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina, a SDC informou que não elaborou o Plano Estadual de Defesa Civil exigido por lei, pois depende de que os municípios façam os seus Planos de Contingência e a maioria não fez.

18/04/2018, 3ª Reunião da CAT com resgate de pareceres do projeto 10, 11 e 12 da Câmara de Assessoramento Técnico do Comitê do Itajaí sobre o Projeto JICA. A SDC informou que não tinha conhecimento dos pareceres e relatórios apresentados e que vale a pena levar estes pareceres para a SDC analisar, e destacou que todas as ações realizadas pela SDC foram pautadas no plano diretor da JICA. Representantes do consórcio ressaltaram que algumas questões apresentadas já foram consideradas nos projetos, e que não possui os Pareceres na íntegra e que seria pertinente o acesso a eles, também reforçaram que a elaboração dos projetos foi pautada no plano diretor da JICA. É importante considerar o PPRD e não apenas o Plano Diretor da JICA, uma vez que o PPRD foi amplamente discutido e aprovado, contando com a participação de mais de 27.000 pessoas no processo, e que este documento apresenta uma visão de técnicos e moradores da Bacia do Itajaí [...].

10/05/2018, 4ª Reunião CAT: Em relação as obras do Médio Vale, destacou-se a falta

de estudos socioeconômicos, principalmente pela ausência de um comparativo entre os custos e benefícios das obras. Os valores das obras e das análises deveriam ser comparados com algo assimilável pela população, como por exemplo, quantas casas populares poderiam ser construídas. A SDC informou que há alguns custos de desapropriações e que vai fazer um levantamento das informações existentes e repassar ao Comitê do Itajaí. O estudo da JICA considerou que as áreas inundáveis não deveriam ser aterradas e que deveria haver uma discussão mais ampla com os municípios sobre o uso do solo pretendido, sendo que esses usos deveriam ser considerados na elaboração dos projetos. A SDC destacou a importância da participação dos municípios, evitando assim conflitos de políticas públicas de uso e ocupação do solo. Deveria ser realizada uma consulta aos municípios, questionando-se qual a necessidade local. Situações onde existe a necessidade de ocupar áreas de risco, pode-se pensar em diferentes tipologias construtivas, que consigam assimilar a dinâmica ambiental do local. Complementando as discussões, foi realizada a apresentação de um estudo em elaboração com o qual tenta-se esclarecer as diferenças entre inundações e enxurradas, suas complicações, custos e incidências na região da Bacia do Rio Itajaí, sendo que os custos/impactos das enxurradas já superam os custos/impactos causados pelas inundações. Isso demonstra a importância de conhecer a realidade local, direcionando as ações para a resolução mais precisa dos problemas de cada município. Estes dados serão apresentados no livro “2008 + 10”, que está em fase de elaboração.

03/10/2019, 1ª Reunião da CAT. Sugeriu-se que os “prefeitos e vereadores devem ser envolvidos, pois é necessário ouvi-los.” Entende-se que deveria ser levado o estudo para as Associações de municípios, apresentarem os resultados aos prefeitos, mas não caberia as discussões se as reduções são de 10, 25, 50 cm, pois a inundação vai continuar. Além do mais, verifica-se que alguns questionamentos relevantes são: “vale os investimentos de cada obra para obter essa redução de nível? Como fazer com que as pessoas entendam e participem desse processo de decisão? A população tem clareza de que as inundações não vão ser resolvidas por essas obras? Será que não é

muito mais interessante investir em um bom sistema de alerta de cheias? Será que com esses valores não é mais fácil realocar as pessoas que estão em áreas de risco?

21/06/2018, 5ª Reunião CAT: Em relação as obras propostas para a região da foz, as seguintes observações e/ou questionamentos foram realizados. Quanto a obra de melhoramento fluvial no trecho entre a divisa com Gaspar até BR-101 (Ilhota/SC): a) Seria importante conhecer a mancha de inundação original, sem os diques; b) Qual é o planejamento da área alagada, com dique, no Município de Ilhota? São previstas construções? c) Não fica claro como este sistema pode proteger quem está fora do dique e a montante do dique. A obra gera uma falsa percepção de segurança, fazendo com que as pessoas não aprendam a conviver com o risco. d) Qual o número de casas beneficiadas? e) Haverá alagamento de novas áreas? Quantos afetados? f) Existem medidas de prevenção da ocupação da área que será alagada em evento extremo com a construção do dique? Exemplo: restrição de uso, determinada pelo Plano Diretor da cidade; g) Está previsto seguro para agricultores que passarão a ter a sua área alagada? Quanto a obra de melhoramento fluvial entre a BR-101 até foz do rio no oceano e construção de dique em 12,9 km na margem direita: a) Existe mapeamento das áreas de risco no nível local; b) Existe medidas de conservação (não-habitação) das planícies de inundação; c) a dragagem apresenta risco de contaminação (é viável financeiramente caso seja confirmada a contaminação?); d) Está prevista dragagem de manutenção? Foi compatibilizado financeiramente? e) Supressão de 16,23 ha de ambas as margens (30 m de APP), quais consequências relacionadas com a supressão? Quanto a obra do canal extravasor de 9 km entre a BR-101 até a foz do rio no oceano: a) Preocupações com a efetividade da dragagem; b) no baixo curso do Rio Itajaí – alargamento da planície sedimentar. Cidades do trecho Blumenau-Itajaí assentadas sobre sedimentos inconsolidados (Aspectos geológicos e geomorfológicos, Juarês José Aumond e Luiz Fernando Scheibe, *Dynamis*, v. 2, n. 8, p. 117-123, 1994); c) Dragagens de aprofundamento nos domínios do Porto demonstram que a calha do estuário tende a manter-se em uma profundidade de equilíbrio. Dragagens previstas tendem a não ser eficientes a médio e longo prazo; d) em 1999, houve 3 eventos hidrológicos extremos

em 1 ano, 2,5% do tempo resultou no carreamento de 41% do total de sedimentos finos no período. Houve elevada taxa de dragagem, em 1972 o volume anual de dragagem era da ordem de 50.000 m³; e) atualmente a dragagem de manutenção e serviços correlatos (Porto de Itajaí): R\$ 2,5 milhões/mês; f) Haverá navegabilidade no canal extravasor para que porte de embarcação efetivamente? g) Citam que será para pequenas embarcações – Existe esta demanda na área? h) Levanta-se a possibilidade de parque náutico, indústria... à beira do canal extravasor. i) A redução da mancha de inundação pelo canal extravasor é prevista considerando 11 metros de profundidade ou 7 metros? Já que 4 metros permanecerão com “circulação” de água – Além do mais, se não houver a dragagem de manutenção, haverá sedimentação no novo canal, com a possibilidade de mudança em sua profundidade; j) introdução de bota-fora em área alagável – mudança da mancha de enchente. Não se tem nenhum estudo sobre o impacto que o aprofundamento do canal do Rio Itajaí na região da Foz terá sobre a velocidade da água, pois quando foi feito o aprofundamento da área de operação dos navios no Porto de Itajaí, foi possível perceber o aumento da velocidade da água e consequente desestabilização das margens do Rio Itajaí no Município de Blumenau. No caso do canal extravasor, ressalta-se a dificuldade de se fazer estaqueamento nessa região de Navegantes. Por se tratar de área de turfa, em obras executadas na região, foi necessária a colocação de estacas à 44 metros de profundidade.

27/07/2018, 6ª Reunião: Em relação às obras propostas para a região do Alto Vale foram apresentados as seguintes observações e/ou questionamentos. a) Qual a estimativa de indivíduos, benfeitorias e atividades econômicas beneficiadas e atingidas pelas intervenções, já que estes dados aparecem apenas no estudo de viabilidade e não na alternativa selecionada no projeto executivo?; b) quais resultados são esperados com a implantação do canal extravasor no Salto Pilão e de que forma a Defesa Civil pretende regular a sua vazão?; c) estes melhoramentos podem ser executados de forma independente de outras intervenções na bacia hidrográfica?; d) qual a vida útil das obras propostas? De que forma será realizada a manutenção das obras ao longo do tempo?; e) taludes com instabilidade ou deslizamentos deverão ser tratados com gabião, colchão

reno ou enrocamento de proteção; f) qual o impacto dos bota-foras na diminuição das áreas de amortecimento de cheias?; g) está previsto mecanismo para reduzir a fuga de grandes quantidades material sólido dos bota-foras durante períodos de chuva? Qual a constituição e classificação (com base na NBR 10004) destes resíduos?; h) materiais como granito e folhelho, entre outros, não podem ser destinados para outras finalidades que não o bota-fora?; i) de quem é o direito de uso do material extraído durante as obras já que pode haver lavras concedidas?; j) qual a influência dos melhoramentos fluviais na dinâmica dos rios?; k) qual a influência dos melhoramentos fluviais no nível das inundações a jusante (médio vale e foz)?; l) qual a influência de cada obra - incluindo as barragens - nos municípios logo a jusante delas?

27/02/2020, 1ª Reunião CAT: O EAHI, página 13, menciona seis programas, que equivocadamente são colocados como parte do Plano Integrado de Prevenção e Mitigação de Desastres Naturais na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (PPRD) (i. construção de três barragens de contenção de cheias; ii. construção de quatro barragens de contenção de cheias; iii. obras de melhoramento fluvial no canal retificado e na calha do rio Itajaí Mirim e a construção de comportas de regulação; iv. construção de uma barragem de contenção de cheias no rio Itajaí-Mirim; v. dragagem do rio Itajaí-Açu; vi. implantação de diques em anel no município de Ilhota). Os seis programas que efetivamente integraram o PPRD são: i. desenvolvimento institucional para preparação para emergências e desastres; ii. monitoramento, alerta e alarme; iii. percepção, comunicação, motivação e mobilização para resiliência e diminuição da vulnerabilidade; iv. avaliação de redução de riscos de desastres; v. redução dos riscos de desastres; vi. recuperação de áreas afetadas por desastres. É fundamental ter conhecimento do real impacto dessas obras, a fim de estimar custos e benefícios, pois há muitos que acreditam que sejam a solução para as cheias e que não haverá mais enchentes. Diante da complexidade geológica e geomorfológica da bacia hidrográfica, qual o efeito das intervenções propostas no equilíbrio erosivo e de deposição de sedimentos? Com relação ao uso do solo, se o controle do mesmo não for realizado, os efeitos das obras na redução de cheias serão anulados. Isso deve ser uma condicionante do parecer do

Comitê em relação as obras. Há falta de divulgação sobre as obras, projetos, estudos e planos de segurança. A população não participa da construção e por isso ocorrem todos esses conflitos depois. O benefício de uma barragem depende da sua operação. O Estudo da JICA trazia a proposição da criação de um Conselho Consultivo do Projeto dentro da DC, o qual seria composto pelas instituições responsáveis pela operação tais como a própria DC, Secretaria da Infraestrutura, Secretaria da Agricultura e Pesca (SAP), Secretaria do Desenvolvimento Sustentável (SDE) e o Comitê do Itajaí. Este Conselho, além de aprovar os conteúdos dos projetos, seria responsável pelo monitoramento do progresso do projeto e elaboração do orçamento financeiro necessário para implementação. Ou seja, a parte de governança não foi estabelecida conforme se havia proposto e nem mesmo os projetos, portanto, cabe ao Comitê cobrar, pois ela pode vir a acontecer daqui em diante. Este conselho seria de extrema importância, pois trata-se de governança em outros assuntos também, como estiagem, e nesse momento, nem estrutura os comitês têm. Discutiu-se muito em relação as medidas não estruturais, quais controles estão sendo feitos no sentido de não permitir a ocupação das áreas alagáveis, pois até mesmo o próprio EAHI ressalta a importância desse controle para a efetividade das obras. Qual a responsabilidade dos municípios nesse sentido? Esclarece-se que não são contrários as ações estruturantes, entende que ambas, estruturantes e não estruturantes são importantes e que se complementam. Reforçou-se ainda que ninguém está falando para não fazer as medidas estruturantes, o que se quer é trazer transparência para esse processo, que a população tenha consciência dos reais efeitos das obras e que entendam que ambas, estruturantes e não estruturantes, devem ser planejadas e implementadas. No parecer devem ser colocadas recomendações e sugestões para que o órgão ambiental exija como condicionantes.

17/11/2020, 6ª Reunião CAT: É importante a responsabilidade da manutenção e operação das atuais barragens. Um investimento altíssimo que se tem dessas barragens já construídas e está se perdendo devido a má operação dessas barragens, o que é de suma importância para a Bacia. Devemos cobrar de quem é a

Rua Braz Wanka, 238.
Sala D-210.
Blumenau – SC
CEP: 89160-035
www.comiteitajai.org.br



responsabilidade e como estão fazendo.

7 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Nos termos da análise a Câmara de Assessoramento Técnico evidenciou:

Que o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí aprovado pela Resolução do Comitê do Itajaí nº 39, de 6/5/2010, referendado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos pela Resolução CERH nº 001, de 31/5/2011, trata-se de plano diretor que vai fundamentar e orientar o gerenciamento de recursos hídricos na Bacia do Itajaí, tendo como um programa o Plano de Prevenção e Mitigação de Riscos de Desastres (PPRD) com base nos seguintes princípios: (i) a água é parte do todo; (ii) a água deve ser armazenada tanto quanto possível; (iii) deve-se respeitar a dinâmica natural dos rios; (iv) os riscos existem e é preciso aprender a lidar com eles; e, (v) na prevenção, o sucesso depende da integração e articulação de todas as ações.

Que as experiências internacionais (item 1.1 Seminário Internacional) mostram que a engenharia está voltada à renaturalização dos rios, ou seja, passou-se a dar espaço para o rio, restaurar seus meandros e criar bacias de retenção, ao invés de liberar a água o mais rápido possível.

Que é crescente a utilização de medidas não estruturais, buscando lidar com a limitação de intervenções com obras de engenharia em sistemas hidrológicos, tendo em vista a crescente incerteza oriunda das mudanças climáticas. Além disso, as medidas estruturais implicam em altos custos de manutenção, além do risco de degradação da obra a partir do término de sua vida útil.

Que as obras propostas constituem medidas voltadas à mitigação de inundações e não à mitigação de enxurradas (item 4.1.1, no período de 1995 – 2014, tem-se registro de 210 eventos de enxurrada e 61 de inundação na Bacia do Itajaí), pois é o problema definido como central pelo Plano da JICA, onde a metodologia dos estudos não faz distinção entre enxurradas e inundações.

Que os projetos das obras foram baseados nas informações do estudo da JICA. O referido estudo tem como premissa as condições encontradas na bacia na época de sua realização, tendo como condicionante o não aterro ou ocupações de novas áreas inundáveis. No entanto, não há registro de intenção de atendimento desta premissa, sendo fundamental um estudo de delimitações pretendidas para novos aterros e

ocupações de áreas inundáveis de forma que pudesse ser compensado no balanço hídrico de massa estes volumes considerados aterráveis contrariamente à recomendação da JICA.

Que os projetos das obras em análise não mencionam as ações e articulações necessárias para que sua implantação tenha uma boa governança.

Que o EAHI avalia o conjunto de medidas estruturais propostas atendendo uma demanda antiga da comunidade regional. No entanto, é importante ressaltar que a avaliação está restrita as variáveis de níveis e vazões.

Que o conceito de risco envolve a susceptibilidade natural dos terrenos aos desastres (como as inundações), mas apenas na medida em que há exposição a esse risco, ou seja, pela quantidade de construções e pessoas na área sujeita à inundação. Dessa forma, uma inundação em uma área mais povoada tende a causar muito mais impactos sociais e econômicos do que em uma área menos povoada. Esse tipo de análise não foi realizado no estudo hidrológico.

Que com relação a variação de níveis, na maioria dos casos as reduções estão restritas a valores abaixo de 1 m e boa parte deles o valor reduzido está próximo à incerteza atribuída ao próprio modelo (0,1 m), sendo qualquer conclusão acerca dos benefícios das obras obtida utilizando unicamente tais valores pode estar equivocada, haja vista que 1 m de redução no nível de água pode ser muito em determinados locais e, ao mesmo tempo, muito pouco em outros. Assim, inexistente informação acerca do que esta redução representa em termos de área afetada e/ou redução de danos causados. Em diversos trechos de rios ao longo da Bacia do Rio Itajaí, a paisagem remonta a vales encaixados, nos quais variações da ordem de 1 m são pouco representativas em termos de área atingida. Além disso, sem a associação do estudo hidrológico/hidrodinâmico espacialmente distribuído a um estudo socioeconômico, é inviável estabelecer o real benefício de adoção de tais medidas. Portanto, outras variáveis deveriam ter sido avaliadas, dentre elas: superfícies inundáveis, velocidades dos escoamentos fluviais, erosão e transporte de sedimentos (item 5.3) e ainda a análise custo/benefício.

Que além da incerteza do modelo, há incerteza maior em relação ao tempo de retorno (TR) da precipitação, uma vez que os projetos usam esse parâmetro e que a

intensificação dos eventos extremos já é evidenciada na bacia do Rio Itajaí. Esta consideração aumenta a incerteza dos resultados apresentados²².

Que mesmo com a implantação das obras, as inundações continuarão a produzir danos para enchentes frequentes ou menos frequentes. E as inundações nos municípios de Blumenau e Rio do Sul serão da mesma ordem de grandeza, ou seja, as obras propostas terão efeitos pouco significativos nestes municípios, assim como em Itajaí (Quadro 9). Essa avaliação é importante por retratar a continuidade das enchentes e reforça a necessidade de avaliação da diminuição das manchas de inundação e dos danos socioeconômicos para relativizar com os investimentos previstos.

Que outro aspecto extremamente relevante se refere à dinâmica da contribuição de sedimentos dos solos para assoreamento das barragens e dos rios, o que pode diminuir a vida útil das barragens, bem como diminuir o volume disponível para escoamento da água na calha dos rios. Dentre as obras propostas, tem-se diversos projetos de aprofundamento de canais. Existe um entendimento dentro da Geomorfologia, que ao aprofundar um canal artificialmente (Figura 6b), inicia-se um processo natural de assoreamento do rio até ele voltar ao seu perfil de equilíbrio (Figura 6c). Dessa forma, cria-se um trabalho eterno de manutenção para retirar o assoreamento que se acumula continuamente.

Que o EAHI agrupou os empreendimentos em 4 blocos distintos e os resultados mostraram que não há sinergia ou co-dependência significativa entre estes blocos o que, por um lado, pode indicar que a ordem de execução dos empreendimentos não guarda relação com questões hidrológicas/hidráulicas. Por outro lado, esta inexistência de sinergia e/ou co-dependência também pode indicar que determinados grupos de

²² “We show that a stationary climate assumption may lead to underestimation of extreme precipitation by as much as 60%, which increases the flood risk and failure risk in infrastructure systems.” Cheng, L., AghaKouchak, A. *Nonstationary Precipitation Intensity-Duration-Frequency Curves for Infrastructure Design in a Changing Climate*. *Sci Rep* 4, 7093 (2014). <https://doi.org/10.1038/srep07093>.

“The intensifying trend of precipitation extremes has quantifiable impacts on intensity-duration-frequency curves, which in turn have direct implications for hydraulic engineering design and water-resources management.” Kao, Shih-Chieh & Ganguly, Auroop. (2011). *Intensity, duration, and frequency of precipitation extremes under 21st-century warming scenarios*. *Journal of Geophysical Research*. 116. 10.1029/2010JD015529.

obras podem ser analisados de maneira independente.

Que é importante que toda a população da Bacia aprenda a conviver com o risco, pois as obras não acabarão com as inundações, tendo em vista que não foram evidenciados, no material disponibilizado para análise, esclarecimentos e medidas para conscientização da sociedade local ou a necessidade de planos de contingência devido à implantação das obras, em especial do sistema de comportas e diques no canal do antigo Rio Itajaí-Mirim.

Que há fragilidade da articulação entre as instituições catarinenses diante das tarefas da gestão integrada de recursos hídricos em geral e da gestão dos desastres naturais, demonstradas a partir da ausência de integração entre a operação das barragens de contenção de cheias e a operação dos sistemas de alerta (integração de dados dos radares), visando a maximização de seus resultados.

Que o Estudo da JICA trazia a proposição da criação de um Conselho Consultivo do Projeto dentro da DC, o qual seria composto pelas instituições responsáveis pela operação tais como a própria DC, Secretaria da Infraestrutura, Secretaria da Agricultura e Pesca (SAP), Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE) e o Comitê do Itajaí. Este Conselho, além de aprovar os conteúdos dos projetos, seria responsável pelo monitoramento do progresso do projeto e elaboração do orçamento financeiro necessário para implementação.

Diante das evidências apontadas o **Comitê do Itajaí RECOMENDA** que a adoção e/ou continuidade de implementação das medidas estruturais propostas para a Bacia do Rio Itajaí somente seja conduzida após:

1. A divulgação e sensibilização das gestões municipais para a incorporar a gestão de riscos nos planos diretores municipais, inclusive de medidas de conservação das planícies de inundação, em atendimento a Lei Estadual nº 16.601/2015, que dispõe sobre a incorporação nos planos diretores dos municípios catarinenses dos documentos do estado de Santa Catarina sobre estudos e mapeamentos de áreas de risco e em

- conjunto, sensibilizem os municípios no desenvolvimento do Plano diretor de drenagem urbana com enfoque em armazenamento;
2. A regulamentação da Lei Estadual nº 16.601/2015;
 3. A avaliação de alternativas locacionais e tecnológicas para as medidas propostas à luz do modelo hidrológico/hidrodinâmico implementado para a bacia, confrontando-o com os resultados do estudo socioeconômico;
 4. A complementação do estudo hidrológico/hidrodinâmico no sentido de mapear todas as áreas afetadas pelas inundações nos diferentes cenários;
 5. A avaliação das alterações das velocidades dos escoamentos fluviais, erosão e transporte de sedimentos;
 6. A elaboração de estudo socioeconômico para avaliação de perdas e danos associados aos diferentes cenários (valores a serem investido nas obras com efeitos sinérgicos e que estes sejam relacionados ao histórico de danos e prejuízos causados nas áreas inundadas, levando-se em consideração a redução das cotas nos pontos propostos; o plano de realocação dos atingidos pelas barragens; metodologia de indenização dos imóveis a serem desapropriados);
 7. Considerar no planejamento dos investimentos para as obras, as ações preventivas e que possam maximizar os resultados destas e adequações necessárias, como programas de conservação do solo nas áreas de drenagem a montante;
 8. Prever além dos custos para realização das obras propostas, incluir cronogramas e atualizações referentes às fontes de recursos, previsão orçamentária, plano de desembolso dos projetos com o tempo estimado de estudo, execução e término da obra; além da apresentação dos custos de manutenção das obras;
 9. Que os cronogramas de realização das obras sejam atualizados, pelo menos semestralmente, com o andamento das mesmas e dando ampla publicidade para a população;

10. A divulgação para a população da Bacia do Itajaí sobre os benefícios reais das medidas propostas por meio de audiências públicas, esclarecendo as condicionantes da sua efetividade;
11. Considerar as não conformidades apresentadas no Processo nº 01/2015 do Comitê do Itajaí que trata da Proposta de construção de duas barragens no Município de Pouso Redondo pela Secretaria de Estado de Defesa Civil e encaminhamentos posteriores dados pelo Comitê do Itajaí (ata 39ª e 42ª AGO) (anexas).

Ainda, diante das evidências apontadas o **Comitê do Itajaí RECOMENDA** que a DC:

1. Que novos projetos propostos utilizando o estudo da JICA e o cálculo do balanço hídrico realizado para a Bacia do Itajaí, contemple os novos aterros e a ocupação das áreas inundáveis que ocorreram desde que o estudo da JICA foi realizado. Nas obras propostas pela DC, foram considerados como base as informações do estudo. O referido estudo tem como premissa as condições encontradas na bacia na época de sua realização, havendo sido fixado como condicionante o não aterro ou ocupações de novas áreas inundáveis. No entanto, não há registro de intenção de atendimento desta premissa. Seria esperado uma proposta de delimitações pretendidas para novos aterros e ocupações de áreas inundáveis, de forma que pudesse ser compensado no balanço hídrico de massa estes volumes considerados aterráveis, contrariamente à recomendação da JICA.
2. Que avalie o tipo de desastre de origem hídrica que tem ocorrido na Bacia do Itajaí (inundação, enxurrada, movimento de massa, seca e estiagem) e os danos econômicos, sociais e ambientais causados.
3. Realize a integração e o fortalecimento do Sistema de Alerta na Bacia do Itajaí, operacionalizando a Sala de Situação, a qual agrega as diversas

- instituições que atuam no monitoramento e no alerta de desastres, visando promover um gerenciamento integrado dos sistemas de prevenção em momentos críticos. Tendo em vista que era uma das medidas de mitigação das enchentes previstas pela JICA, está de acordo com o princípio 4 do PPRD e a meta 25 do Plano de Bacia;
4. Formalize a criação de um Conselho Consultivo do Projeto, conforme proposto no Estudo da JICA, a fim de tratar da governança dos riscos de desastres em assuntos diversos;
 5. Realize estudos para avaliar a possibilidade de criação de unidades de conservação sobre a mancha de inundação dos municípios, a exemplo do Governo do Estado do Rio de Janeiro, realizando discussões e articulações com os municípios para esta criação. Desta forma, os planos diretores municipais ficam desautorizados a ocupar essas áreas;
 6. E também, a exemplo do Governo do Estado do Rio de Janeiro, considere a possibilidade de propor um arranjo institucional para o gerenciamento de desastres;
 7. Proponha projetos que incorporem a modelagem do comportamento hidrológico, hidráulico e sedimentológico da rede de drenagem, com base em diagnóstico atualizado da situação hidráulico-sedimentológica, para avaliação de intervenções com medidas estruturais (projeto 5.2b3 do PPRD);
 8. Que fomente junto ao Governo de Estado a execução de programas de fortalecimento técnico das instituições e de educação ambiental sobre a prevenção de desastres para as instituições e populações envolvidas;
 9. Considere os encaminhamentos da população na Audiência Pública sobre a construção de barragens do Alto Vale, promovida pela Comissão de Turismo e Meio Ambiente da Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina, realizada no dia 24 de outubro de 2019, às 19h, em Pouso Redondo, Santa Catarina, conforme ata da Audiência Pública (anexo).

10. Considere as solicitações do ofício recebido pelo Comitê do Itajaí da União das Associações de Bairros de Rio do Sul no dia 7 de maio de 2018, que traz anexo o abaixo assinado da população (ofício anexo). E que considere ainda a necessidade de divulgar para a população o Estudo de avaliação hidrológica integrado (EAHI) e o parecer do Comitê do Itajaí.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO (JICA), **Estudo Preparatório para o Projeto de Prevenção e Mitigação de Desastres na Bacia do Rio Itajaí**. Relatório Final. Novembro de 2011.

ALERTABLU – Sistema de Monitoramento e Alerta de Eventos Extremos de Blumenau/ Defesa Civil de Blumenau/ Prefeitura de Blumenau. “**Enchentes Registradas**”. Acesso em: junho de 2020, disponível em: <<http://alertablu.cob.sc.gov.br/p/enchentes>>.

CEPED/UFSC - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres/ Universidade Federal de Santa Catarina. **Relatório dos danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais em Santa Catarina: 1995 – 2014**. Organização de Rafael Schadeck, Florianópolis: CEPED/UFSC, 2016.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. **Simulação hidrológica de grandes bacias**. RBRH, v. 6, n. 2, 2001.

COMITÊ DO ITAJAÍ. **Pacto para prevenção e controle de cheias no Vale do Itajaí – Anexo: Definição de diretrizes para o plano de prevenção e contenção de enchentes no Vale do Itajaí**. Blumenau: Comitê do Itajaí, junho de 1999.

FRANK, B. Uma história das enchentes e seus ensinamentos. In: Frank, B.; Pinheiro, A. (Org.). **Enchentes na Bacia do Itajaí: 20 anos de experiências**. 1ªed. Blumenau: Editora da Furb, 2003, p. 15-62.

FRANK, B.; BOHN, N. História da gestão do risco e inundações na bacia do Itajaí. In: MATTEDI, M.; LUDWIG, L.; AVILA, M. R. R. **Desastre de 2008 +10 no vale do Itajaí: Água, gente e política: aprendizados**. Blumenau: EDIFURB, 2019, p. 117 - 149.

MATTEDI, M. A.; FRANK, B. ; SEVEGNANI, L. ; BOHN, N. . O desastre se tornou rotina.... In: Frank, B.; Sevegnani, L. (Orgs.). **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: água, gente e política**. 1ed. Blumenau: Agência da Água do Vale do Itajaí, 2009, v. , p. 13-21.

MONTE, B E. O. et al. Modelagem hidrológica e hidráulica aplicada ao mapeamento de áreas inundáveis. *RBRH*. vol.21, n.1, pp.152-167, 2016.

PAULA, SIMONI MENDES DE; NODARI, EUNICE SUELI; ESPÍNDOLA, MARCOS AURÉLIO. **O crescimento urbano e as enchentes em Blumenau (SC)**. Revista do Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro, n.8, 2014, p.201-212 (ISSN: 1983-6031) <<http://wpro.rio.rj.gov.br/revistaagcrj/o-crescimento-urbano-e-as-enchentes-em-blumenau-sc/>>

PINHEIRO, ADILSON. **Hidrologia (Capítulo V)**. In: AUMOND, J. J.; SEVEGNANI, L.;

FRANK, B. (Orgs.) Atlas da Bacia do Itajaí: formação, recursos naturais e ecossistemas. Blumenau: Edifurb, 2018, p.89-110 (ISBN 978-85-7114-264-0). Acesso em junho de 2020, Disponível em: <https://bu.furb.br/docs/LD/2018/364494_1_1.pdf>

SANTOS, G. F.; PINHEIRO, A. Transformações geomorfológicas e fluviais decorrentes da canalização do Rio Itajaí-Açu na divisa dos municípios de Blumenau e Gaspar (SC). Revista Brasileira de Geomorfologia, Rio de Janeiro, v. 3, n.1, p. 1-9, 2002.

SILVA, R. C. V.; MASCARENHAS, F.; MIGUEZ, M. G. Hidráulica Fluvial I. 1. ed. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2003. 305p.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS HYDROLOGICAL ENGINEERING CENTER. *HECRAS river analysis system hydraulic users manual* (Version 4.1). Davis, CA. 2010.