

Trabalho de Conclusão de Curso

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS COMO ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ

LUAN HARDER GONSALVES

Orientador: Prof. Dr. Daniel José da Silva

2013
1º Semestre



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

Luan Harder Gonsalves

**PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS COMO
ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO A EVENTOS CLIMÁTICOS
EXTREMOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
ARARANGUÁ**

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

Orientador: Prof. Dr. Daniel José da Silva

Florianópolis, SC
Agosto / 2013

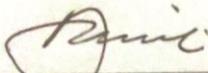
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL

**PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS COMO
ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO A EVENTOS CLIMÁTICOS
EXTREMOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
ARARANGUÁ**

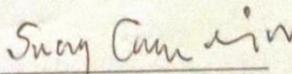
LUAN HARDER GONSALVES

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

Banca Examinadora:

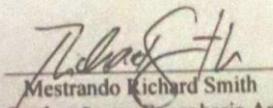


Prof. Dr. Daniel José da Silva
Orientador



Doutoranda Sung Chen Lin

Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de
Santa Catarina (PPGG)



Mestrando Richard Smith

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Daniel José da Silva, pelos ensinamentos passados de forma tão amorosa e atenciosa ao longo de toda minha graduação.

Aos colegas de curso, do Núcleo de Educação Ambiental (NEAmb) e do Grupo Transdisciplinar de Pesquisa em Governança da Água e do Território (GTHidro), pelas contribuições na minha formação pessoal, acadêmica e profissional.

Aos meus familiares, pela forma como me educaram, com liberdade e responsabilidade, e por toda ajuda que me deram para que eu pudesse ter tranquilidade e conforto longe de casa no curso de uma graduação em uma universidade federal.

Aos meus amigos de infância, que são meu suporte e fontes de inspiração, e sempre se mantiveram presentes em minha vida, apesar da distância.

À Universidade Federal de Santa Catarina, por todo apoio à minha formação acadêmica, sobre forma de bolsas, apoio à viagens, à projetos, e por toda estrutura disponibilizada para a formação de profissionais capazes de tornar nosso território mais justo, solidário, humano e igualitário.

"A utopia está lá no horizonte. Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos. Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos. Por mais que eu caminhe, jamais alcançarei. Para que serve a utopia? Serve para isso: para que eu não deixe de caminhar"

Eduardo Galeano

RESUMO

O presente trabalho insere-se no âmbito do Projeto Adaptação e Vulnerabilidade a Extremos Climáticos nas Américas - VACEA, junto a *International Research Initiative on Adaptation to Climate Change* – IRIACC, o qual busca compreender a vulnerabilidade climática de comunidades rurais nos 5 países integrantes: Argentina, Brasil, Canadá, Chile e Colômbia. No elo brasileiro, utiliza-se do Modelo de Governança da Água e do Território para a Sustentabilidade – GATS como metodologia de trabalho, o qual é organizado em 5 etapas: 1) Acordo Inicial; 2) Economia de Experiência, 3) Comunidade de Aprendizagem; 4) Estratégias de Governança; 5) Avaliação e Prospecção. Este trabalho é desenvolvido sobre a etapa 2, a *Economia de Experiência*. Com base no levantamento histórico de desastres naturais e na análise das vulnerabilidades social, econômica e ambiental, identificaram-se prováveis contribuições de iniciativas de destaque em Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) para a redução da vulnerabilidade da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. Os principais elementos de provável contribuição identificados foram: distribuição de renda, redução do êxodo rural, aumento da cobertura florestal, melhoria na qualidade da água, regulação hídrica, regulação climática, redução das taxas de desmatamento, redução da erosão do solo e redução do assoreamento dos rios. Por fim, com o intuito de tornar público a contribuição deste estudo à esfera local, estes resultados foram sintetizados em uma cartilha, denominada Banco de Boas Práticas de Adaptação a Eventos Climáticos Extremos na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá.

Palavras-chave: Pagamento por Serviços Ambientais. Adaptação. Extremos climáticos. Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá.

ABSTRACT

This work is inserted under the Project Adaptation and Vulnerability to Climate Extremes in the Americas – VACEA, along the International Research Initiative on Adaptation to Climate Change - IRIACC, which seeks to understand the climate vulnerability of rural communities in five countries: Argentina , Brazil, Canada, Chile and Colombia. Brazilian researchers use the Model “Water and Territory Governance for Sustainability” (GATS) as a working method, which is organized in 5 steps, called learning cycle: 1) Initial Accordance; 2) Experience Economy, 3) Learning Community; 4) Governance Strategies; 5) Assessment and Prospecting. This work is in step 2, the Experience Economy. Based on historical collection of natural disasters and analysis of social, economic and environmental vulnerabilities of Araranguá River Basin, were identified probable contributions of initiatives highlighted in Payment for Environmental Services (PSA) to the vulnerability of the River Basin Araranguá. The main elements of probable contribution were identified: rent distribution, reducing the rural exodus, increased forest cover, improved water quality, water regulation, climate regulation, reducing rates of deforestation, reduction of soil erosion and reduce siltation rivers. Finally, in order to publicize the contribution of this study to the local level, these results were summarized in a booklet called Bank of Practice for Adaptation to Climate Extreme Events in River Basin Araranguá.

Keywords: Payment for Environmental Services. Adaptation. Extreme Weather Event. River Basin Araranguá

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da bacia Hidrográfica do Rio Araranguá.....	31
Figura 2 - Vale do rio Pinheiro, no município de Jacinto Machado, após os deslizamentos de terra de dezembro de 1995	32
Figura 3 - Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá.....	35
Figura 4 - Esquema da vulnerabilidade a eventos climáticos extremos	47
Figura 5 - Ciclos de aprendizagem do Modelo GATS	55
Figura 6 - Tipos de desastres naturais ocorridos na bacia	62
Figura 7 - Número de ocorrências de eventos climáticos por mês	63
Figura 8 – Registros de desastres naturais nos municípios da bacia	63
Figura 9 - População Rural x Urbana e Densidade Demográfica.....	66
Figura 10 - Crescimento Populacional Urbano e Rural.....	67
Figura 11 - Pirâmide etária da bacia.....	68
Figura 12 - Abastecimento e Consumo de Água nos municípios da bacia	69
Figura 13 - Distribuição média do PIB dos municípios da bacia por setor	72
Figura 14 - PIB dos municípios da bacia	73
Figura 15 - População em extrema pobreza (%) e desigualdade de distribuição de renda (Índice de Gini).....	74
Figura 16 - Paisagem Característica da Bacia do Araranguá no Subsistema Arroz Irrigado	78
Figura 17 - Uso da terra na bacia do rio Araranguá	82
Figura 18 - Mapa do Uso e Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal.....	83
Figura 19 - Cobertura Florestal Nativa na Costa Rica (1940 - 2005)....	89
Figura 20 - Evolução da cobertura florestal e do PIB da costa Rica (1961 a 2010).....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Leis Relacionadas ao tema do trabalho.....	28
Tabela 2 - Atividades Econômicas e Uso do Solo na Bacia do Rio Araranguá.....	40
Tabela 3 – Indicadores de vulnerabilidade presentes no DRI.....	44
Tabela 4 - Tipos de Serviços Ecosistêmicos	51
Tabela 5 - Variáveis sociais, econômicas e ambientais utilizadas para o estudo da vulnerabilidade.....	58
Tabela 6 - Categorias de práticas adaptativas a eventos climáticos extremos.....	59
Tabela 7 - Potencial impacto ambiental associado às atividades econômicas na bacia do rio Araranguá	84
Tabela 8 - Distribuição do valor total por modalidade de serviços ambientais no PSA da Costa Rica	94

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS	24
2.1 <i>OBJETIVO GERAL.....</i>	<i>24</i>
2.2 <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</i>	<i>24</i>
3. JUSTIFICATIVA	25
3.1 <i>JUSTIFICATIVA CIENTÍFICA.....</i>	<i>25</i>
3.2 <i>JUSTIFICATIVA LEGAL.....</i>	<i>27</i>
3.3 <i>JUSTIFICATIVA LOCAL.....</i>	<i>29</i>
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	30
5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	42
5.1 <i>VULNERABILIDADE A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS</i> <i>42</i>	
5.2 <i>PRINCÍPIOS DO POLUIDOR-PAGADOR E DO PROVEDOR-RECEBEDOR NO DIREITO AMBIENTAL.....</i>	<i>47</i>
5.3 <i>PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS.....</i>	<i>50</i>
5.4 <i>MODELO DE GOVERNANÇA DA ÁGUA E DO TERRITÓRIO (GATS).....</i>	<i>53</i>
6. METODOLOGIA.....	57
6.1 <i>RISCO DE DESASTRES NATURAIS NA BACIA</i> <i>HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ.....</i>	<i>57</i>
6.2 <i>IDENTIFICAÇÃO DE INICIATIVAS DE DESTAQUE EM PSA</i> <i>NO ÂMBITO INTERNACIONAL, NACIONAL E ESTADUAL.....</i>	<i>60</i>
6.3 <i>BANCO DE BOAS PRÁTICAS DE ADAPTAÇÃO A EVENTOS</i> <i>CLIMÁTICOS EXTREMOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO</i> <i>ARARANGUÁ.....</i>	<i>61</i>
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	62
7.1 <i>RISCO DE DESASTRES NATURAIS DA BACIA</i> <i>HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ.....</i>	<i>62</i>
7.1.1 <i>Histórico de Desastres Naturais</i>	<i>62</i>
7.1.2 <i>Vulnerabilidade</i>	<i>65</i>
7.2 <i>INICIATIVAS DE DESTAQUE EM PAGAMENTO POR</i> <i>SERVIÇOS AMBIENTAIS NO ÂMBITO INTERNACIONAL,</i> <i>NACIONAL E ESTADUAL.....</i>	<i>89</i>
7.2.1 <i>A Política Ambiental da Costa Rica</i>	<i>89</i>
7.2.2 <i>Programa Conservador das Águas em Extrema/MG.....</i>	<i>98</i>

7.2.3	<i>Programa Produtor de Água do Rio Vermelho em São Bento do Sul/SC</i>	102
7.3	<i>BANCO DE BOAS PRÁTICAS DE ADAPTAÇÃO A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS</i>	106
8.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	109
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
	APENDICE 1	125
	APENDICE 2	133

1. INTRODUÇÃO

Desastres naturais como enchentes, deslizamentos de terra e vendavais tem se tornado cada vez mais comuns no Brasil e no mundo. Os efeitos das mudanças climáticas deixaram o campo das suposições, e hoje em dia já é realidade em diversas bacias hidrográficas. Embora as variações climáticas naturais sejam capazes de provocar desastres de grande intensidade, é consenso entre cientistas renomados que as atividades humanas estão intensificando estes efeitos (MARENGO et al., 2009a).

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, em inglês) alerta que a temperatura global pode aquecer até 5,8°C nos próximos 100 anos e, com isso, é esperado um aumento considerável de eventos climáticos extremos, como chuvas intensas, vendavais e secas (IPCC, 2007).

De acordo com Kobiyama (2006), quando um evento climático extremo causa prejuízos em regiões habitadas, passa a ser denominado desastre natural. O grau dos danos que determinada população está propícia a sofrer com um desastre natural depende de fatores sociais, econômicos e ambientais, que interferem sobre a capacidade adaptativa e de recuperação (IPCC, 2007; UNDP, 2004).

Em uma análise de 11.994 artigos científicos publicados entre 1991 e 2011 realizada por Cook et al. (2013), 97,1% apontam as atividades humanas como as grandes responsáveis pelas mudanças climáticas.

Amparadas pelo princípio da precaução, do Direito Ambiental, as práticas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas sugerem cuidados antecipados. Deve-se adotar a cautela para que uma atitude ou ação não venha resultar em efeitos indesejáveis, mesmo se algumas relações de causa e efeito não forem plenamente estabelecidas cientificamente. Dessa forma, pretende-se atuar evitando o dano, não apenas na sua recuperação.

A Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá tem sofrido prejuízos em ocorrências de uma grande variedade de desastres naturais ao longo da história, que vão desde deslizamentos de terras a enchentes, tornados, ressacas do mar, granizos, secas e, em especial, o primeiro furacão registrado no Atlântico Sul, o Furacão Catarina (CEPED, 2011; HERRMANN, 2007; MARENGO et al., 2009b). Há registros de transbordamento do rio Araranguá datados desde meados do século XIX (CAMPOS, 1987).

Por meio de uma modelagem climática, Sinclair e Watterson (1999) citados por Kobiyama (2006) verificaram que a região Sul do Brasil está propícia a sofrer com um aumento na ocorrência de tempestades severas nos próximos anos.

O desenvolvimento da região sempre esteve muito ligado à mineração do carvão e rizicultura, resultando em um quadro de alta degradação ambiental. Considerada já em 1980 como Área Crítica Nacional através do Decreto Federal Nº 85.206/80, ainda nos dias de hoje é considerada uma das bacias mais poluídas do Brasil (COMASSETTO, 2008).

As ações antrópicas tem prejudicado os serviços ecossistêmicos, como a regulação climática, equilíbrio hidrológico, estabilidade das encostas, reciclagem de nutrientes, qualidade da água, biodiversidade, controle de pragas, doenças e muitos outros (MARENGO, 2007; NOBRE et al., 2008).

De acordo com a Avaliação Ecossistêmica do Milênio, 60% dos serviços ecossistêmicos globais estão em degradação ou sendo utilizados de forma insustentável (MEA, 2005). De fato, estes serviços não estão sendo considerados de forma eficiente nas políticas de desenvolvimento, o que resulta em degradação ambiental e prejuízos à sociedade.

Com vista a preencher as lacunas entre o desenvolvimento econômico e o bem estar social, começa a ganhar notoriedade no início da década de 90 um novo conceito no âmbito global, que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades. Este conceito, denominado Desenvolvimento Sustentável, é sustentado por três pilares: social, econômico e ambiental. Isso significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais.

Para atingirmos um modelo sustentável de desenvolvimento deve haver equilíbrio entre as esferas Social, Econômica e Ambiental. No entanto, o que ainda se observa é uma consideração maior pelo fator econômico, deixando o social e o ambiental para segundo plano. Diante deste fato, Jones-Walters e Mulder (2009) revelam que a sociedade fracassou ao não atribuir valor econômico aos serviços prestados pela natureza.

Os ecossistemas fornecem serviços que afetam a vida das sociedades de forma direta, como a obtenção de água e alimento, e indireta, como a regulação climática. A preservação destes recursos não

pode ser vista como prejuízo pela sociedade, e o uso destes serviços de forma direta ou indireta devem considerar estes custos que, via de regra, ficam a ônus do Estado ou do produtor.

Como alternativa às medidas corretivas de punição a quem tem uma má conduta, definidas pelo Direito Ambiental como princípio do poluidor-pagador, utilizadas em diversas legislações brasileiras, surgem mecanismos em todo o mundo com o objetivo de beneficiar os proprietários de terra que possuem uma boa conduta preservacionista, dando início a um novo princípio, do provedor-recebedor.

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um mecanismo que vem ganhando destaque nas zonas rurais ao promover preservação ambiental sem prejudicar os produtores. Ele reconhece o valor econômico da proteção de ecossistemas e dos usos sustentáveis e promove um incentivo econômico aos provedores de serviços ambientais, assim como cobra do usuário dos serviços (GUEDES & SEEHUSEN, 2011).

Experiências de destaque, como o caso pioneiro do Programa de Pagamento por Serviços Ambientais da Costa Rica, instituído em 1996 com a Lei Florestal 7.575, tem sido utilizadas como referência para replicações em todo o mundo. Os resultados obtidos pelas políticas ambientais do país, refletidos em uma grande reversão nas taxas de desmatamento e um aumento no PIB, tem despertado o interesse de outras regiões no pagamento por serviços ambientais, mostrando que é possível melhorar a qualidade de vida nas zonas rurais sem prejudicar a economia dos produtores.

O trabalho apresentado pretende contribuir com a capacidade de adaptação a eventos climáticos extremos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá através de uma análise entre a vulnerabilidade da bacia e elementos de experiências de destaque em PSA no âmbito internacional, nacional e estadual. Neste sentido, serão identificados os principais fatores da vulnerabilidade local a eventos climáticos extremos a serem considerados em uma possível proposta de PSA.

A pesquisa insere-se junto ao Projeto *Vulnerability and Adaptation to Climate Extremes in the Americas* – VACEA (Vulnerabilidade e Adaptação a Extremos Climáticos nas Américas, em português), uma iniciativa do *International Development Research Centre* (IDRC), financiado pela *International Research Initiative on Adaptation to Climate Change* (IRIACC), que desenvolver-se-á de 2011 a 2016 em cinco países - Canadá, Argentina, Brasil, Chile e Colômbia. No Brasil, as pesquisas são desenvolvidas na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá.

O Projeto VACEA tem como objetivo melhorar a compreensão da vulnerabilidade das comunidades rurais e indígenas frente às mudanças na variabilidade climática, na frequência e na intensidade dos eventos climáticos extremos, e envolver instituições de governança nos cinco países no fortalecimento de suas capacidades adaptativas para reduzir as vulnerabilidades das comunidades locais.

Este trabalho, insere-se junto ao Tema 1, entre os três grandes temas: 1) Avaliação da Vulnerabilidade Regional; 2) Clima e Variabilidade Agro-Ecológica; e 3) Análise Integrada de Riscos.

O elo brasileiro do Projeto VACEA utiliza-se do Modelo de Governança da Água e do Território para a Sustentabilidade – GATS (SILVA, 2006; FERNANDES NETO, 2010; SANTOS SILVA, 2010). O modelo é desenvolvido em 5 etapas: 1) Acordo Inicial; 2) Economia de Experiência; 3) Comunidade de Aprendizagem; 4) Estratégias de Governança; 5) Avaliação e Prospecção.

Este trabalho insere-se junto a etapa 2, a Economia de Experiência. Tendo em vista que o risco de desastres naturais é função do evento climático e da vulnerabilidade, realizou-se um estudo sobre o histórico de ocorrência de desastres naturais e a vulnerabilidade da bacia. Em seguida, identificaram-se iniciativas de destaque em PSA no âmbito internacional, nacional e estadual a fim de reconhecer prováveis contribuições na redução das vulnerabilidades da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá a eventos climáticos extremos. Com o intuito de propagar os conhecimentos adquiridos neste trabalho, os resultados foram sintetizados em uma cartilha, denominada **Banco de Boas Práticas de Adaptação a Eventos Climáticos Extremos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**.

O Acordo Inicial ocorreu no dia 25 de Abril de 2011, no campus da UFSC em Araranguá/SC, em uma apresentação do Projeto VACEA para lideranças locais, abordando a metodologia de trabalho, as conexões globais, os resultados esperados e o acordo ético, norteado pelas Três Éticas do Desenvolvimento Sustentável: Solidariedade, Sustentabilidade e Cooperação (SILVA, 2008).

Estiveram presentes no Acordo Inicial o Sr. Mariano Mazzuco Neto, Prefeito do Município de Araranguá/SC e representante da Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense (AMESC), Sr. Heriberto Afonso Schmidt, representante da 22ª Secretaria de Desenvolvimento Regional (SDR), Prof. Sérgio Peters, representante do campus UFSC/Araranguá, Prof. Andrei Cavalheiro, representante do campus IFSC/Araranguá, Sr. Ernani Palma Ribeiro Filho, coordenador da Defesa Civil de Araranguá, Sargento Djalma Santos Niles, da Defesa

Civil de Curitiba/SC, Sr. Antônio Sérgio Soares, Presidente do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, Sr. Tadeu Santos, representante da ONG Sócios da Natureza, professores da UFSC/Araranguá, IFSC/Araranguá, UFSC/Florianópolis e da rede de ensino da região, além de representantes do CREA-SC e da sociedade civil.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Contribuir com a capacidade de adaptação a eventos climáticos extremos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Compreender o risco de desastres naturais na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá;
- 2) Identificar iniciativas de destaque em PSA no âmbito global, nacional e estadual;
- 3) Construir um Banco de Boas Práticas de Adaptação a Eventos Climáticos Extremos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá.

3. JUSTIFICATIVA

O presente trabalho justifica-se sobre três argumentos: o científico, que trata da contribuição ao desenvolvimento da ciência; o legal, que trata do embasamento jurídico do trabalho; e o local, que trata da contribuição ao desenvolvimento sustentável local.

3.1 JUSTIFICATIVA CIENTÍFICA

Este trabalho é decorrente do projeto internacional *Vulnerability and Adaptation to Climate Extremes in the Americas – VACEA* (Vulnerabilidade e Adaptação a Extremos Climáticos nas Américas, em português), o qual busca proporcionar novos conhecimentos no fortalecimento das capacidades das instituições de governança e populações rurais no Canadá, Argentina, Brasil, Chile e Colômbia para se adaptar às mudanças na variabilidade do clima e na frequência de eventos climáticos extremos. A linha de pesquisa é direcionada para avaliar a passada, presente e futura exposição, a sensibilidade e a capacidade de adaptação, e aplicar esse novo conhecimento para a concepção de estratégias de adaptação.

Eventos climáticos extremos tem afetado seriamente o Brasil durante os últimos anos. No Brasil subtropical, Groisman et al (2005) e Marengo et al. (2009a) identificaram um grande aumento sistemático da precipitação desde os anos de 1950, o que vem causando enormes prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Diante desta evidência, esta pesquisa procura contribuir com a redução da vulnerabilidade das comunidades da bacia do rio Araranguá a eventos climáticos extremos através do estudo de práticas adaptativas de PSA.

Em 2011, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) lançou um relatório intitulado “Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza”, a fim de contribuir com o processo Rio+20 e esclarecer alguns preceitos básicos sobre o conceito de Economia Verde (PNUMA, 2011). Neste relatório, diante da evidência de um sistema econômico falho, o PNUMA define economia verde como “uma economia que resulta em melhoria do bem-estar da humanidade e igualdade social, ao mesmo tempo em que reduz significativamente riscos ambientais e escassez ecológica”. Em termos mais diretos, são investimentos públicos e privados que reduzem as emissões de carbono e poluição e aumentam a eficiência energética e o uso de recursos, e previnem perdas de biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

Em junho de 2012, no Rio de Janeiro, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, mais conhecida como RIO+20, muito se ouviu falar sobre o conceito de Economia Verde. Apesar de controverso, principalmente no que se refere à falta de uma definição palatável, o documento final oficial da conferência estabelece importantes norteamentos ao Desenvolvimento Sustentável.

No documento “O futuro que queremos”, disponível em português no site do Comitê Facilitador da Sociedade Civil Catarinense para a Rio+20 – www.riomais20sc.ufsc.br – chefes de estado afirmam que:

A economia verde deve contribuir para a erradicação da pobreza e para o crescimento econômico sustentável, reforçar a inclusão social, melhorando o bem estar humano, e criar oportunidades de emprego e trabalho digno para todos, mantendo o funcionamento saudável dos ecossistemas da Terra (Parágrafo 56).

Apoiar-se em um ambiente favorável e no bom funcionamento dos estabelecimentos de todos os níveis, com um papel de liderança para os governos e com a participação de todas as partes interessadas, incluindo a sociedade civil (Parágrafo 58, alínea c).

Avaliamos como essencial a tomada de medidas de urgência locais para eliminar padrões insustentáveis de produção e consumo; para garantir a sustentabilidade ambiental e promover a conservação e o uso sustentável da biodiversidade e dos ecossistemas, a regeneração dos recursos naturais; e promover um crescimento global sustentável, inclusivo e justo (Parágrafo 61).

Os serviços ecossistêmicos possuem grande influência sobre a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos. A provisão de água para consumo humano e agricultura, a estabilização dos solos contra erosão, a reciclagem dos nutrientes para a fertilização do solo, a regulação climática e a disponibilização de alimentos e matérias-primas são apenas alguns dos serviços prestados pela natureza que afetam diretamente a capacidade da comunidade enfrentar uma situação de risco ou desastre (BERGSTRÖM et al, 2011).

As políticas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) vem se mostrando um importante instrumento para a conservação da natureza, na medida em que incentiva condutas positivas através de incentivos financeiros. Ao valorizar os serviços ambientais, criam-se oportunidades a grupos de menor renda dispostos a preservar a natureza, permitindo um “maior equilíbrio entre os encargos e vantagens da preservação ambiental, valorizando, viabilizando e salvaguardando a cultura tradicional das populações locais, gerando-lhes, por conseguinte, mais oportunidades de negócio e renda” (VICENTE, 2012).

Neste contexto, este trabalho pretende contribuir com o avanço nas discussões sobre PSA como prática de adaptação a eventos climáticos extremos a partir da compreensão das vulnerabilidades da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá.

3.2 JUSTIFICATIVA LEGAL

As discussões sobre desenvolvimento sustentável permitiram aberturas para a criação de instrumentos jurídicos (legais) de planejamento e gestão que objetivam auxiliá-lo, incluindo aspectos fundamentais de governança como a participação e o controle social. No Brasil, três unidades de planejamento ganharam destaque: os municípios, com a Lei Federal nº 10.257/2001 – Estatuto da Cidade, as bacias hidrográficas com a Lei Federal nº 9.433/1997 – Política Nacional dos Recursos Hídricos, e as unidades de conservação com a Lei Federal nº 9.985/2000 – Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Em consonância a essa abertura, em 1999 foi aprovada a Lei Federal nº 9.795/1999, instituindo a Política Nacional de Educação Ambiental com o intuito de fornecer auxílio à efetivação do desenvolvimento sustentável. Ao conjunto destas 4 leis denomina-se “Leis Irmãs” do desenvolvimento sustentável (PALAVIZINI, 2006; SILVA & SANTOS SILVA, 2009).

A evolução dos dispositivos legais brasileiros foi acompanhada por outras leis aprovadas seguindo este mesmo movimento: a Lei Federal nº 11.428/2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, a Lei Federal nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, a Lei Federal nº 11.771/2008, que dispõe sobre a Política Nacional de Turismo, a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outras.

Destaca-se ainda a Lei Federal nº 6.938, de 1981, que apesar de ter sido formulada antes deste movimento, institui a Política Nacional do

Meio Ambiente, destinada a orientar a ação dos Governos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios no que se relaciona com a preservação da qualidade ambiental e manutenção do equilíbrio ecológico.

Mais do que punir infratores, estas novas políticas trazem proposições de valorização das boas condutas, instituindo mecanismos de incentivos e benefícios fiscais e financeiros, cobrança e compensação. A Tabela 1, a seguir, apresenta alguns elementos identificados nas leis citadas, relacionados ao tema do trabalho.

Tabela 1 - Leis Relacionadas ao tema do trabalho

Lei	Relação com o tema do trabalho
Lei Federal nº 10.257/2001 – Estatuto da Cidade	Define como uma das diretrizes do uso do solo a ordenação e controle de forma a evitar a exposição da população a riscos de desastres. E estabelece incentivos e benefícios fiscais e financeiros como um dos instrumentos do planejamento municipal.
Lei Federal nº 9.433/1997 – Política Nacional dos Recursos Hídricos	Estabelece como um dos objetivos a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais, e como instrumentos a cobrança pelo uso da água e a compensação a municípios.
Lei Federal nº 9.985/2000 – Sistema Nacional de Unidades de Conservação	Tem como um dos objetivos a valorização econômica e social da diversidade biológica, e estabelece que órgãos ou empresas que se beneficiam da proteção oferecida por uma unidade de conservação para o abastecimento de água ou distribuição de energia devem contribuir financeiramente para a proteção e implementação da unidade.
Lei Federal nº 9.795/1999 - Política Nacional de Educação Ambiental	Recomenda o desenvolvimento de instrumentos e metodologias visando à participação dos interessados na formulação e execução e a montagem de banco de dados e imagens para apoio a estudos e pesquisas.
Lei Federal nº 6.938/1981 - Política Nacional do Meio Ambiente	Estabelece como um dos objetivos a imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

Entre as leis diretamente relacionadas ao trabalho está o Projeto de Lei nº 792/2007 - Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, a Lei Estadual Nº 15.133/2010 – Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, o Projeto de Lei nº 3.134/2008 - Programa Nacional de Recuperação e Conservação da Cobertura Vegetal, a Lei Federal nº 12.187 – Política Nacional sobre Mudança do Clima, a Lei Estadual nº 14.675/2009 - Código Estadual do Meio Ambiente, a Lei Estadual nº 14.829 - Política Estadual sobre Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina, Lei Federal nº 12.114/2009 - Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e a Lei Federal nº 12.512/2011 - Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais.

3.3 JUSTIFICATIVA LOCAL

Santa Catarina vem sofrendo grandes danos e prejuízos por conta de eventos climáticos extremos. Em 1983, um El Niño provocou chuvas e enchentes intensas, gerando prejuízos econômicos por volta de 1,1 bilhão de dólares para o Estado. No ano de 2004, Araranguá é epicentro do primeiro furacão documentado no oceano Atlântico Sul, conhecido como Furacão Catarina, que causou prejuízos na ordem de 1 bilhão de dólares. Em novembro de 2008 fortes chuvas provocam deslizamentos e inundações, afetando 1,5 milhão de pessoas, resultando em 120 mortes (MARENGO et al., 2009b).

A degradação ambiental da bacia do rio Araranguá, principalmente devido aos processos de urbanização, rizicultura e mineração, interferem diretamente sobre a vulnerabilidade e, conseqüentemente, no risco de desastres naturais, provocando erosão do solo, alteração do equilíbrio hidrológico, perda de biodiversidade, poluição hídrica, entre muitos outros problemas.

Diante deste contexto, a população urge por práticas adaptativas a fim de reduzir o risco de desastres naturais. Iniciativas de PSA tem obtido grandes resultados em todo o mundo com uma proposta de compensação aos provedores de serviços ecossistêmicos, que beneficiam a toda uma população. Esta proposta de trabalho pretende reconhecer a vulnerabilidade da bacia do rio Araranguá a eventos climáticos extremos a fim de identificar elementos determinantes na proposição de uma estratégia adaptativa de PSA, contribuindo com a redução do risco de desastres naturais sem prejudicar a subsistência das populações dependentes dos serviços ambientais.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá situa-se no litoral sul do estado de Santa Catarina, integra o sistema da Vertente Atlântica do estado e a 10ª região hidrográfica catarinense, cujas águas têm sua foz no oceano Atlântico. Possui como divisores a bacia do rio Mampituba ao sul, as bacias dos rios Tubarão e Urussanga ao norte, as escarpas da Serra Geral ao oeste e o oceano Atlântico a leste (ADAMI & CUNHA, 2011; COMASSETTO, 2008; SANTA CATARINA, 1997).

Esta bacia abrange uma área total de 2.955,94 km² e corresponde a 3,0% do território catarinense. Entre os municípios que se encontram dentro dos limites da bacia estão: Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Forquilha, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Nova Veneza, Treviso, Urussanga, Siderópolis, Morro Grande e Timbé do Sul (ADAMI & CUNHA, 2011; COMASSETTO, 2008).

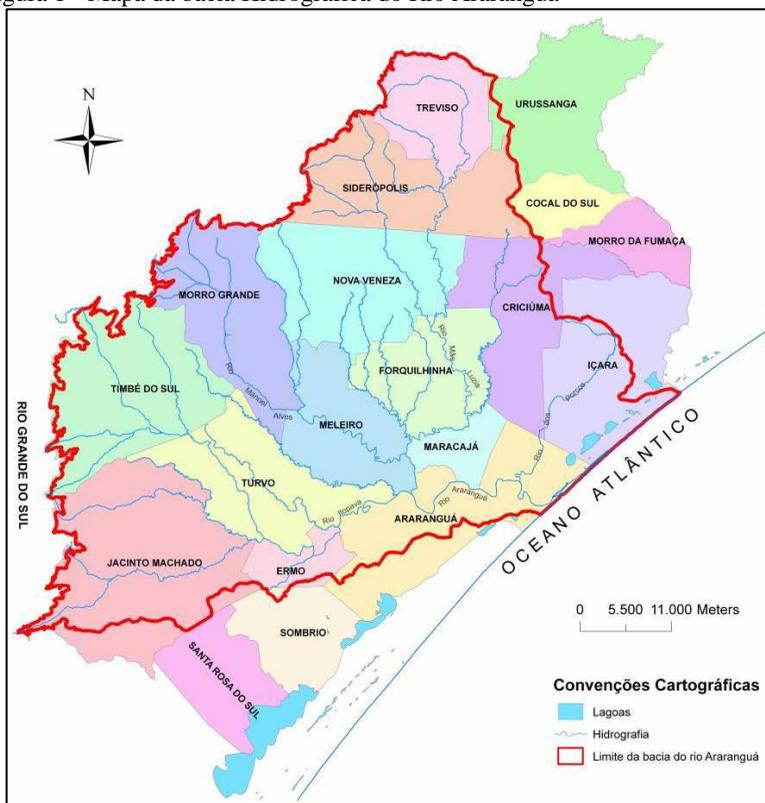
A água sempre esteve fortemente relacionada às atividades comerciais da região e, por isso, a ocupação na área da bacia é mais acentuada próxima aos rios e lagoas (ADAMI & CUNHA, 2011).

De acordo com o IBGE (2010), a população total dos municípios que integram a bacia é de 431.171 habitantes, o que corresponde a 7,0% da população do estado de Santa Catarina.

Observa-se que na ocupação da bacia do Araranguá, 6 municípios pertencem politico-administrativamente à Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC) - Criciúma, Forquilha, Içara, Nova Veneza, Siderópolis e Treviso - e 8 deles à Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense (AMESC) - Araranguá, Ermo, Jacinto Machado, Maracajá, Meleiro, Morro Grande, Timbé do Sul e Turvo (COMASSETTO, 2008).

A cobertura florestal originária da região sul de Santa Catarina é de Floresta Ombrófila Densa (TEIXEIRA et al., 1986 citado por GOULART et al., 2005). Entretanto, esta vegetação foi, em sua grande maioria, substituída pela agropecuária, urbanização e por vegetação secundária decorrente do desmatamento para diversos usos, como lenha, construção civil, entre outros.

Figura 1 - Mapa da bacia Hidrográfica do Rio Araranguá



Fonte: ADAMI & CUNHA (2011).

De acordo com Dantas et al. (2007), a bacia apresenta as seguintes unidades geomorfológicas: Planalto dos Campos Gerais, Escarpa da Serra Geral, Espigões da Escarpa da Serra Geral, Depressão da Zona Carbonífera Catarinense, Cristas e Mesas da Zona Carbonífera Catarinense, Baixada Alúvio-Coluvionar e Planície Costeira.

Estes compartimentos se alternam numa curta extensão, das nascentes até a foz do rio, produzindo desníveis muito acentuados, de mais de 1.000 metros em cerca de 60 km (GOULART et al., 2005).

Scheibe et al. (2003) identificam três subsistemas distintos na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá: 1) Subsistema da Serra Geral; 2) Bacia Carbonífera de Santa Catarina; e 3) Rizicultura Irrigada (Planície Aluvial).

O Planalto dos Campos Gerais é caracterizado por topografia plana a suavemente ondulada, levemente dissecada em colinas amplas e suaves com desnivelamentos inferiores a 40 metros e uma densidade de drenagem muito baixa. Predominam Cambissolos Brunos Húmicos com pouca espessura, representando baixa aptidão agrícola (DANTAS et al., 2007).

Como as demais bacias da vertente atlântica, as nascentes estão, em sua maioria, localizadas no topo ou nas encostas da Serra Geral, em altitudes de até 1400 m (SANTA CATARINA, 1997).

Observa-se que na Escarpa da Serra Geral a declividade é bastante acentuada. Os solos são rasos e pedregosos, e sua fertilidade depende da rocha de origem. Por conta da altitude elevada ocorrem temperaturas baixas e chuvas localizadas. Os relevos inclinados, os solos rasos e as chuvas intensas na serra favorecem a ocorrência de vazões acentuadas nos rios, que podem atingir seus picos em uma ou poucas horas e escoar rapidamente. O grande contraste de altitude é notável, sendo toda a área central da bacia em relevo de planície (ADAMI & CUNHA, 2011).

Todo o cenário imponente da escarpa da Serra Geral é esculpido por vales profundos em “V”. Apesar da declividade e da baixa espessura de solo, a alta umidade permite o desenvolvimento de uma vegetação de porte florestal. Esta característica torna a região muito susceptível a movimentos de massa, destacando-se deslizamentos rasos translacionais no contato solo-rocha durante eventos climáticos de extrema pluviosidade, como o ocorrido no desastre natural de dezembro de 1995 (DANTAS et al., 2007).

Figura 2 - Vale do rio Pinheiro, no município de Jacinto Machado, após os deslizamentos de terra de dezembro de 1995



Fonte: PELLERIN (1996) citado por HERRMANN (2007).

O domínio geológico das áreas mais altas e íngremes da bacia é proveniente de efusões de magma basáltico, sendo formado por rochas pouco permeáveis. Com isso, tem-se a seguinte situação: área com gradiente de declive muito elevado, rocha pouco permeável, somado aos altos índices pluviométricos da região, resulta na formação de fluxo torrencial nas encostas e rios, que vai ocasionar inundação brusca quando essa torrente ganha a planície aluvial (NILES, 2009).

A vegetação próxima a Serra Geral é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa Montana e Submontana, com espécimes de até 20 metros de altura, rica em espécies de árvores, arvoretas e epífitos. Com belezas cênicas destacadas pelas escarpas, vertentes vertiginosas e *canyons* profundos, a região dos aparados da serra apresenta um dos fragmentos mais extensos da Mata Atlântica no sul do Brasil (ADAMI & CUNHA, 2011; DANTAS et al., 2007).

A bacia Carbonífera situa-se no norte da bacia do rio Araranguá, onde se localizam os municípios de Criciúma, Içara, Forquilha, Nova Veneza, Siderópolis e Treviso, abrangendo parte da sub-bacia do rio Mãe Luzia. O relevo é formado por colinas e morros de baixa amplitude, com média a alta densidade de drenagem, situados no sopé da escarpa da Serra Geral, onde predominam solos profundos de baixa fertilidade natural. A região é caracterizada principalmente pela exploração de carvão e depósito de rejeitos piritosos, além da presença de outras atividades industriais (agroindústrias, metalúrgicas, cerâmica, vestuário, tintas, plásticos e esmaltes) e agropecuárias (fumo, milho, arroz, feijão, banana, bovinocultura e avicultura) (COMASSETTO, 2008; GOULART et al., 2005).

De acordo com Dantas et al. (2007), o subsistema Rizicultura Irrigada (Planície Aluvial) é formado por duas subunidades: “Unidade Planícies Fluviais” e “Unidade Leques Aluviais”.

A Unidade Planícies Fluviais, presente desde os setores próximos às nascentes até o baixo vale dos cursos d’água, constitui-se de extensas áreas relativamente planas, formadas por depósitos de materiais oriundos das vertentes basálticas. Os solos decorrentes da alteração destes depósitos são férteis, podendo ser classificados como terra roxa estruturada e muito utilizados para fins agrícolas, especialmente para o plantio de arroz. Nesta unidade ocorrem também materiais de granulometria mais fina que se depositam no baixo vale dos rios em forma de argila, muito utilizada para a cerâmica vermelha (DANTAS et al., 2007; GOULART et al., 2005).

Na Unidade Leques Aluviais predominam solos jovens com boa aptidão agrícola, decorrentes de eventos erosivo-deposicionais, terrenos

planos e com boa fertilidade natural. As atividades agropastoris são dominantes, com franco predomínio da rizicultura, associado com cultivos de fumo e azevém nas suaves elevações melhor drenadas. Observam-se na paisagem apenas restritos capões de mata isolados (DANTAS et al., 2007).

Na Planície Costeira os rios apresentam grandes volumes de seixos rolados descolados das encostas da serra pelas chuvas. Como os leitos dos rios são rasos, as planícies sofrem periodicamente com inundações (ADAMI & CUNHA, 2011).

Nas áreas com altitudes de 5 a 30 metros, ao longo das planícies próximas aos rios, de antigas lagoas e do mar, que são áreas sujeitas a inundações periódicas, se desenvolve a vegetação da Formação das Terras Baixas. Nesta formação, a vegetação se caracteriza por árvores com até 20 metros de altura, formando copas grandes e densamente fechadas, adaptadas aos solos arenosos ou turfosos, com variação na umidade e nos nutrientes.

Nesta região, onde são encontrados solos mais novos originados de sedimentos arenosos e marinhos, desenvolveu-se vegetação da Formação Pioneira de Influência Marinha (Restingas). Esta vegetação ocupa grandes extensões do litoral sobre dunas e planícies. Inicia-se junto à praia, com gramíneas, ciperáceas e outras espécies herbáceas e, adquire, gradativamente, maior porte à medida que se afasta da praia. Atualmente, esta formação encontra-se muito devastada pela urbanização (ADAMI & CUNHA, 2011).

Na faixa próxima ao litoral da bacia do rio Araranguá, desenvolveu-se um ambiente dinâmico, que permitiu a formação de lagoas litorâneas, dispostas como um rosário, muitas delas que se intercomunicam por meio de rios ou sangradouros. Entre algumas lagoas da bacia estão a do Rincão, da Serra, Esteves, Faxinal, do Bicho, Sombrio e Mãe Luzia. Sobre estes depósitos, considerados como solos arenosos, ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes, desenvolvem-se grandes áreas de cultivo de arroz (ADAMI & CUNHA, 2011; GOULART et al., 2005).

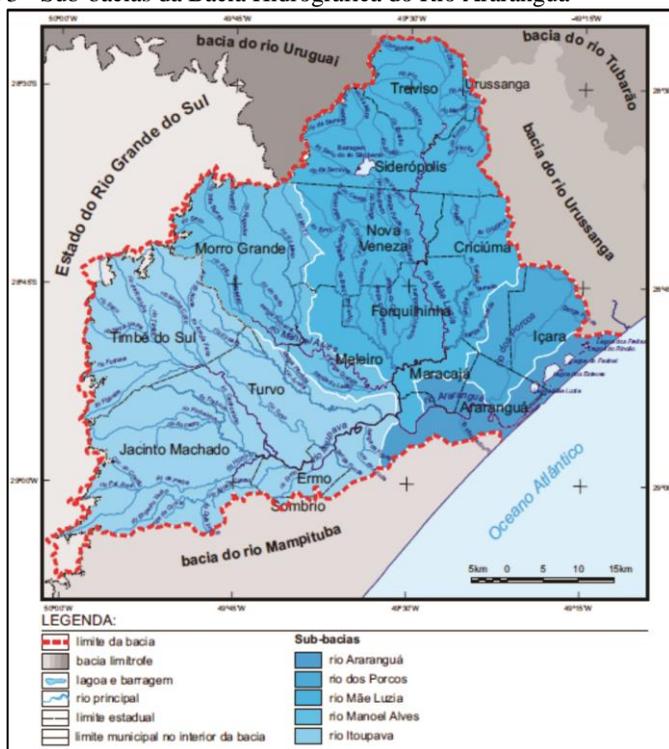
Os solos, de maneira geral, são menos férteis quanto mais próximos da Serra Geral, devido principalmente à espessura, ou seja, sua proximidade com a rocha. Sendo assim, as áreas de maior altitude devem receber cuidados no manejo do solo para a agricultura (ADAMI & CUNHA, 2011).

A bacia do rio Araranguá é dividida em cinco sub-bacias: rio Mãe Luzia, Manoel Alves, Itoupava, dos Porcos e Baixo Araranguá (Figura 3). Em sua totalidade, apresenta uma ampla e densa rede de drenagem,

estimada em 1,95 km de rio a cada km² da bacia, com 5.021 km de cursos d'água. O rio Araranguá é formado pela confluência dos rios Mãe Luzia e Itoupava, e próximo a sua foz recebe um importante afluente, o rio dos Porcos. Entre os demais rios importantes para a bacia do Araranguá estão: Amola Faca, Jundiá, Cachorrinho, Engenho Velho, Figueira, Rocinha, Manoel Alves, Sanda do Coqueiro, Turvo, Sangão, Fiorita e São Bento (SANTA CATARINA, 1997).

A mesobacia do rio dos Porcos é considerada muito sinuosa, a do rio Mãe Luzia como sinuosa, do rio Itoupava como reto e a foz do rio Araranguá como divagante, enquanto o tempo de concentração são, respectivamente, 67,88 h, 165,66 h, 146,73 h e 64,48 h. Pelo fator de forma, a mesobacia do rio dos Porcos tem maior tendência a enchentes, seguida das mesobacias do rio Mãe Luzia, rio Itoupava e foz do rio Araranguá (SANTA CATARINA, 1997).

Figura 3 - Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá



Fonte: ADAMI & CUNHA (2011).

A sub-bacia do rio Araranguá abrange apenas o trecho final da bacia, junto a sua foz com o oceano. O rio Araranguá apresenta um padrão de canal meândrico com trechos retilíneos e consiste num típico rio de planície com gradiente do canal extremamente baixo. A densidade de drenagem é muito baixa, sendo que os terrenos planos da baixada são cortados por poucos canais (DANTAS et al., 2007).

O rio Itoupava é um dos formadores do rio Araranguá, e sua sub-bacia abrange uma ampla área da bacia, onde se desenvolve uma expressiva zona de rizicultura. Seu vale é preenchido por extensas planícies fluviais, com densidade de drenagem muito baixa e padrão meândrico. Suas cabeceiras drenam a escarpa da Serra Geral, com um padrão de drenagem treliça a retangular, gradientes elevadíssimos e alta densidade de drenagem, evidenciando um nítido controle estrutural da rede de canais. O gradiente dos canais é bastante elevado no sopé das vertentes íngremes da Serra Geral. Já no médio-baixo curso instala-se um padrão de canal entrelaçado. Este rio entrelaçado vem gradando à jusante para um padrão de canal anastomosado e, a medida em que tais canais dissipam sua energia na planície, assumem um padrão meândrico (DANTAS et al., 2007).

O rio Mãe Luzia, um dos principais rios da bacia do Araranguá, drena grande parte da Bacia Carbonífera de Criciúma. Apresenta um típico padrão de canal meândrico, sujeito a variações locais ao longo do perfil longitudinal do canal. À montante de Treviso, no alto curso da sub-bacia, o rio apresenta um padrão retilíneo, devido ao aumento do gradiente do canal. O médio curso, entre a confluência do rio Fiorita e a localidade de Treviso, apresenta-se bastante poluído e assoreado, resultante do impacto da atividade de mineração de carvão. No trecho a montante de Nova Veneza, a bacia de drenagem apresenta um padrão dendrítico com média densidade, onde o rio Mãe-Luzia serpenteia por entre um ambiente de colinas e morros com desnivelamentos que variam entre 50 e 120 metros. Já no seu baixo curso, entre a desembocadura e a localidade de Nova Veneza, o rio exhibe padrão meândrico intercalado com seções de canal retilíneas e notáveis cotovelos de drenagem, apresentando uma bacia com padrão dendrítico e baixa densidade, percorrendo os amplos terrenos aplainados dos leques aluviais, e um baixo gradiente de canal (DANTAS et al., 2007).

O rio dos Porcos apresenta um padrão meândrico de alta sinuosidade, em parte retificado no seu baixo curso, onde ocupa uma vasta planície flúvio-lagunar mal drenada. No médio-alto curso, este rio percorre por um relevo colinoso de baixa amplitude topográfica situado ao sul da cidade de Criciúma, apresentando restrita sedimentação

aluvial. O gradiente do canal é muito baixo, e a bacia apresenta uma média densidade de drenagem, com padrão dendrítico (DANTAS et al., 2007).

A forma da bacia do rio Araranguá é retangular, mais alongada no eixo nordeste-sudoeste, o que confere certa suscetibilidade a cheias, pois muitos rios afluentes nas encostas da Serra Geral convergem para apenas alguns canais, como o Mãe Luzia, o Manoel Alves, o Amola Faca e o Rio da Pedra, sendo que o fluxo de todos eles se reúne no trecho final denominado Araranguá.

De acordo com Niles (2009), as chuvas que atingem as regiões mais altas da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá interferem nas cheias dos rios da planície costeira, mesmo não tendo havido precipitações significativas no baixo vale. Apesar da planície costeira ser composta de depósitos inconsolidados ou fracamente consolidados de areia, silte, argila ou conglomerados - materiais de fácil permeabilidade - o lençol freático está muito próximo da superfície, o que não permite a infiltração da água.

Na região da planície costeira é bastante comum observar rios alterando seus cursos. Este fato deve-se à grande declividade das escarpas da Serra Geral que, em épocas de fortes chuvas, carregam uma grande quantidade de sedimentos às áreas mais baixas, acumulando e impedindo a passagem da água (NILES, 2009).

De acordo com Niles (2009), os eventos de inundação na planície costeira da bacia recebem forte influência das chuvas que ocorrem nas cabeceiras, principalmente na sub-bacia do Itoupava. Sendo assim, é de extrema importância a existência de um sistema de monitoramento e alerta eficiente em toda a bacia, permitindo identificar chuvas localizadas e adotar medidas de precaução, como a retirada das famílias em áreas de risco.

Outro fator natural que influencia na dinâmica hidrológica da bacia são os ventos de leste que, principalmente em situações de maré alta, podem provocar ou agravar os episódios de inundações e enchentes (NILES, 2009).

O cruzamento de todas as variáveis, tais como a alta precipitação na Serra Geral, relevos com grandes amplitudes altimétricas e forte inclinação, baixa permeabilidade dos terrenos, existência de extensa planície, presença de marés astronômicas e meteorológicas na foz, sazonalidade das culturas que ocupam o solo, resulta numa grande e susceptível área inundável na bacia do rio Araranguá (NILES, 2009).

De acordo com o Atlas Climatológico do estado de Santa Catarina (2002), a bacia do rio Araranguá apresenta um clima

mesotérmico, sem estação seca distinta definida, pois não há índices pluviométricos mensais inferiores a 60mm. Quanto à altitude da região, o clima se distingue por subtipo de verão.

Segundo Santa Catarina (1997), a bacia do rio Araranguá apresenta umidade relativa do ar variando em torno de 80% e a insolação de 2.000 a 2.200 horas anuais. A temperatura média anual varia entre 19,0° e 20,5°C, enquanto a temperatura média das mínimas varia entre 14,0° e 15,7°C e das máximas entre 24,6° e 25,5°C. A precipitação total anual na bacia varia entre 1.100 e 2.100 mm, e a quantidade de dias com chuvas no ano pode variar de 98 a 150 dias. De acordo com análises realizadas por Monteiro (2007), os meses mais chuvosos são janeiro e fevereiro, enquanto os de menor pluviosidade são abril, maio, junho e julho.

A dinâmica existente entre os dois compartimentos da bacia - a Serra Geral e a planície costeira – representada pelo relevo, a altitude, a continentalidade e a maritimidade, é o fator que apresenta maior interação com os sistemas atmosféricos, tornando-os estáveis ou instáveis. Os sistemas produtores de chuva, que se deslocam, geralmente, de sudoeste para nordeste são bloqueados pelo efeito orográfico das serra. As escarpas funcionam como barreira para o ar úmido vindo do oceano, o que provoca sua condensação e precipitação (NILES, 2009; HERRMANN, 2007).

De acordo com Monteiro (2007), a precipitação da bacia aumenta do inverno para o verão. No outono as precipitações registradas estão associadas mais a passagem de frentes frias do que a chuvas convectivas (causadas pelo calor diurno). Na passagem do outono para o inverno a precipitação aumenta na Serra Geral e diminui intensamente na faixa litorânea. Este comportamento deve-se ao sentido de deslocamento das frentes frias, que normalmente ocorre no sentido sudoeste-nordeste. Na primavera, entre os meses de setembro e novembro, o volume de precipitação aumenta em todas as áreas da bacia do rio Araranguá. No mês de novembro o tempo fica mais estável, com a diminuição do volume mensal de chuvas em relação aos meses de setembro e outubro.

Em Santa Catarina, os tempos instáveis ocorrem, via de regra, associados às frentes frias, aos vórtices ciclônicos, aos cavados em baixos, médios e altos níveis atmosféricos, às baixas pressões em superfície, aos complexos convectivos de mesoescala, à convecção tropical, à Zona de Convergência do Atlântico Sul e aos jatos em médios e altos níveis (HERRMANN, 2007).

Quando uma intensa baixa pressão formada em altitude atua no verão há aumento significativo da convecção tropical, o que favorece a

ocorrência de temporais com chuva forte em curto espaço de tempo, ventos com rajadas fortes e granizo. Esse fenômeno, via de regra, ocorre sobre o litoral, possivelmente devido à presença da Serra Geral, já que nesta época do ano está associado aos efeitos orográficos. Esse tipo de tempo resulta em inundações bruscas, assoreamento e mesmo escorregamentos, principalmente quando o solo já se encontra úmido de chuvas anteriores (SILVA DIAS e MARENGO, 2002).

As primeiras massas de ar frio geralmente começam a chegar ao estado no início do outono. Entretanto, nessa época do ano é também comum a formação de bloqueios atmosféricos que impedem o avanço das frentes frias para menores latitudes. O rompimento do bloqueio atmosférico ocorre quando uma massa de ar frio de forte intensidade cruza os Andes, avançando pelo Sul do Brasil. Geralmente está associada a um ciclone extratropical, ocasionando temporais com trovoadas e fortes ventos. Como a massa de ar frio que vem na retaguarda da frente fria é muito intensa, provoca queda significativa na temperatura, favorecendo episódios de geadas nas áreas mais altas do Estado. O forte gradiente de pressão ocasiona ventos intensos sobre o oceano, o que resulta na agitação marítima, favorecendo o fenômeno das marés de tempestade (ressacas) em alguns pontos do litoral catarinense. Essa situação sinótica, embora ocorra no outono e início da primavera, é mais comum no trimestre junho-julho-agosto (MONTEIRO e FURTADO, 1995).

A ocorrência do Fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) frequentemente altera a dinâmica climática do estado de Santa Catarina, tanto em sua fase positiva (El Niño), quanto negativa (La Niña). Sobre influência de El Niño, a região sul do Brasil costuma apresentar excesso de chuvas. Já em épocas de La Niña, há ocorrência de estiagens. O ENOS, ao atuar no ritmo de deslocamento das frentes, também influencia nas temperaturas, que tendem a apresentarem-se mais altas em anos de El Niño e mais baixas em anos de La Niña. Sendo assim, esses fenômenos frequentemente estão associados aos eventos climáticos extremos e, conseqüentemente, à ocorrência de desastres naturais (HERRMANN, 2007).

Ao longo da história, eventos climáticos têm afetado seriamente a Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, ocasionando frequentes desastres naturais. As áreas de instabilidades intensas, geralmente ocasionam vendavais, granizos, inundações bruscas e tornados. As inundações graduais normalmente acontecem quando um sistema atmosférico fica estacionado durante algum tempo sobre uma determinada região, ocasionando chuvas contínuas e, conseqüentemente, aumentando os

riscos de escorregamentos por conta da saturação do solo. As marés de tempestades (ressacas) e os vendavais também podem ser ocasionados pela aproximação de ciclones extratropicais. Já as estiagens são ocasionadas pela ausência de instabilidades, principalmente pela presença da massa tropical continental (quente e seca), gerando escassez de precipitação pluviométrica (HERRMANN, 2007).

A Tabela 2 apresenta as atividades econômicas predominantes na bacia do rio Araranguá de acordo com o uso do solo.

Tabela 2 - Atividades Econômicas e Uso do Solo na Bacia do Rio Araranguá

Município	Sub-bacia	Uso do Solo	Atividades Econômicas Predominantes
Ermo	Rio Itoupava	Agricultura Pastagem Reflorestamento	Cultivo de arroz e banana, seguido de milho, feijão e fumo, em menor escala
Jacinto Machado			
Timbé do Sul			
Turvo			
Morro Grande	Rio Manuel Alves	Agricultura Pastagem Reflorestamento	Cultivo de arroz e banana, seguido de milho, feijão e fumo, em menor escala
Meleiro			
Criciúma	Rio Mãe Luzia	Agricultura Rejeitos de Carvão Urbanização	Agroindústria; Indústrias de Exploração Mineral, Metal-Mecânica, Vestuários e Plásticos
Forquilha			
Maracajá			
Nova Veneza			
Siderópolis			
Treviso			
Içara	Rio dos Porcos	Agricultura Urbanização Exploração Mineral	Agricultura Turismo Pesca
Araranguá			
Criciúma			
Araranguá	Rio Araranguá	Agricultura Urbanização Exploração Mineral	Agricultura Turismo Pesca
Maracajá			
Içara			

Fonte: ADAMI & CUNHA (2011).

A atividade econômica que mais contribui aos municípios de Siderópolis e Treviso é a indústria extrativa de carvão. Em Forquilha, destacam-se a mineração e a indústria de alimentos. Já em Nova Veneza, apesar de localizado na parte norte da bacia do Araranguá, o movimento econômico não depende diretamente da exploração do carvão, por apresentar o setor secundário diversificado: alimentos, vestuário, metalomecânico e produtos minerais não-metálicos. Apesar de Criciúma e Içara terem o setor terciário como maior contribuinte, o setor secundário assume destacada importância socioeconômica, com grande diversidade de atividades industriais, principalmente: alimentos, artigos de borracha, plástico, cerâmica, vestuário, metal-mecânico e produtos químicos. Os municípios de Maracajá e Araranguá possuem os serviços voltados ao comércio varejista e atacadista e de transportes (COMASSETTO, 2008).

A relação entre o PIB municipal e a distribuição da renda reflete a desigualdade social da região que, junto a altos índices de pobreza e desemprego, tornam as populações mais vulneráveis a desastres naturais por conta do baixo poder econômico para contornar situações adversas. A dependência econômica da agropecuária é outro fator determinante pois, em caso de desastres naturais, estas famílias podem sofrer danos e prejuízos nas condições de vida e na fonte de renda, aumentando ainda mais suas vulnerabilidades.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 VULNERABILIDADE A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Eventos climáticos extremos, como chuvas intensas, vendavais, furacões, marés meteorológicas e grandes secas, tem se tornado cada vez mais comum no Brasil e no mundo, causando inúmeros danos e prejuízos às populações vulneráveis (MARENGO et al., 2009b).

A vulnerabilidade pode ser entendida como a susceptibilidade, ou risco, a um perigo que ocorre sobre uma população ou lugar (SILVA et al., 2010). De acordo com Cardona et al. (2005), a vulnerabilidade representa a suscetibilidade ou predisposição física, política ou social de uma comunidade a um desastre de origem natural ou antropogênica.

A vulnerabilidade reside na interação entre os elementos físicos e sociais. Em alguns lugares, a vulnerabilidade física pode ser bastante elevada (por exemplo, nas zonas costeiras), mas se a população residente for rica, com recursos consideráveis para a preparação para e resposta a desastres (o que equivale a menor vulnerabilidade), a comunidade será capaz de se recuperar rapidamente (Cutter et al., 2003).

De forma semelhante, o IPCC (2007) define:

Vulnerabilidade é o grau de susceptibilidade de um sistema, ou sua incapacidade de lidar com os efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo a variabilidade e os extremos (IPCC, 2007).

Eventos climáticos extremos são processos ou fenômenos naturais que ocorrem na biosfera. Quando estes fenômenos atingem áreas ou regiões habitadas, causando-lhe danos, passam a ser chamados de *desastres naturais* (TOMINAGA et al, 2009; KOBAYAMA, 2006).

Um evento climático só se constitui uma ameaça na possibilidade causar danos a população. Resultam da relação de diversos fatores que impactam de diferentes formas as populações. Sendo assim, não são meramente produtos da natureza, mas construídos socialmente. “Nisto reside a importância e a inseparabilidade das dimensões social e espacial da vulnerabilidade” (ALVES & OJIMA, 2008).

O *risco* é a probabilidade de ocorrer danos e prejuízos (as pessoas, bens, atividades econômicas e ao meio ambiente) resultantes da interação entre os *perigos naturais* ou induzidos pelos homens e as condições de *vulnerabilidade* de um sistema social. É função das condições física, social, econômica e ambiental. Neste contexto, muitos

estudos tem utilizado a fórmula $RISCO = PERIGO \times VULNERABILIDADE$, para mensurar a suscetibilidade de um sistema a ocorrência de danos e prejuízos (CARDONA et al, 2005; CEPED, 2012; UNDP, 2004; UNISDR, 2004).

Para reduzir os riscos de desastres é necessário atuar sobre a relação entre os seus componentes: perigo e vulnerabilidades. Nesta perspectiva, as pessoas ou locais mais vulneráveis são os mais expostos a situações de risco, mais sensíveis a estas situações e com menor capacidade de se recuperar (IPCC, 2007; ALVES & OJIMA, 2008).

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em seu relatório “*Reducing disaster risk: a challenge for development*” (UNDP, 2004), desenvolveu um índice que permite mensurar e comparar níveis relativos de exposição, vulnerabilidade e risco de desastres naturais, denominado DRI – *Disastres Risk Reduction*.

Para o PNUD, risco é conceituado como a probabilidade de ocorrer morte em um desastre natural, dependendo da exposição física e da vulnerabilidade. A exposição é expressa pelo número médio de pessoas que vivem em áreas frequentemente atingidas por desastres naturais. A vulnerabilidade é definida por uma combinação de variáveis que tornam uma população menos hábil para absorver o impacto de um evento perigoso e se recuperar (UNDP, 2004).

O DRI calcula o risco médio de morte por país em desastres de grande e média escala associados com terremotos, ciclones tropicais e inundações, com base em dados de 1980-2000. A metodologia é desenvolvida em 3 etapas. Primeiro calcula-se a exposição, expressa pelo número médio de pessoas que vivem em áreas frequentemente atingidas por desastres naturais. A exposição não é um fator de vulnerabilidade, mas sim uma condição *sine qua non* para ocorrer um desastre. Se não existirem pessoas expostas à ocorrência de eventos perigosos, não há risco de morte humana (UNDP, 2004).

A relação entre a exposição e a vulnerabilidade é o que torna populações mais ou menos susceptíveis ao risco. Os registros históricos da ocorrência de mortes em desastres naturais em determinada região, por si só, manifestam a existência de exposição física e vulnerabilidade. O número total de mortes por cada tipo de desastre natural em cada país é denominado *risco manifesto*. Sendo assim, na segunda etapa, calcula-se a vulnerabilidade relativa, dividindo o número de mortes já registradas, pelo número de pessoas expostas (UNDP, 2004).

Por fim, o risco manifesto é analisado para cada tipo de desastre natural sobre um conjunto de 26 variáveis sociais, econômicas e ambientais por meio de modelos de regressão múltipla logarítmica,

permitindo identificar variáveis correlacionadas com o risco de morte, ou seja, as relações de causa (Tabela 3).

Tabela 3 – Indicadores de vulnerabilidade presentes no DRI

Categoria	Variável
Econômica	PIB per capita corrigido pela paridade de poder de compra
	Índice de Pobreza Humana
	Pagamentos de serviços de dívida como percentual das exportações de bens e serviços
	Inflação anual
	Desemprego
Tipo de atividade econômica	Terra arável
	Terra arável e com culturas permanentes
	População urbana
	Dependência da agricultura
	População ocupada no setor agrícola
Dependência e qualidade do meio ambiente	Cobertura florestal
	Degradação do solo induzida por atividades humanas
Demografia	Crescimento populacional
	Crescimento da população urbana
	Densidade populacional
	Razão de dependência
Saúde e saneamento	População total com acesso a água potável
	População urbana com acesso a água potável
	População rural com acesso a água potável (Total, Urbana, Rural)
	Médicos por mil habitantes
	Número de leitos hospitalares
	Expectativa de vida ao nascer para ambos os sexos
	Taxa de mortalidade de 0 a 5 anos
Capacidade de alerta preventivo	Rádios por mil habitantes
Educação	Taxa de analfabetismo
Desenvolvimento	Índice de Desenvolvimento Humano

Fonte: UNDP (2004).

Em regiões populosas, eventos climáticos atingem um grande número de pessoas, causam maiores prejuízos na infraestrutura e na vida da população. Em áreas densamente povoadas é comum a disputa por território, incumbindo às populações mais pobres a ocupação em áreas de risco, como planícies de inundação e terrenos de relevo íngreme (ADGER et al, 2004; GOERL et al, 2011; UNDP, 2004).

A urbanização é o processo de concentração da população em zonas urbanas, sendo assim, é o principal causador do aumento da densidade demográfica, podendo resultar em ocupações irregulares, degradação ambiental, retificação de rios, aumentar a dependência financeira da população, a incidência de doenças. Estas características influenciam diretamente a magnitude dos desastres naturais e, conseqüentemente, a capacidade de enfrentamento e resiliência dos municípios (UNDP, 2004).

Construção de edificações, estradas e infraestrutura, resultantes principalmente do processo de urbanização, provocam a impermeabilização do solo, bloqueando a infiltração, acumulando a água na superfície e escoando-a diretamente para os rios, aumentando rapidamente seu nível (KOBAYAMA, 2006).

O processo de expansão urbana se verifica, muitas vezes, em áreas de risco, sujeitas a inundações e/ou encostas íngremes, com riscos de escorregamentos. A ocupação de áreas de nascentes e o desmatamento da vegetação natural tornam o solo desprotegido, facilitando a erosão e o escoamento superficial e, portanto, impedindo a infiltração da água da chuva. Os leitos dos rios que percorrem as áreas urbanizadas geralmente estão retificados ou canalizados, tornando o escoamento mais rápido e concentrado, ocasionando transbordamentos (HERRMANN, 2007).

Com a intensificação dos processos de urbanização e, conseqüentemente, da densidade populacional, os mesmos eventos hoje atingem um número muito maior de pessoas, resultando em danos de grande magnitude, colocando famílias em risco, destruindo estradas, casas e gerando prejuízos na agricultura.

A taxa de analfabetismo reflete a importância do nível educacional na vulnerabilidade a desastres naturais da população. A capacidade de ler, compreender, raciocinar e fazer contas é fundamental na tomada de decisões em situações de risco. O acesso à educação também pode significar maior capacidade de engajamento da população, fator determinante para a capacidade de enfrentamento e adaptação a eventos climáticos extremos.

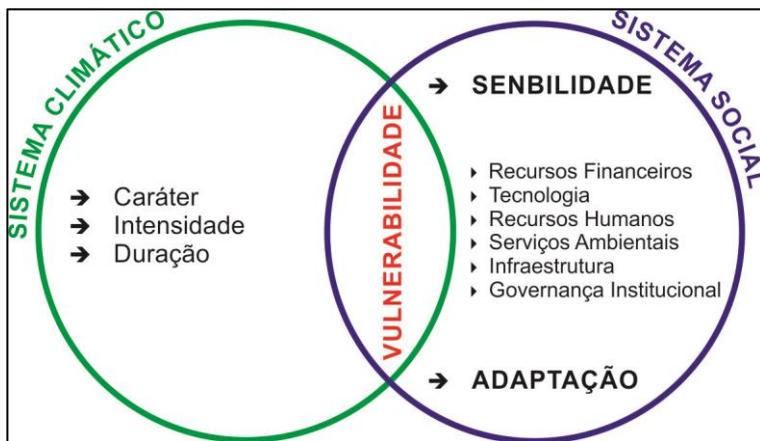
Em casos de enchentes ou inundações, por exemplo, a disposição inadequada pode provocar o espalhamento do lixo, colocando em risco a saúde das pessoas em contato direto com o resíduo ou com a água contaminada, além dos frequentes entupimentos de bueiros em áreas urbanas e o conseqüente agravamento dos desastres naturais.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi criado com o objetivo de complementar a avaliação do desenvolvimento, antes baseada apenas na dimensão econômica por meio de outro indicador, o Produto Interno Bruto (PIB). Os três pilares que constituem o IDH são: saúde, educação e renda. A saúde é mensurada pela expectativa de vida ao nascer; a educação pela taxa de alfabetização da população de 15 anos ou mais e pela taxa de escolarização (número médio de anos de educação recebidos durante a vida por pessoas a partir de 25 anos); e a renda com base no PIB per capita.

O IDH Municipal resume de forma sintética os componentes sociais de uma população ao desviar o foco do desenvolvimento da economia e da contabilidade de renda nacional para políticas centradas em pessoas, sendo assim, é um importante indicador da vulnerabilidade social.

No âmbito do Projeto VACEA, vulnerabilidade é definida como o grau em que um sistema, tal como uma comunidade rural ou produtor agrícola, é susceptível aos efeitos adversos do estresse e de mudança. É uma função de duas dimensões: primeiro, a exposição a riscos climáticos e seus impactos e, segundo, as condições sociais que determinam a sensibilidade - o grau em que um sistema é afetado pelo clima - e a capacidade de adaptação para ajustar riscos climáticos e oportunidades, aumentando a sua gama de enfrentamento. Nesta perspectiva, a vulnerabilidade emerge das interações entre o ser humano e os sistemas naturais (Figura 4).

Figura 4 - Esquema da vulnerabilidade a eventos climáticos extremos



Fonte: Adaptado de IPCC (2007).

Outros aspectos também devem ser levados em consideração: Vulnerabilidade não é algo definitivo e inalterável, é um processo, sendo assim, depende da qualidade e quantidade dos recursos adaptativos, e de como estes são geridos; Ocorre em diferentes escalas; Estudos recentes tem apontado que os extremos climáticos possuem maior representatividade do que a média; Fatores não relacionados ao clima também interferem diretamente na vulnerabilidade de uma comunidade rural, como o mercado financeiro, decisões políticas, a localização da propriedade dentro da bacia, a atividade exercida, sistema de irrigação, entre outros (DIAZ et al., 2009; MONTAÑA, 2008, 2009; SANTIBAÑEZ et al., 2008; MAIA SANTOS et al., 2009).

5.2 PRINCÍPIOS DO POLUIDOR-PAGADOR E DO PROVEDOR-RECEBEDOR NO DIREITO AMBIENTAL

Sob o prisma do Direito Econômico, o princípio do poluidor-pagador constitui-se na internalização, pelo Direito Ambiental, das chamadas externalidades negativas, ou falhas de mercado, que se traduzem na degradação ambiental. Sendo assim, impõe-se ao poluidor o encargo pelo prejuízo dos bens tutelados pelo Direito Ambiental (ambiente e qualidade de vida), causando ressonâncias entre os sistemas do direito (HUPFFER, WEYERMÜLLER & WACLAWOVSKY, 2011).

O primeiro instrumento legal do país a tratar do meio ambiente de forma própria e autônoma foi a Lei Federal nº 6.938, de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente. Este diploma, ao tratar dos objetivos, estabelece em seu inciso VII, do art. 4º, “à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos”, evidenciando a importância de internalizar as externalidades negativas (degradação) com instrumentos de mercado.

Com a Constituição Federal de 1988 o meio ambiente ganha mais representatividade e importância na ordem jurídica, consignando-o como um bem público de interesse coletivo, ou seja, um bem comum, devendo ser preservado e protegido por todos. Nos § 2º e 3º do art. 225, a Constituição reforça responsabilidade do infrator no caso de condutas consideradas lesivas ao meio ambiente, sujeito a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Em 1992, o Brasil é sede de um dos eventos mais importantes a nível global, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio 92. Na Declaração do Rio, documento ratificado na conferência por mais de 180 países, o Princípio 16 estabelece que “as autoridades nacionais devem promover a internalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em vista a abordagem segundo a qual o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo da poluição, com a devida atenção ao interesse público e sem provocar distorções no comércio e nos investimentos internacionais”.

A Lei Federal nº 9.433, de 1997, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, em seus incisos IV e V, do art. 5º, que trata dos instrumentos, estabelece, respectivamente, a cobrança pelo uso da água e a compensação a municípios.

É desnecessário efetuar vasta digressão para observar o crescente interesse em responsabilizar àquele que se beneficia do uso do recurso natural pelos custos sociais, econômicos e ambientais de determinado produto ou serviço, afastando o ônus do poder público e/ou da coletividade.

Apesar de tantos avanços jurídicos, o que se observa nas bacias hidrográficas de todo o Brasil e do Mundo é um quadro de degradação e abandono dos recursos naturais. Os programas governamentais, em atendimento ao princípio da prevenção, tem procurado prevenir condutas de degradação ambiental baseando-se na imposição de sanções

negativas ao descumprimento de padrões, parâmetros, procedimentos e normas, como por exemplo, as emissões de efluentes industriais (SILVA, 1998; VICENTE, 2012).

Ante a insuficiência de instrumentos normativos de punição, passa-se a utilizar incentivos econômicos. O princípio do protetor-recebedor atua a partir da constatação da insuficiência dos instrumentos de controle como o zoneamento e o licenciamento ambiental. Sendo assim, uma nova concepção de direito ambiental emerge em todo o mundo, não mais exclusivamente visto como protetor e repressor, mas também como promovedor e incentivador de condutas socialmente desejadas. Surgem novos mecanismos com o objetivo de beneficiar àqueles que preservam e protegem o meio ambiente, ou seja, que garantem a produção de bens e serviços naturais importantes para a garantia do bem-estar da sociedade (VICENTE, 2012; HUPFFER, WEYERMÜLLER & WACLAWOVSKY, 2011).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, é um dos primeiros instrumentos jurídicos brasileiros a aplicar os princípios do usuário-pagador e do protetor-recebedor de forma conjunta. Em seus artigos 47 e 48, o SNUC estabelece que os órgãos ou empresas, público ou privado, responsáveis pelo abastecimento de água e distribuição de energia, beneficiários da proteção proporcionada por uma unidade de conservação, devem contribuir financeiramente para a proteção e implementação da unidade.

O princípio do protetor-recebedor ganha ainda mais consistência jurídica com a Lei Federal Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólido (PNRS). No art. 6º, entre os princípios estabelecidos pela PNRS estão o “II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor”.

Apesar de toda polêmica do novo Código Florestal, Lei Federal nº 12.651/12, que traz retrocessos ambientais em muitos pontos, dedica-se um capítulo exclusivo ao princípio do provedor-recebedor. No capítulo X, institui-se o Programa de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente, que estimula o pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, dentre outras formas de compensação.

O princípio protetor-recebedor postula que o agente público ou privado que presta um serviço de proteção ambiental em benefício da comunidade deve receber uma compensação. A adoção de incentivos positivos – fiscais, tributários e creditícios – possui bases no princípio da

precaução, que dá sustentação ao princípio do protetor-recebedor, expressado na implementação de programas de Pagamento por Serviços Ambientais (ARAÚJO, 2011).

5.3 PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

Na literatura é muito comum a utilização de serviços ecossistêmicos e serviços ambientais como sinônimos, entretanto, serviços ecossistêmicos tratam exclusivamente dos processos naturais, enquanto serviços ambientais são os benefícios proporcionados por atividades humanas que geram externalidades positivas (FAVARO, 2012).

De acordo com Constanza et. al. (1997), serviços ecossistêmicos representam os benefícios aos seres humanos derivados das funções ecossistêmicas, benefícios estes obtidos de forma direta (como o alimento) ou indireta (como a regulação climática). Estes serviços consistem de “fluxos de materiais, energia e informações de estoques de capital natural que combinam com manufaturados e humanos dos serviços de capital humano para produzir bem-estar”. De acordo com o autor, são identificados 17 categorias de serviços ecossistêmicos: regulação dos gases; regulação climática; regulação de perturbações (resiliência); regulação hídrica; suprimento de água; controle de erosão e retenção de sedimentos; formação de solos; ciclagem de nutrientes; tratamento de resíduos; polinização; controle biológico; refúgios; produção de alimentos; matéria-prima; recursos genéticos; recreação; cultural.

De forma muito similar, De Groot et al. (2002) define serviços ecossistêmicos como os diversos processos naturais que resultam das complexas interações entre os componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas. Esses processos naturais garantem a sobrevivência das espécies no planeta e têm a capacidade de prover bens e serviços que satisfazem necessidades humanas, direta ou indiretamente. O autor, utilizando-se da experiência de Constanza et al. (1997), inclui outras 6 categorias de serviços ecossistêmicos: recursos de manutenção da reprodução das espécies; recursos medicinais; recursos ornamentais; valor estético; valor espiritual e histórico; ciência e educação.

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio identifica quatro tipos de serviços ecossistêmicos, os quais também são utilizados na PL nº 5.487/2007 (Tabela 4).

Tabela 4 - Tipos de Serviços Ecossistêmicos

Serviços de Provisão
São aqueles relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover bens, sejam alimentos, matéria-prima para a geração de energia, remédios, recursos genéticos e bioquímicos, plantas ornamentais e água.
Serviços Reguladores
São os benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais que sustentam a vida humana, como a purificação do ar, regulação climática, purificação e regulação dos ciclos das águas, controle de enchentes e de erosão, tratamento de resíduos, desintoxicação e controle de pragas e doenças.
Serviços Culturais
Estão relacionados com a importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreacionais, educacionais, estéticos, espirituais.
Serviços de Suporte
São os processos naturais necessários para que outros serviços existam, como a ciclagem dos nutrientes, a produção primária, a formação de solos, a polinização e a dispersão de sementes.

Fonte: MAE (2005).

Muradian et al. (2010) refere-se a serviços ecossistêmicos como uma subcategoria dos serviços ambientais. Sendo assim, serviços ambientais são entendidos como os benefícios humanos derivados dos ecossistemas naturais, compreendendo também os ambientes gerenciados, como a agricultura sustentável, reflorestamento, áreas recuperadas, paisagens rurais, entre outros.

A degradação natural provocada pela busca desenfreada do lucro tem se mostrado algo evidente, principalmente nas propriedades rurais, onde as áreas ocupadas por florestas nativas e preservadas são vistas como improdutivas, desvalorizando todos os benefícios ecológicos. Neste contexto, nas últimas décadas tem surgido em todo o mundo propostas de valoração dos serviços ecossistêmicos com o objetivo de eliminar falhas de mercado relativas à suboferta em decorrência da falta de interesse por parte de agentes econômicos em atividades de proteção e uso sustentável dos recursos naturais (DE GROOT et al., 2002; CHIQUITO, 2012; CONSTANZA et al., 1997; GUEDES & SEEHUSEN, 2011).

Esquemas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) estão sendo considerados como promissores instrumentos de conservação e recuperação ambiental, tendo obtido grandes resultados na Costa Rica, México e Estados Unidos, e começam a ganhar corpo no Brasil.

A partir do ano 2000 o tema de PSA ganhou espaço no Brasil com o Programa PROAMBIENTE, do MMA. Nos anos seguintes, diversos projetos de leis passaram a ser propostos no Congresso Nacional, e muitos estados já publicaram leis sobre o tema.

Em 2007, foi lançado o Projeto de Lei nº 5.487, que pretende instituir a Política Nacional de Serviços Ambientais, a qual define pagamento por serviços ambientais como “retribuição, monetária ou não, às atividades humanas de restabelecimento, recuperação, manutenção e melhoria dos ecossistemas que geram serviços ambientais e que estejam amparadas por planos e programas específicos”.

A definição de Wunder (2005) sobre PSA é a mais aceita na literatura até o momento, servindo de base inclusive para as iniciativas que vem surgindo no Brasil. Segundo o autor, PSA é definido como:

Uma transação voluntária, na qual, um serviço ambiental bem definido ou um uso da terra que possa assegurar este serviço é comprado por, pelo menos, um comprador de, pelo menos, um provedor, sob a condição de que o provedor garanta a provisão deste serviço (condicionalidade) (WUNDER, 2005).

Segundo Wunder (2005), cinco critérios podem definir o PSA: A voluntariedade da transação; Especificação do serviço ambiental objeto da transação; Presença de, pelo menos, um comprador do serviço; Presença de, pelo menos, um vendedor/provedor; Garantia da continuidade da oferta do serviço durante o prazo acordado entre as partes.

Experiências de PSA em todo o mundo tem indicado quatro condições necessárias para a sua efetivação: econômica – existência de uma externalidade (um benefício externo ao provedor de serviços ambientais) que vale a pena ser compensada; cultural – os provedores devem responder positivamente ao recebimento de incentivos econômicos; institucional – existência de uma infraestrutura institucional mediadora dos interesses eficiente e transparente; informacional – definição dos serviços, valores, monitoramento, contratos (WUNDER, 2009).

O Estado de Santa Catarina vem acompanhando esta tendência, e em 19 de janeiro de 2010 ratificou a Lei Estadual nº 15.133, que institui a Política Estadual de Serviços Ambientais. O programa prevê o pagamento às atividades humanas que contribuam para a manutenção

dos serviços ambientais por meio de três subprogramas: I) Unidades de Conservação; II) Formações Vegetais; e III) Água.

No intuito de incluir o presente trabalho no contexto estadual de discussão acerca dos Pagamentos por Serviços Ambientais, será utilizada a definição do termo de acordo com a Lei Estadual nº 15.133.

Pagamento por Serviços Ambientais é a retribuição monetária ou não, referente às atividades humanas de preservação, conservação, manutenção, proteção, restabelecimento, recuperação e melhoria dos ecossistemas que geram serviços ambientais, amparados por programas específicos (Lei Estadual nº 15.133/2010).

5.4 MODELO DE GOVERNANÇA DA ÁGUA E DO TERRITÓRIO (GATS)

Segundo Canet (2004) citado por Santos Silva (2010), o termo governança deriva da palavra francesa *gouvernance*, que se dissocia de governo (*gouvernement*, em francês) após o século XVI, com o aparecimento da ciência política moderna. Enquanto governo está mais relacionado com a ideia de um poder hierarquizado, centrado no Estado, o termo governança começou a ser entendido como uma maneira de gerir adequadamente algo público, independente da questão do poder.

A ideia de governança surge no vazio de governabilidade provocado pela redução dos governos, resultado das exigências das políticas neoliberais e da aplicação do conceito de reengenharia aos processos públicos. Governança significa o aumento da capacidade de governar no nível local. Este aumento de governabilidade local está associado ao fenômeno da gestão compartilhada de interesses comuns, no qual a comunidade de interessados passa de consumidores a definidores e gestores políticos SILVA (2006).

A obra *Governing the commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, publicada em 1990 por Elinor Ostrom, iniciou uma reflexão sobre os arranjos institucionais para a governança efetiva de bens comuns. A ganhadora do prêmio Nobel de Ciências Econômicas

de 2009 defende a tese que a gestão comunitária de bens comuns, como a gestão de áreas de floresta, suprimento de água, pesca e pastagens, é mais bem-sucedida do que a privada, ou centralizada (OSTROM, 1990).

Silva (2006), observando a pouca efetividade nos processos de reversão da trajetória de degradação no contexto das políticas públicas, identificou três lacunas paradigmáticas, as quais chamou de “vazios”: **cultural**, **pedagógico** e **político**. Neste sentido, o autor estabeleceu estratégias para a solução destes problemas.

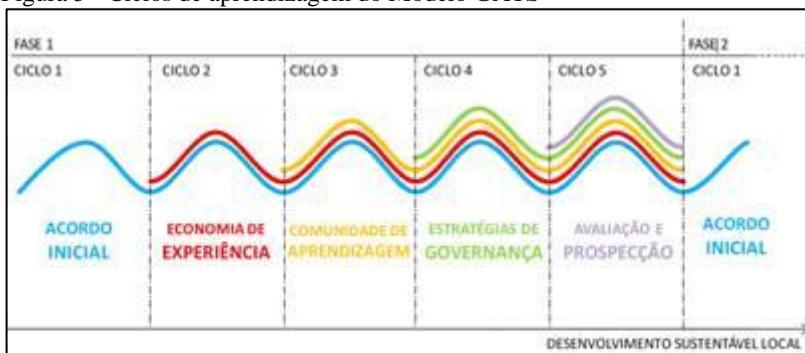
A primeira estratégia é a **cultural**, e refere-se à valorização das experiências locais a partir do resgate histórico da comunidade, somado ao levantamento das melhoras práticas, num processo denominado *Economia de Experiência*. A segunda é a **pedagógica**, chamada *Comunidade de Aprendizagem*, referindo-se a capacidade das pessoas de aprender com o seu próprio operar, criando suas próprias estratégias por meio da mediação, da prudência, do respeito, do diálogo e efetividade da ação. A terceira e última estratégia é a **política**, que surge para oportunizar a gestão local com o conhecimento da base jurídica, a criação de organismos sociais de gestão e políticas locais de sustentabilidade (FERNANDES NETO, 2010).

Com o intuito de preencher estes “vazios”, surge o Modelo de Governança da Água e do Território – GATS, fruto de estudos, pesquisas e projetos desenvolvidos pelo Grupo Transdisciplinar de Pesquisa em Governança da Água e do Território – GTHidro, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (SILVA et al, 2008).

O Modelo foi desenvolvido no âmbito do Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água (TSGA), iniciado em 2007, cujo objetivo é aumentar a capacidade de gestão local de comunidades de bacias hidrográficas em Santa Catarina, através da disseminação e implementação de práticas de produção e saneamento do meio rural como tecnologias sociais com vistas ao uso sustentável da água.

O modelo GATS é composto por cinco ciclos de aprendizagem, os quais permanecem e se desenvolvem ao longo de sua aplicação (Figura 5). Um ciclo de aprendizagem significa um tempo no qual um grupo de pessoas se organiza e decide aprender um conhecimento novo, na forma de um conceito, de uma metodologia ou técnica, ou ainda, na forma de uma experiência externa (FERNANDES NETO, 2010).

Figura 5 - Ciclos de aprendizagem do Modelo GATS



Fonte: FERNANDES NETO (2010).

CICLO 1: Acordo Inicial – Diz respeito a ética na qual será conduzido todo o processo. É o ciclo de confirmação e construção da participação e do envolvimento da comunidade. A construção de um Acordo Inicial com a presença de diversos atores da sociedade civil, empresas e órgãos públicos possibilita a formação de um grupo de trabalho com sujeitos implicados e capazes de ler a realidade com a ótica da sustentabilidade;

CICLO 2: Economia de Experiência – Refere-se a valorização das experiências e histórias local e do levantamento das melhores práticas, é o ciclo em que o grupo identifica as iniciativas para uma ação presente de desenvolvimento sustentável local;

CICLO 3: Comunidade de Aprendizagem – Compreende o ciclo em que o grupo decide construir um conhecimento que seja útil para si e para a transformação da realidade de sua comunidade. Trata-se do momento no qual todos envolvidos se reúnem para estudar determinados temas, assumindo-se como sujeitos do processo;

CICLO 4: Estratégias de Governança - É o momento em que a comunidade se empodera para a participação na gestão local do seu território. Os produtos deste ciclo compreendem projetos e políticas públicas locais de sustentabilidade, ambos elaborados junto a organizações sociais;

CICLO 5: Avaliação e Prospecção - Tem o objetivo de avaliar o processo de governança junto a comunidade e de consolidar uma perspectiva de continuidade das iniciativas, por meio da prospecção dos novos projetos e financiamento em torno das demandas sociais e das estratégias elaboradas.

Em Urubici, município da serra catarinense, como resultado da atuação junto ao TSGA, o Modelo GATS foi aplicado em diversos contextos, como na gestão hídrica (FONSECA, 2008), resíduos sólidos (HOLLANDA, 2009) e saneamento (MATULJA, 2009).

Em 2009, o Núcleo de Educação Ambiental do Centro Tecnológico da UFSC (NEAmb) aplicou o Modelo GATS no Projeto “Estudos para a criação de Unidade de Conservação em Itapema, SC”, a fim de consolidar um grupo de governança, reunindo a população em torno de ações cooperativas capazes de criar e executar estratégias efetivas para a criação e gestão da UC (SMITH, 2010).

Em 2012, o Comitê Facilitador da Sociedade Civil Catarinense para a Rio+20 utilizou do Modelo GATS para a construção cooperativa de documentos. Foram organizados Diálogos Sociais em 5 municípios do estado de Santa Catarina (Florianópolis, Joinville, Araranguá, Curitiba e Chapecó) com o objetivo de facilitar o envolvimento da sociedade civil no processo transitório para o Desenvolvimento Sustentável, posto em pauta no processo Rio+20, bem como em todos os outros eventos paralelos, como a Cúpula dos Povos.

Nestes diálogos, discutiram-se 6 temas: Água e Saneamento, Planejamento Territorial, Educação e Cultura, Agricultura, Economia Verde e Governança. Os resultados dos diálogos foram reunidos em documentos municipais, organizados em desafios e soluções. No dia 25 de maio de 2012, em um evento preparatório a Rio+20, todos os resultados foram sintetizados em um único documento e validados em Audiência Pública convocada pela magnífica reitora da UFSC, Prof^a. Roselane Neckel. Este documento, reunindo os desafios e soluções do estado de Santa Catarina, foi utilizado como base para a atuação do Comitê no processo Rio+20, em junho de 2012, no Rio de Janeiro (UFSC, 2012).

6. METODOLOGIA

O presente trabalho utiliza-se da metodologia do elo brasileiro do Projeto VACEA, o Modelo GATS, apresentado na revisão teórica deste trabalho, inserindo-se junto ao segundo ciclo – Economia de Experiência. Neste âmbito, construiu-se o histórico da experiência da comunidade com o objetivo de contribuir com a capacidade de adaptação da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá a eventos climáticos extremos.

Primeiramente, realizou-se um estudo a fim de compreender o risco de desastres naturais da bacia. Em seguida, construiu-se um histórico de boas práticas de PSA no âmbito internacional, nacional e estadual. O cruzamento dos dados permitiu identificar elementos de prováveis contribuições das iniciativas de PSA para as vulnerabilidades da bacia. Os resultados obtidos foram sintetizados em uma cartilha, denominada **Banco de Boas Práticas de Adaptação a Eventos Climáticos Extremos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**.

6.1 RISCO DE DESASTRES NATURAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ

O risco de desastres naturais foi estudado com base na experiência do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). No relatório “*Reducing disaster risk: a challenge for development*”, o PNUD desenvolveu um índice que permite mensurar e comparar níveis relativos de exposição, vulnerabilidade e risco de desastres naturais, denominado DRI – *Disastres Risk Reduction* (UNDP, 2004).

Considerando a equação $RISCO = PERIGO \times VULNERABILIDADE$, realizou-se um levantamento histórico dos registros de desastres naturais nos municípios da bacia e uma análise de 22 variáveis sociais, ambientais e econômicas.

A principal fonte de dados para o levantamento de desastres naturais foi o **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID)** da Defesa Civil, a qual disponibiliza no endereço <http://150.162.127.14:8080/> dados de desastres naturais em municípios de todo Brasil (DEFESA CIVIL, 2013).

Também foram consideradas publicações complementares a fim de compreender melhor os desastres naturais ocorridos, bem como identificar outros possíveis eventos não documentados pela Defesa Civil, mas que possam ter causado danos significativos em determinadas

comunidades. Entre os documentos mais utilizados para este trabalho estão o Atlas de Desastres Naturais de Santa Catarina (HERMANN, 2007) e o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010: volume Santa Catarina (CEPED, 2011).

Os resultados foram sintetizados em uma tabela, apresentada no Apêndice 1, bem como em análises e cruzamento de dados, procurando identificar dimensões, categorias, padrões e relações, dando-lhes significado e sentido.

A vulnerabilidade foi compreendida com algumas adaptações das variáveis utilizadas no DRI (UNDP, 2004) para o objetivo do trabalho e o contexto local. A análise envolveu o estudo de 22 variáveis, apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Variáveis sociais, econômicas e ambientais utilizadas para o estudo da vulnerabilidade

Social	Econômica	Ambiental
Urbanização	PIB Municipal	Degradação Ambiental
Crescimento Populacional	PIB per capita	Cobertura Vegetal
Densidade Demográfica	População em extrema pobreza	
Razão de Dependência	Desigualdade de distribuição de renda (Índice de Gini)	
Taxa de Analfabetismo	População com agropecuária como fonte de renda principal	
Índice de Desenvolvimento Humano		
População com acesso à rede de abastecimento de água		
Consumo Diário de Água per capita		
População com acesso à rede de coleta e tratamento de esgoto		
População com acesso à coleta de lixo		
Médicos por mil habitantes		

Leitos Hospitalares por mil habitantes		
Mortalidade Infantil		
Esperança de vida ao nascer		
Acesso à informação (rádio, televisão e/ou internet)		

Fonte: Adaptado de UNDP (2004).

Tendo em vista o foco deste trabalho no estudo de práticas de adaptação e suas implicações na vulnerabilidade, identificaram-se iniciativas locais capazes de reduzir os danos, aproveitar as oportunidades ou lidar com as consequências de um evento climático.

Destacou-se uma iniciativa estritamente relacionada ao objetivo deste trabalho, utilizando como critério a definição de Pagamento por Serviços Ambientais da Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, Lei Estadual Nº 15.133, de 19 de janeiro de 2010.

Esta iniciativa foi analisada sobre os 5 critérios que definem uma iniciativa de PSA, definidas por Wunder (2005): A voluntariedade da transação; Especificação do serviço ambiental objeto da transação; Presença de, pelo menos, um comprador do serviço; Presença de, pelo menos, um vendedor/provedor; Garantia da continuidade da oferta do serviço durante o prazo acordado entre as partes.

Em seguida, foi classificada segundo a categoria, definidas por Marengo & Raigoza (2007). Suas definições são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Categorias de práticas adaptativas a eventos climáticos extremos

Adaptação antecipatória	Acontece antes de os impactos de mudança de clima serem observados. Também se refere à adaptação proativa.
Adaptação reativa	Ocorre após a observação dos impactos de mudança de clima.
Adaptação autônoma	Não constitui uma resposta justa ao estímulo climático, mas está formada por mudanças ecológicas em sistemas naturais e através de mudanças de comércio ou bem-estar nos sistemas humanos. Também se refere à adaptação espontânea.
Adaptação planejada	É o resultado de uma política de decisão deliberada, baseada no medo de que as condições têm mudado ou mudarão, e que a ação é necessária para retornar, para manter ou para alcançar um estado desejável.

Adaptação privada	É iniciada e implementada por indivíduos, famílias ou companhias privadas. Adaptação privada é usualmente no próprio interesse racional do ator.
Adaptação pública	É iniciada e implementada por governantes de todos os níveis. A adaptação pública é usualmente direcionada às necessidades coletivas.

Fonte: MARENGO & RAIGOZA (2007).

Por fim, procurou-se compreender as relações desta iniciativa local com os fatores determinantes para a capacidade adaptativa da bacia do Rio Araranguá. De acordo com IPCC (2007), a capacidade adaptativa é dinâmica, e influenciada pela economia, recursos naturais, redes sociais, direitos, instituições de governança, recursos humanos e tecnologia.

Como fonte de dados para o levantamento de dados sociais, econômicos e ambientais, utilizou-se o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), o DATASUS, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), bem como outras referências bibliográficas.

Para a identificação de práticas adaptativas locais realizaram-se algumas entrevistas. Em saída de campo realizada no dia 9 de julho de 2013 realizaram-se 4 entrevistas com lideranças locais, a saber:

- **Sr. Rosinei da Silveira** – Coordenador Regional da Defesa Civil de Criciúma e Vice-Presidente do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá;
- **Sr. Tadêu Santos** – Presidente da ONG Sócios da Natureza;
- **Sr. Davide Tomazzi** – Agricultor Familiar e Presidente do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá;
- **Sr. Sérgio Marini** – Presidente da Associação de Drenagem e Irrigação Santo Isidoro (ADISI) e da Associação Catarinense de Irrigação e Drenagem (ACID).

6.2 IDENTIFICAÇÃO DE INICIATIVAS DE DESTAQUE EM PSA NO ÂMBITO INTERNACIONAL, NACIONAL E ESTADUAL

Tendo em vista as influências dos serviços ecossistêmicos na vulnerabilidade a desastres naturais e os desafios em promover a conservação ambiental sem prejudicar a economia das comunidades, foram identificadas iniciativas de destaque em PSA no âmbito

internacional, nacional e estadual, a fim de construir um histórico de boas práticas para a bacia do rio Araranguá.

As experiências foram identificadas por uma ampla pesquisa bibliográfica, considerando como critérios os resultados obtidos, a adesão dos provedores e usuários dos serviços ambientais envolvidos no projeto e o reconhecimento de destaque da iniciativa na mídia ou no meio acadêmico. As iniciativas foram caracterizadas de acordo com seu histórico, metodologia e resultados obtidos.

6.3 BANCO DE BOAS PRÁTICAS DE ADAPTAÇÃO A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ

Com o intuito de tornar público os avanços obtidos nesta pesquisa, os resultados foram sintetizados em uma cartilha, denominada **Banco de Boas Práticas de Adaptação a Eventos Climáticos Extremos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá**, contendo informações em linguagem acessível sobre o histórico de desastres naturais e a vulnerabilidade da bacia, compreendidos no objetivo 1, a caracterização das iniciativas de PSA, identificadas no objetivo 2, bem como a identificação das prováveis contribuições destas iniciativas na redução das vulnerabilidades da bacia do rio Araranguá.

Para a produção e diagramação do conteúdo resultante deste trabalho em uma cartilha foram utilizados os *softwares* CorelDRAW X6 e Adobe Photoshop CS6.

Posteriormente, esta cartilha será entregue em formato digital às lideranças da bacia do rio Araranguá com o intuito de contribuir com o acesso à informação.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 RISCO DE DESASTRES NATURAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ

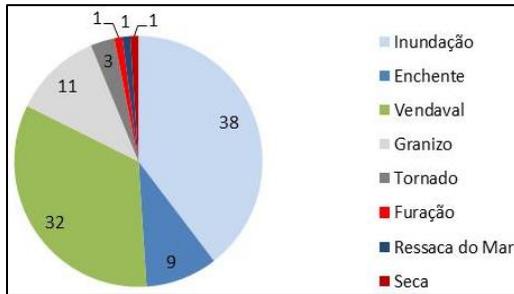
7.1.1 Histórico de Desastres Naturais

A tabela com identificação dos registros pode ser vista no Apêndice 1, organizadas de acordo com sua data de ocorrência, evento climático, origem do desastre e áreas atingidas.

Os desastres naturais de origem em enchentes são considerados os de padrão evolutivo do tipo *gradual*, já as inundações denominadas neste trabalho referem-se as do tipo *brusca*, ou enxurrada.

Foram identificados 78 registros que resultaram em desastres naturais nos 15 municípios pertencentes a Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. Num total, ocorreram 96 desastres naturais originados por: 38 inundações, 32 vendavais, 11 granizos, 9 enchentes, 3 tornados, 1 ressaca do mar, 1 seca e 1 furacão, apresentados na Figura 6.

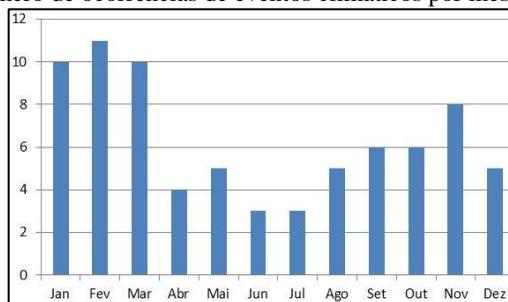
Figura 6 - Tipos de desastres naturais ocorridos na bacia



Fonte: Autor.

Ocorreram desastres em todos os meses do ano, com destaque para o verão, nos primeiros meses do ano, Janeiro, Fevereiro e Março, com 10, 11 e 10 registros, respectivamente. Junho e Julho registraram apenas 3 ocorrências de desastres, sendo os meses com menor frequência (Figura 7).

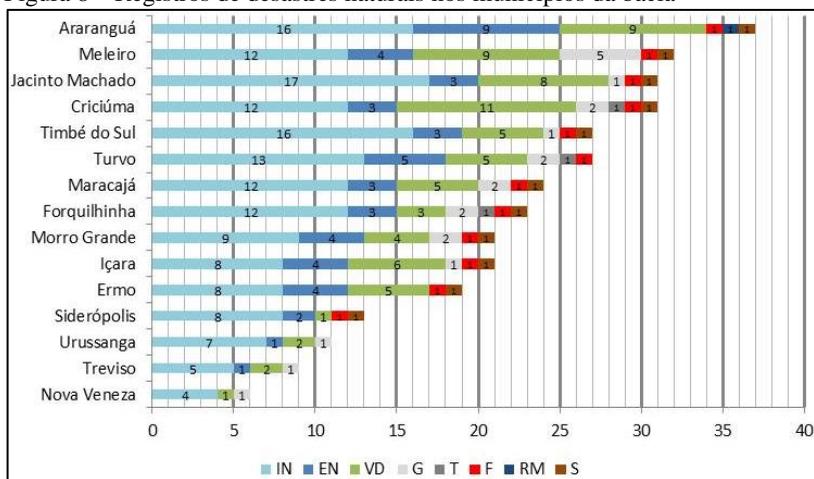
Figura 7 - Número de ocorrências de eventos climáticos por mês



Fonte: Autor.

Como pode ser visto na Figura 8, Araranguá apresentou 37 registros de desastres naturais, Meleiro 32, Jacinto Machado e Criciúma 31, Timbé do Sul e Turvo 27, Maracajá 24, Forquilha 23, Morro Grande e Içara, 21, Ermo 19, Siderópolis 13, Urussanga 11, Treviso 9 e Nova Veneza 6.

Figura 8 – Registros de desastres naturais nos municípios da bacia



Fonte: Autor.

IN – Inundação, EN – Enchente, VD Vendaval, G – Granizo, T – Tornado, F – Furacão, RM – Ressaca do Mar, S – Seca.

Desastres diretamente relacionados às chuvas, como inundações e enchentes, são os que ocorrem com maior frequência na Bacia

Hidrográfica do Rio Araranguá, somando 47 do total de 96 registros (49%).

Entre os eventos pluviométricos de maior abrangência na bacia estão as chuvas de março de 1974, julho de 1983, agosto de 1984, fevereiro de 2000, janeiro de 2009 e janeiro de 2011. Dos 6 eventos, 4 ocorreram no verão. Nova Veneza, Treviso e Urussanga foram os únicos municípios da bacia a não registrarem as ocorrências do Furacão Catarina e, juntamente com Turvo, da seca - eventos de 2004 registrados por todos os outros municípios da bacia.

Nas entrevistas, as lideranças mencionaram as inconsistências nos registros de desastres naturais, evidenciando que, mesmo alguns municípios não realizando registros oficiais, todos enfrentam situações de riscos relacionados aos eventos climáticos. O Furacão Catarina, por exemplo, atingiu todos os municípios da bacia. A falta de registros de seca pode ser considerada como a principal inconsistência, pois, de acordo com os relatos, são a causa dos maiores prejuízos à bacia, principalmente aos agricultores, tendo havido aumento da frequência e da magnitude. Apesar de não constar nos registros, o evento da seca de 2012 é tido pelos entrevistados como o mais intenso do tipo já ocorrido na bacia, tendo causado imensos prejuízos aos agricultores.

Com base na bibliografia consultada, foram identificados os desastres naturais de maior magnitude, a saber:

- **1958** – Inundação em Timbé do Sul;
- **Mar/1974** – Inundação atingindo toda a bacia;
- **Jul/1983** – Enchente e Vendaval em Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Forquilha, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Treviso, Urussanga, Siderópolis, Morro Grande, Timbé do Sul, Sombrio;
- **Ago/1994** – Inundação em Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Urussanga, Siderópolis, Timbé do Sul, Sombrio;
- **Dez/1995** – Enchente em Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Forquilha, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Siderópolis, Morro Grande, Timbé do Sul, Sombrio;
- **Fev/2000** – Inundação em Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Forquilha, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Siderópolis, Morro Grande, Timbé do Sul;
- **Mar/2004** – Furacão em Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Forquilha, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Siderópolis, Morro Grande, Timbé do Sul, Sombrio;

- **Jun/2004** – Seca atingindo Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Forquilha, Meleiro, Jacinto Machado, Siderópolis, Morro Grande, Timbé do Sul;
- **Jan/2009** – Inundação em Araranguá, Içara, Maracajá, Ermo, Criciúma, Forquilha, Turvo, Jacinto Machado, Treviso, Urussanga, Morro Grande, Timbé do Sul.

O levantamento foi baseado, principalmente, em decretações municipais de estados de calamidade pública ou situações de emergência. Sendo assim, os registros de anormalidades climáticas neste trabalho estão restritos aos objetivos dos gestores municipais na alteração dos processos de governo e da ordem jurídica durante o menor prazo possível para restabelecer a situação de normalidade.

Assim como as bibliografias citadas anteriormente, os resultados obtidos evidenciam a alta recorrência de desastres naturais na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, resultantes de eventos de forças climáticas diversas, como ventos e chuva.

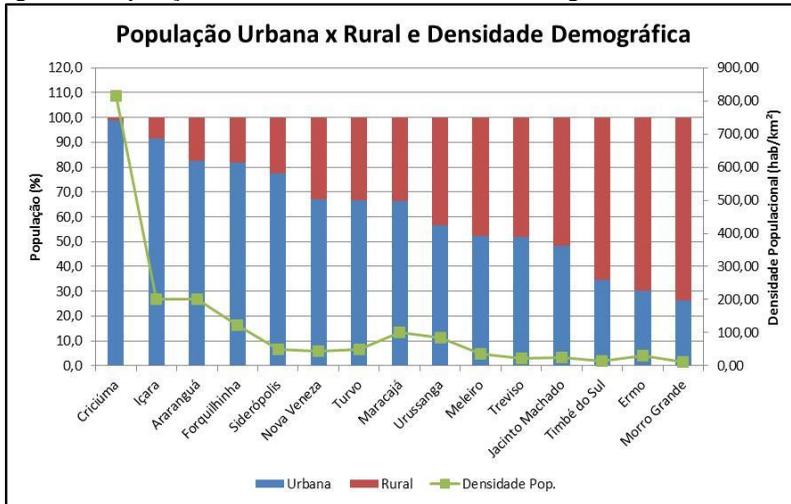
Apesar da menor frequência de alguns desastres, ressalta-se a magnitude dos danos causados a população nos eventos de tornados, granizos e, principalmente, na seca e no Furacão Catarina ocorridos em 2004.

7.1.2 Vulnerabilidade

A) Social

Os municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá possuem, em média, 85,6% da população vivendo em zonas urbanas. Como mostra a Figura 9 apenas 4 municípios possuem maioria da população rural: Morro Grande (73,8%), Ermo (69,8%), Timbé do Sul (65,2%), Jacinto Machado (51,6%) (IBGE, 2010).

Figura 9 - População Rural x Urbana e Densidade Demográfica



Fonte: IBGE (2010).

Observam-se relações diretas entre urbanização, densidade demográfica e população total. Cerca de 45% da população total da bacia reside no município de Criciúma, resultando em uma densidade demográfica de 816,25 hab/km², quase 7 vezes maior que a média da bacia, de 121,1 hab/km² (IBGE, 2010).

Jacinto Machado, Timbé do Sul, Morro Grande e Ermo, os únicos municípios da bacia com maioria da população rural, e Meleiro, foram os únicos a apresentarem decréscimo populacional entre os anos 2000 e 2010 (IBGE, 2000; 2010).

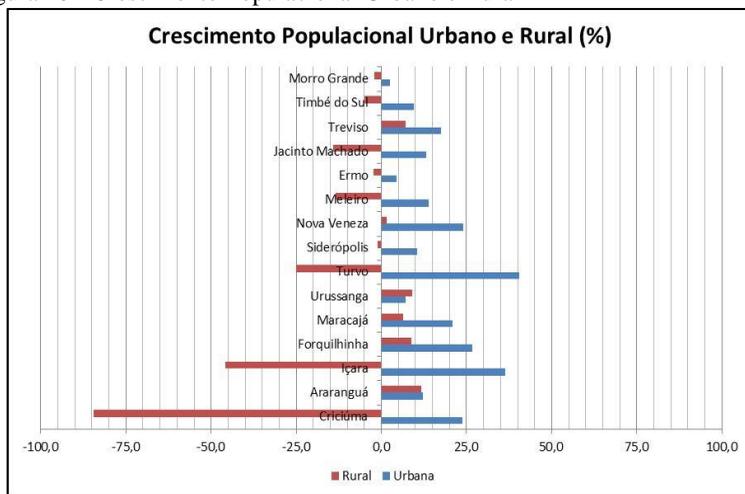
Veiga (2002) definiu tipologias para classificar os municípios em urbanos - com população entre 50.000 e 100.000 habitantes ou com densidade demográfica maior que 80 hab/km², ou rurais - com população inferior a 50.000 habitantes e densidade inferior a 80 hab/km². De acordo com esta classificação, os municípios urbanos da bacia são: Criciúma, Araranguá, Içara, Forquilha e Maracajá; enquanto os rurais são: Urussanga, Nova Veneza, Siderópolis, Turvo, Jacinto Machado, Meleiro, Timbé do Sul, Treviso, Morro Grande e Ermo. Esta classificação mostra que, mesmo municípios com maioria da população urbana, possuem características tipicamente rurais.

Todos os municípios da bacia tiveram crescimento da população urbana entre os anos de 2000 a 2010, sendo que 9 municípios também apresentaram decréscimo da população rural, entre eles, os 4 únicos

com maioria da população rural, mostrando que o êxodo rural é um importante fator de vulnerabilidade. Criciúma teve uma redução de quase 85% na população que vive zona rural, representando hoje apenas 1,4% da população total do município. A taxa de urbanização média da bacia entre os anos 2000 e 2010 é de 22,7% (IBGE, 2010).

Inundações e enchentes costumam afetar com maior frequência e intensidade as populações ribeirinhas, ocasionalmente em ocupações irregulares e em piores condições sociais, econômicas e ambientais. Os bairros Barranca e Vila São José (conhecido popularmente por baixadinha), em Araranguá, são exemplos de áreas frequentemente afetadas por inundações graduais, por localizarem-se próximos às margens de um trecho sinuoso do rio Araranguá (NILES, 2009).

Figura 10 - Crescimento Populacional Urbano e Rural



Fonte: IBGE (2010).

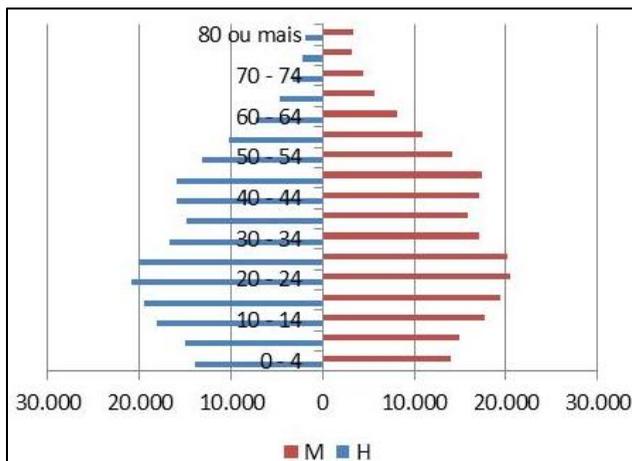
As melhorias nas condições de vida tem elevado a expectativa para as populações mais idosas, provocando rápidas e importantes mudanças nas características sociais.

A razão de dependência é um indicador do peso da população supostamente inativa (com menos de 15 anos e com 60 anos e mais) em relação à população potencialmente produtiva (de 15 a 59 anos de idade).

De acordo com RIPSAs (2012), a razão de dependência média da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá é de 48,4%, refletindo baixa vulnerabilidade sobre este aspecto. Nenhum município possui uma

população jovem ou idosa muito grande, ou seja, pirâmides com topos ou bases largas. Como mostra a Figura 11, a maior parte da população da bacia está concentrada no meio das pirâmides, representando a parcela economicamente ativa, entre 15 e 60 anos. Esta característica confere maior capacidade de enfrentar e se recuperar de desastres naturais, aumentam as oportunidades para o crescimento econômico, para a redução da pobreza e para a melhoria das condições de vida das famílias.

Figura 11 - Pirâmide etária da bacia



Fonte: IBGE (2010).

A taxa de alfabetização média da população da bacia com 10 ou mais anos de idade é de 96,0%. Os municípios com maioria da população rural - Timbé do Sul, Jacinto Machado, Morro Grande e Ermo - apresentam as taxas de alfabetização mais baixas. Entretanto, Treviso, um município rural, destaca-se com a maior taxa de alfabetização da bacia, com 97,9% (IBGE, 2010).

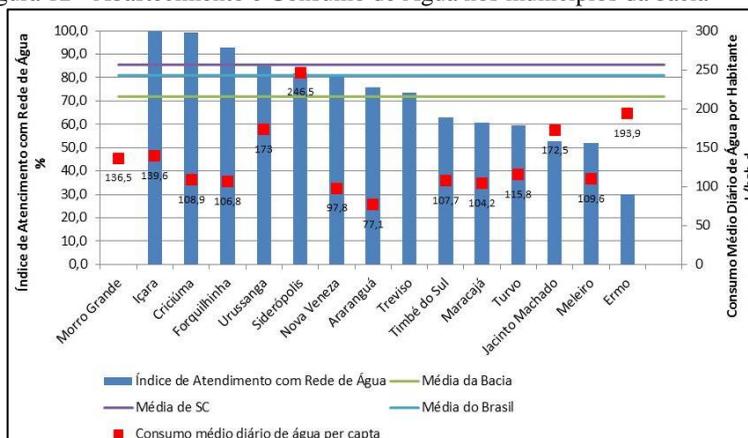
Os dados de saneamento analisados são relacionados à existência de redes. O acesso à redes de distribuição de água, coleta e tratamento de esgoto e coleta de lixo podem influenciar principalmente na vulnerabilidade social referente à saúde da população. Embora existam outras formas descentralizadas, a existência de redes pode significar um controle maior na qualidade dos serviços básicos.

De acordo com o SNIS (2012), o estado de Santa Catarina apresenta um dos piores índices de coleta de esgoto do país, com apenas 15% da população atendida, muito abaixo da média brasileira, de 46,2%.

Esta realidade é refletida na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, onde apenas 2 municípios possuem rede coletora, Içara e Urussanga. Embora as redes destes municípios colem 100% do esgoto, apenas uma parcela irrisória é tratada. Içara trata apenas 0,9% do esgoto gerado, enquanto Urussanga apenas 1,3%.

Com relação ao abastecimento de água, a Figura 12 apresenta o índice de atendimento por rede de distribuição de água e o consumo médio diário de água por habitante nos municípios da bacia.

Figura 12 - Abastecimento e Consumo de Água nos municípios da bacia



Fonte: SNIS (2012).

O índice de abastecimento de água é preocupante. A média da população atendida por rede de abastecimento de água na bacia é de apenas 72,0%, menor que as médias de Santa Catarina e do Brasil. Em todos os municípios da bacia uma parcela representativa da população utiliza poços ou nascentes como fonte de abastecimento, principalmente nas zonas rurais (IBGE, 2010).

O município de Morro Grande não apresentou informações referentes ao índice de abastecimento de água por rede de distribuição. Apesar de Ermo, um município rural, ter apenas 30% dos domicílios abastecidos por rede de distribuição de água, o pior índice da bacia, possui o 2º maior consumo médio diário de água per capita, 193,9 L/hab.d. Jacinto Machado, outro município com maioria da população rural, também merece destaque, pois apresenta um índice de abastecimento por rede de distribuição de água de apenas 52,8%, e um

alto consumo médio diário de água per capita, de 172,5 L/hab.d (SNIS, 2012).

A rizicultura é um dos grandes usuários de água dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. Como resposta aos conflitos históricos pelo uso da água, a partir de 1984 os produtores rurais passaram a se organizar em associações de irrigação a fim de obter representatividade nas resoluções de problemas e tomadas de decisão. Hoje existem 21 associações de irrigação na bacia (ADAMI & CUNHA, 2011).

Os municípios de Meleiro, Turvo e Forquilha possuem os maiores déficits hídricos da bacia do rio Araranguá devido à elevada quantidade de água utilizada no cultivo de arroz irrigado (COMASSETTO, 2008).

Pode-se observar que o consumo médio de água por habitante não apresenta uma relação direta com o índice de atendimento por rede de distribuição.

Em média, cada habitante da bacia consome 135 L de água por dia. A ONU recomenda um consumo médio diário de 110 L para uma boa gestão da água, no entanto, as médias brasileiras ainda encontram-se acima deste valor. Cada cidadão brasileiro consome em média 159 L por dia, já o catarinense consome em média 147 L diários de água. Entre os municípios da bacia, destaca-se o alto valor de consumo médio diário de água por habitante de Siderópolis, com 246,5 L/hab.d (SNIS, 2012).

O reservatório da barragem do rio São Bento, afluente da margem direita do rio Mãe-Luzia, no município de Siderópolis, abastece Criciúma, Içara, Nova Veneza, Forquilha, Maracajá e Siderópolis, onde vive cerca de 70% da população da bacia. Siderópolis também obtém parte de seu abastecimento do rio Kuntz, e Içara de uma lagoa. Os municípios de Ermo e Jacinto Machado possuem como fonte de abastecimento as águas subterrâneas, obtidas por poços tubulares. O município de Meleiro é abastecido pelo rio Manoel Alves e rio Morto, Turvo pelo rio Amola Faca, Araranguá por lagoa, Morro Grande e Timbé do Sul por nascentes e Treviso pela Barragem do rio Ferreira (EPAGRI, 2007 citado por COMASSETTO, 2008).

Com relação à coleta de lixo, percebe-se relação direta com a taxa de urbanização. Os 4 piores índices de atendimento por coleta de lixo da bacia são de municípios rurais. Em média, 87,1% da população total da bacia é atendida por coleta de lixo, valor mais baixo que a média catarinense, de 92,8% (IBGE, 2010).

A falta de saneamento é um fator alarmante na vulnerabilidade da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, pois representa um risco a saúde

da população e, principalmente, a subsistência de populações ribeirinhas, pescadores, agricultores, indústrias, entre outros.

Considerando as realidades locais no que se refere à falta de saneamento, à forte intervenção no ambiente natural, seja pela expansão da agricultura nas zonas rurais como pela urbanização e industrialização, e pelos baixos índices de abastecimento de água, é muito provável que a população esteja consumindo água contaminada, resultando em agravos à saúde.

Com relação aos indicadores de saúde, de acordo com o DATASUS (2013) a bacia possui uma média de 0,76 médicos e 2,7 leitos hospitalares para cada mil habitantes, mortalidade infantil de 6,52 para cada mil nascidos vivos e uma esperança de vida ao nascer de 73 anos. A pior esperança de vida da bacia é do município de Jacinto Machado, com 69,9 anos, enquanto a melhor é de Morro Grande, com 76,9 anos. Com relação à mortalidade infantil, Criciúma e Morro Grande apresentam os índices mais altos, com 13,8 para cada mil nascidos vivos.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) não estabelece índices ideais, pois a saúde da população depende também de fatores regionais, socioeconômicos, culturais, epidemiológicos, entre outros, sendo impossível estabelecer um parâmetro.

Entre as vulnerabilidades relacionadas à saúde, destacam-se a ausência de médicos em Maracajá e Morro Grande, de leitos hospitalares em Urussanga, Nova Veneza, Içara, Treviso, Ermo e Siderópolis, e a falta de informações sobre a mortalidade infantil em Urussanga, Treviso, Forquilha, Ermo, Timbé do Sul e Siderópolis.

A falta de médicos apresenta-se como uma possível vulnerabilidade da bacia. Apenas Araranguá e Criciúma, com 2,23 e 2,11 respectivamente, possuem mais médicos que a média brasileira, de 1,86 médicos a cada mil habitantes.

A presença de domicílios com rádio, televisão e/ou acesso à internet facilita o acesso à informação e, conseqüentemente, influencia diretamente na capacidade de alerta preventivo da bacia. A fonte de informação mais consultada na bacia é a televisão, presente em 97,2% dos domicílios particulares permanente, seguida por rádio, presente em 89,8%, e computador com acesso à internet, em 31,7% (IBGE, 2010).

O IDH médio da bacia é de 0,801. Todos os municípios da bacia apresentam IDH acima da média brasileira, de 0,718. Urussanga, Criciúma e Turvo são, respectivamente, os três municípios com IDH mais altos, enquanto Timbé do Sul, Ermo e Jacinto Machado os três

mais baixos, refletindo novamente a vulnerabilidade social dos municípios rurais (PNUD, 2003; 2011).

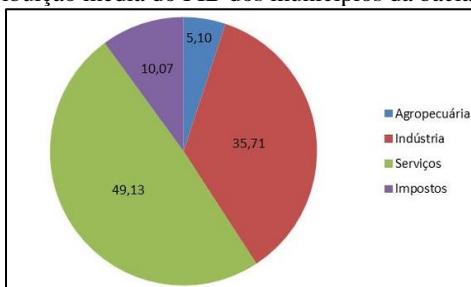
Jacinto Machado, município tipicamente rural, merece atenção especial com respeito à vulnerabilidade social. Além dos baixos indicadores de saúde, também apresenta baixos indicadores de saneamento, alta taxa de urbanização, uma das mais altas razões de dependência e o pior IDH da bacia.

Com relação à dimensão social nota-se maior vulnerabilidade nos municípios rurais, principalmente sobre o êxodo rural, educação, desenvolvimento humano, saúde e saneamento. A vulnerabilidade social relacionada à demografia, como a densidade demográfica, é mais acentuada nos municípios urbanizados, concentrando a população em maior número de habitantes em zonas de risco. O saneamento e a urbanização são fatores de risco para todos os municípios da bacia, principalmente a falta de rede de coleta e tratamento de esgoto.

B) Econômica

O setor de serviços é o que mais contribui ao PIB dos municípios da bacia, com 49,13%, seguido do industrial, com 35,71%, impostos, com 10,07% e, por último, o setor da agropecuária, com apenas 5,10%. Apesar do setor de serviços ser o maior contribuinte aos PIBs Municipais, a agricultura e a mineração possuem grande influência econômica na bacia do rio Araranguá (Figura 13).

Figura 13 - Distribuição média do PIB dos municípios da bacia por setor



Fonte: IBGE (2010 b).

Os municípios com maiores PIB da bacia são os mais urbanizados: Criciúma, Içara e Araranguá, respectivamente. Os três municípios com PIB mais baixos possuem maioria da população rural. De forma geral, os PIB Municipais possuem relação direta com a

urbanização. No entanto, a distribuição per capita do PIB não responde da mesma maneira, evidenciando a alta desigualdade de distribuição de renda nos municípios com PIB mais alto, ou seja, mais urbanizados (IBGE, 2010b).

Treviso destacasse como maior PIB per capita da bacia, com R\$ 52.665,01. Entre os municípios mais vulneráveis economicamente estão Timbé do Sul, com o pior PIB per capita da bacia, e Araranguá, que apesar de ser o 3º município mais rico possui o segundo pior PIB per capita da bacia. O PIB per capita médio da bacia é de R\$ 22.780,36 (IBGE, 2010b).

Figura 14 - PIB dos municípios da bacia

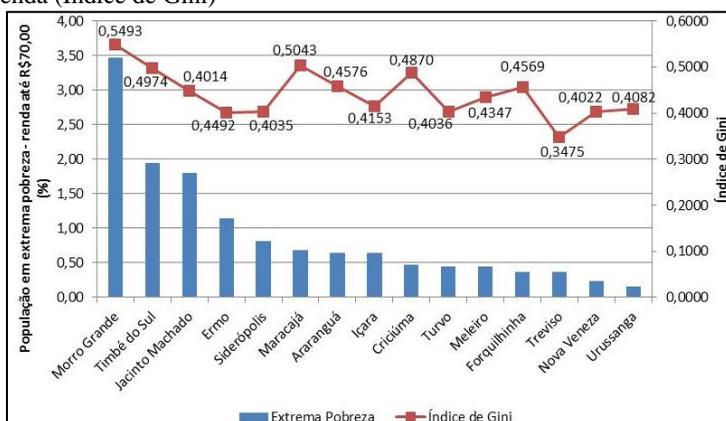


Fonte: IBGE (2010 b).

Como mostra a Figura 15, os 4 municípios da bacia com a maioria da população vivendo na zona rural são também os que possuem maior parcela da população vivendo abaixo da linha de extrema pobreza, estipulada pelo governo federal como a renda per capita familiar de até R\$70,00. Morro Grande, apesar de apresentar um dos maiores PIB per capita da bacia (3º), possui a maior taxa de pobreza, 3,47%, e o mais alto Índice de Gini, representando a maior desigualdade de distribuição de renda entre os municípios da bacia. Os municípios da bacia possuem em média 0,91% da população em extrema pobreza e Índice de Gini médio de 0,4412 (IBGE, 2010).

Destaca-se a baixa vulnerabilidade econômica de Treviso, município com o maior PIB per capita da bacia, menor desigualdade de renda (Índice de Gini), baixo índice de pobreza e baixa taxa de desemprego.

Figura 15 - População em extrema pobreza (%) e desigualdade de distribuição de renda (Índice de Gini)



Fonte: IBGE (2010).

Maracajá possui a 2ª maior desigualdade de distribuição de renda e a maior taxa de desemprego da bacia; 4,82% da população economicamente ativa de 16 ou mais anos de idade estão desocupadas. Os municípios mais urbanizados da bacia também apresentam altas taxas de desemprego, com destaque para Criciúma, Araranguá e Içara. A média de desemprego da bacia é de 3,22% (IBGE, 2010).

Cerca de 24% da população economicamente ativa da bacia possui a agropecuária como fonte de renda principal. A distribuição acompanha as características municipais: os municípios com maioria da população rural também são os que possuem maior parcela da população com a agropecuária como fonte de renda principal (IBGE, 2010).

As estatísticas da população empregada na agropecuária pode não refletir as reais características da economia da região, pois muitos produtores rurais conduzem seu empreendimento por conta própria sem utilizar empregados, além dos que produzem apenas para seu próprio consumo. Muitos vivem em pequenas propriedades, utilizando mão-de-obra familiar e produzindo para a sua subsistência, mantendo-a ocupada mas sem relação empregatícia formal. A Confederação Nacional de Agricultura (CNA) indica que há necessidade de mudanças na legislação trabalhista brasileira, hoje voltada exclusivamente para a realidade dos centros urbanos do país, ao argumentar que as leis ignoram as características do processo produtivo na atividade rural (COMASSETTO, 2008).

C) Ambiental

Tendo em vista todas as vulnerabilidades naturais, faz-se necessário reconhecer como a população da bacia do rio Araranguá vem alterando a paisagem, ou seja, a degradação ambiental antropogênica.

Na região norte da bacia predomina a atividade industrial, incluindo setores químico, metal-mecânico, vestuário, agroindústria, cerâmico e, principalmente, mineração de carvão. Na agropecuária destacam-se as culturas do arroz irrigado, fumo, feijão e banana, e na pecuária, a bovinocultura de leite e a avicultura de corte. No lado sul, a atividade predominante é a agropecuária, principalmente o cultivo de arroz irrigado e a fumicultura, além dos cultivos de milho, feijão, mandioca, cana-de-açúcar, banana e pastagens. Na pecuária, destacam-se a avicultura, bovinocultura e suinocultura. Estas atividades, somadas ao processo de urbanização, desmatamento e poluição hídrica, destacam-se como as principais causas da degradação ambiental da região (COMASSETTO, 2008; GOULART et al., 2005).

A história da bacia do Rio Araranguá está muito atrelada a mineração do carvão, principalmente entre as décadas de 50 e 80, sendo notável o impulso desta atividade econômica no desenvolvimento tecnológico e industrial regional e nacional. Não obstante a essa grande importância, também figura como uma das regiões mais degradadas do país, externando riquezas e internalizando a degradação ambiental. A sucessão de cavas a céu aberto, pilhas de estéril, túneis e escavações, e lagoas de decantação, associado com a remoção completa da cobertura vegetal, produziram um triste cenário de forte descaracterização paisagística e degradação ambiental, como a acidificação dos rios, principalmente nas sub-bacias do rio Mãe Luzia e dos Porcos, que ainda possuem atividades de mineração de carvão (COMASSETTO, 2008; GOULART et al., 2005).

Devido a esse intenso processo de degradação, em 1980, através do Decreto Federal Nº 85.206/80, a região sul de Santa Catarina foi considerada como Área Crítica Nacional, para efeito de Controle da Poluição e Conservação da Qualidade Ambiental. Ainda hoje, a bacia do rio Araranguá é considerada uma das mais poluídas do Brasil.

Os efeitos ambientais negativos da mineração se estendem por quase toda a bacia do rio Mãe Luzia, até a foz do rio Araranguá, trazendo sérios prejuízos ao abastecimento público e industrial, turismo e pesca. Pilhas de rejeito de minério amontoadas nas proximidades de Treviso e Siderópolis alteram de forma irreversível a morfologia dos fundos de vales dos rios Fiorita, do Pio e Médio rio Mãe-Luzia. Lagos

de decantação associados barram tributários menores e alteram a trajetória dos canais principais. A água acidificada torna a recuperação complexa, pois toda a cadeia do ciclo hidrológico (água superficial e água subterrânea) encontra-se comprometida. A situação é ainda mais grave em épocas de menor pluviosidade, pois o rio Mãe Luzia é um dos principais tributários da bacia do rio Araranguá. Prejuízos inestimáveis também são sentidos pela agricultura, pois na inundações das planícies depositam-se no solo detritos carregados pela rede de drenagem (DANTAS et al. 2007; GOULART et al., 2005).

Apesar de encontrar-se fora dos limites da bacia, a Usina Termoelétrica Tractebel, localizada no município de Capivari de Baixo, explora 90% de seu consumo de carvão mineral na bacia Carbonífera, em municípios que integram o território delimitado pela bacia do Araranguá, como Criciúma, Içara, Forquilha, Siderópolis e Treviso (COMASSETTO, 2008).

A bacia Carbonífera é caracterizada principalmente pela exploração de carvão e depósito de rejeitos piritosos, além da presença de outras atividades industriais (agroindústrias, metalúrgicas, cerâmica, vestuário, tintas, plásticos e esmaltes) e agropecuárias (fumo, milho, arroz, feijão, banana, bovinocultura e avicultura) provocando alterações marcantes na paisagem natural e, conseqüentemente, prejudicando a qualidade do ar, do solo e dos rios da região (Mãe Luzia, Sangão e dos Porcos). A inexistência de um sistema de coleta e tratamento de esgoto tem contribuindo ainda mais para a situação ambiental (COMASSETTO, 2008).

Na maior parte das áreas de planícies fluviais e de deques aluviais da bacia, em terrenos planos e mal drenados, explora-se de forma intensiva a rizicultura moderna, com grande aporte tecnológico em mecanização e insumos agrícolas, incluindo defensivos químicos. O uso indiscriminado de defensivos agrícolas e o conflito pelo uso da água são os dois principais problemas ambientais desta região (COMASSETTO, 2008; DANTAS et al. 2007).

A monocultura é prejudicial ao meio natural pela eliminação de outras espécies, principalmente as nativas, e as condições socioeconômicas da população em casos de oscilações de mercado ou entressafas (GOULART et al., 2005).

A rizicultura apresenta-se em grande expansão na região, avançando sobre os depósitos de leques aluviais, justamente em zona de recarga do aquífero poroso, área considerada por Krebs (2004) como de vulnerabilidade crítica à contaminação. Apesar da grande vocação agrícola desta região, proporcionada pelo relevo plano e solos

adequados, o uso indiscriminado de defensivos agrícolas em um ambiente de nível freático raso ou subaflorante promove uma inevitável contaminação dos recursos hídricos superficiais, afetando toda a rede de canais. A contaminação do aquífero poroso é especialmente preocupante, pois este vem sendo utilizado para o abastecimento humano de diversas localidades na região, como já mencionado.

Além das características naturais de impermeabilização do solo da planície costeira pela elevação do lençol freático, mais de 20% da área da bacia é ocupada pelo cultivo do arroz irrigado, fator que torna o solo ainda mais impermeável devido à mecanização e outros procedimentos de manejo, interferindo diretamente na suscetibilidade a cheias (EPAGRI/ICEPA, 2008 citado por COMASSETTO, 2008).

Embora a mineração resulte numa degradação mais intensa sobre a qualidade das águas, a agricultura representa impactos ambientais de maior extensão. Além da impermeabilização do solo e da contaminação dos recursos hídricos, a derrubada da vegetação primária para abertura de áreas agriculturáveis vem causando sérias transformações na bacia. A abertura de canais entre as canchas faz com que haja transposição de água entre rios de uma mesma sub-bacia, ou até mesmo entre sub-bacias, universalizando sedimentos em suspensão bem como poluentes da adubação química e orgânica (GOULART et al., 2005).

Conflitos de uso de água são mais frequentes na porção ocidental da bacia. A grande quantidade de água necessária para o plantio de arroz é obtida pelo bombeamento direto dos canais principais e, em parte, por poços tubulares. De acordo com Krebs (2004), tal consumo de água para irrigação vem promovendo uma redução expressiva da vazão dos rios, principalmente durante a vazante, e uma superexploração do aquífero poroso dos leques aluviais, acarretando no rebaixamento regional do nível piezométrico. Essas práticas, associadas à retirada da mata ciliar, provocam também o assoreamento dos cursos d'água, prejudicando principalmente os pequenos agricultores e o abastecimento de água dos municípios menores (DANTAS et al., 2007).

As condições do relevo com pouca declividade favoreceram o uso da irrigação no sistema de inundações, ao passo que a proximidade com os rios, que facilita a derivação da água superficial, dinamizaram a ocupação das margens para o cultivo do arroz. A retirada da mata ciliar, considerada Área de Preservação Permanente (APP), potencializa a ocorrência de erosão, facilitando o escoamento superficial de resíduos químicos utilizados no cultivo do arroz, além de provocar o assoreamento e aumento da turbidez da água dos rios, comprometendo sua qualidade (COMASSETTO, 2008).

Figura 16 - Paisagem Característica da Bacia do Araranguá no Subsistema Arroz Irrigado



Fonte: ALEXANDRE (2007) citado por COMASSETTO (2008).

Distribuir água de modo a atender todos os rizicultores sempre foi um grande desafio na bacia do rio Araranguá. Os grandes usuários de água, numa tentativa de equacionar este problema, passaram a organizarem-se em associações de irrigação com o objetivo de gerenciar o uso (ADAMI & CUNHA, 2011).

A primeira associação de irrigação surgiu em 1984, na microbacia do rio da Pedra, dando início a um movimento social organizado a fim de resolver um conflito de bem comum. A partir da organização da distribuição eliminou-se a dependência dos agricultores aos proprietários de fontes de água, que cobravam taxas de utilização dos canais, além da regulação da quantidade de água utilizada por cada associado. Hoje existem 21 associações de irrigação na bacia (ADAMI & CUNHA, 2011).

Como já citado no estudo da vulnerabilidade social, a alta densidade populacional, provocada pelos processos de urbanização, é a principal causa para as inúmeras situações de emergência e/ou estado de calamidade pública associadas a pluviosidade na bacia do rio Araranguá. O processo de urbanização intensifica a ocupação de áreas de risco sujeitas a inundações e/ou encostas íngremes sujeitas a escorregamentos. A substituição da vegetação nativa prejudica a proteção do solo e a infiltração da água da chuva, propiciando a acumulação e o escoamento superficial concentrado. A retinização e/ou canalização dos rios, repletos de entulhos, dificultam a vazão normal da água junto à foz, ocasionando transbordamento e/ou erosão das encostas. Essas

características dispensam a ocorrência de altos índices pluviométricos para a ocorrência de desastre natural (HERRMANN, 2007).

As regiões que fazem limite imediato com a bacia hidrográfica do rio Araranguá sofrem um processo de expansão imobiliária acelerada em decorrência do turismo de veraneio. Devido à fragilidade do ambiente natural da região, a urbanização pode acarretar sérios impactos ambientais na bacia do rio Araranguá, resultantes principalmente da contaminação do lençol freático, impermeabilização do solo e remobilização eólica (DANTAS et al., 2007).

Os resíduos dispostos de maneira inadequada podem entupir bueiros, canais e tubulações de drenagem, ocasionando alagamentos. Em situações extremas podem até mesmo dificultar o fluxo normal do rio, funcionando como uma represa e proporcionando o rápido aumento do seu nível (KOBAYAMA, 2006).

Outro problema comum na bacia do rio Araranguá e em praticamente todas as bacias do Brasil é a disposição inadequada de esgotos domésticos e industriais, refletindo sobre a qualidade dos recursos hídricos e, conseqüentemente, afetando a vulnerabilidade da população.

Como consequência de toda forma de poluição hídrica e degradação ambiental, boa parte dos rios da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá apresentam-se fora dos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para água doce superficial: rio Mãe Luzia, rio Pio, rio Fiorita, rio Sangão, rio Araranguá, rio Porcos, rio Morosini, rio Kuntz, Lagoa Língua do Dragão, rio Tonin, rio Maina, rio Criciúma e rio dos Porcos (KREBS, 2004).

A situação de Ermo é delicada. O município apresenta o pior índice da população total abastecida por rede de distribuição de água (30,1 %) e o 2º maior consumo diário de água por habitante (193,9 L/hab.d). De acordo estudos de Krebs (2004), as análises das águas subterrâneas de Ermo apresentam valores de pH, Ferro Total e Coliformes Totais fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria Nº 518/2004, do Ministério da Saúde.

O município de Jacinto Machado também merece atenção, pois possui apenas 52,8% de índice de abastecimento por rede de distribuição de água. De acordo análises feitas por Krebs (2004), os padrões de Coliformes fecais e Coliformes totais da água subterrânea de Jacinto Machado apresentaram-se fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria Nº 518/2004, do Ministério da Saúde.

As condições da água subterrânea do município de Meleiro também são preocupantes, pois apenas 52,1% dos domicílios são

abastecidos por rede de abastecimento de água. De acordo com Krebs (2004), as qualidades da água subterrânea do município variam conforme o aquífero, sendo boas no Guarani, e fora dos padrões nos Leques Aluviais.

Com relação à cobertura vegetal, a realidade da bacia do rio Araranguá não difere da grande maioria das bacias brasileiras. Como consequência do processo de crescimento demográfico, urbanização e aumento da produtividade agropecuária, o desmatamento também se acelerou ao longo dos últimos anos, principalmente para utilização da madeira na construção de casas, abertura de campos de pastagem, áreas de cultivo e estradas, utilização de lenha com fins energéticos nas estufas de fumo, olarias, cerâmicas e outras indústrias. Com o crescimento da construção civil, cresce também a exploração sobre espécies com valor comercial como a canela, louro, cedro, ipê e itaúba. Nas áreas planas, espécies como baguaçu, peroba, ipê amarelo, figueira, sobragi, palmitero e bacopari deram lugar a extensas áreas de cultivo de arroz em rotação com a pecuária (GOULART et al., 2005).

A bacia do rio Araranguá apresenta um panorama fitoecológico bastante alterado em relação à vegetação original, estando entre aquelas de menor cobertura florestal do estado. Atualmente a mata nativa só está presente a oeste, nas partes correspondentes às escarpas de basalto, onde ainda se encontram espécies pertencentes à Floresta Ombrófila Densa Montana e Submontana. Faixas estreitas ao longo do litoral apresentam vegetação de restinga, no restante da área, ocorre quase que somente vegetação secundária (GOULART et al., 2005).

O Planalto dos Campos Gerais reduziu drasticamente a cobertura florestal original pelo corte de araucárias realizado principalmente ao longo do século XX para a indústria madeireira. Hoje, as araucárias podem ser vistas com maior abrangência apenas nos altos vales dos rios Pelotas e das Antas (DANTAS et al., 2007).

A preservação da vegetação nativa nas Escarpas da Serra Geral deve-se, principalmente, às condições de difícil acesso e baixa aptidão agrícola. A ocupação ocorre com maior abrangência na parte mais baixa da encosta, nos municípios de Jacinto Machado, Timbé do Sul, Morro Grande, Nova Veneza, Siderópolis e Treviso, através da exploração pecuária, principalmente bovinos e aves, e a fruticultura, destacando-se o cultivo da banana, mais no sul da bacia. Especial atenção deve ser dada ao cultivo de fumo, bastante comum na região, devido a pouca cobertura do solo, podendo ocasionar erosão laminar (DANTAS et al., 2007).

Para Scheibe et al. (2003), a preservação da floresta nas áreas das escarpas é de extrema importância, não só por sua rica biodiversidade, como também para proteção contra processos erosivos e para regulação dos rios, relativamente curtos. Segundo Vill (2006) citado por Comassetto (2008), a preservação da Serra Geral se justifica por sua beleza cênica e paisagística, que, associada à preservação da biodiversidade, apresenta como potencial o desenvolvimento da atividade turística na região, além de sua importância para o sistema hidrológico da região sul, pois abriga as nascentes dos principais rios que abastecem as bacias do Mampituba, Araranguá e Urussanga.

A maior parte da mata ciliar da bacia do rio Araranguá foi substituída por culturas cíclicas e pastagens devido à proximidade da água e à fertilidade do solo, ficando restrita apenas aos trechos de difícil acesso, como depressões e encostas íngremes. A silvicultura é bastante expressiva, ocupando, por exemplo, até 23% do território do município de Criciúma. Os eucaliptos foram plantados nestas áreas para serem utilizados como escoras nas minas de carvão e, em menores proporções, como lenha no beneficiamento do fumo e indústria de cerâmica (GOULART et al., 2005).

Ao longo do rio Araranguá observam-se diversas irregularidades quanto à preservação da mata ciliar, onde lavouras, indústrias, residências e comércios avançam próximos ao curso d'água.

Na região litorânea da bacia encontram-se formações vegetais primárias de grande vulnerabilidade e significado ecológico. As restingas tem sido submetidas a um intenso processo de degradação ambiental pela ampla exploração de seus recursos naturais, bem como para o desenvolvimento urbano e turístico (GOULART et al., 2005).

Com relação à questão legal, apenas 4 municípios possuem lei municipal sobre meio ambiente – Araranguá, Criciúma, Içara e Urussanga. Apenas os municípios de Araranguá, Criciúma, Nova Veneza e Urussanga já possuem Plano Diretores, enquanto os de Forquilha, Içara, Jacinto Machado, Siderópolis e Treviso estão em processo de elaboração. Ermo, Maracajá, Meleiro, Morro Grande, Timbé do Sul e Turvo não possuem nenhum instrumento normativo de regulação do uso e ocupação do solo (ADAMI & CUNHA, 2011).

Um importante mecanismo de preservação ambiental são as Unidades de Conservação (UC), regulamentadas pela Lei Federal Nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). De acordo com a própria lei, unidade de conservação é um “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes,

legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

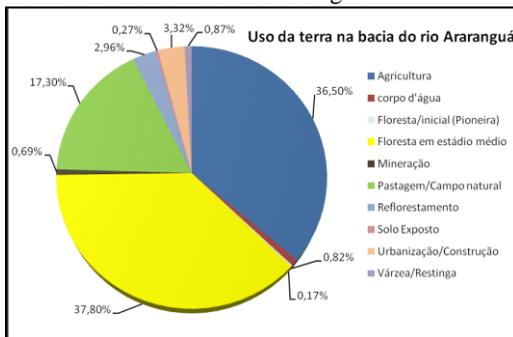
A bacia do rio Araranguá abrange 20 unidades de conservação em seu território: 17 Áreas de Proteção Ambiental (da Baleia Franca, da Nascente no Colonial, da Nascente no Morro da Cruz, da Nascente no Poço 1, da Lagoa do Verdinho, do Morro Albino, do Morro Estêvão, do Morro Cechinel, do Morro da Cruz, do Rio dos Porcos, do rio Ferreira, do rio da Serra, do rio São Bento, do rio Serrinha, do Costão da Serra, do rio Sangão e rio Santana, da Sub-bacia rio Fiorita, da Sub-bacia Rio Kuntz), e 2 Parques Ecológicos Municipais (São Francisco de Assis e Maracajá) (ADAMI & CUNHA, 2011).

A bacia hidrográfica do rio Araranguá está inserida dentro da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA), declarada como área prioritária de preservação ambiental pela UNESCO em 1991. A RBMA abrange 17 estados brasileiros em uma área de 78 milhões de hectares.

De acordo com o Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina – IFFSC, a Floresta Ombrófila Mista cobria originalmente 30,71% do estado de Santa Catarina. Hoje, sua abrangência restringe-se a apenas 13,0% da área do estado, com uma redução de cerca de 57,0% de sua cobertura original (VIBRANS et al., 2013).

Como pode ser visto na Figura 17, o principal uso da terra na bacia do rio Araranguá é de florestas em estágio médio e avançado de regeneração (37,8%) e agricultura (36,5%). As pastagens apresentam um percentual bastante expressivo na bacia do rio Araranguá, 17,3%, e encontram-se na sua maioria nas baixas encostas, onde o relevo é menos acentuado.

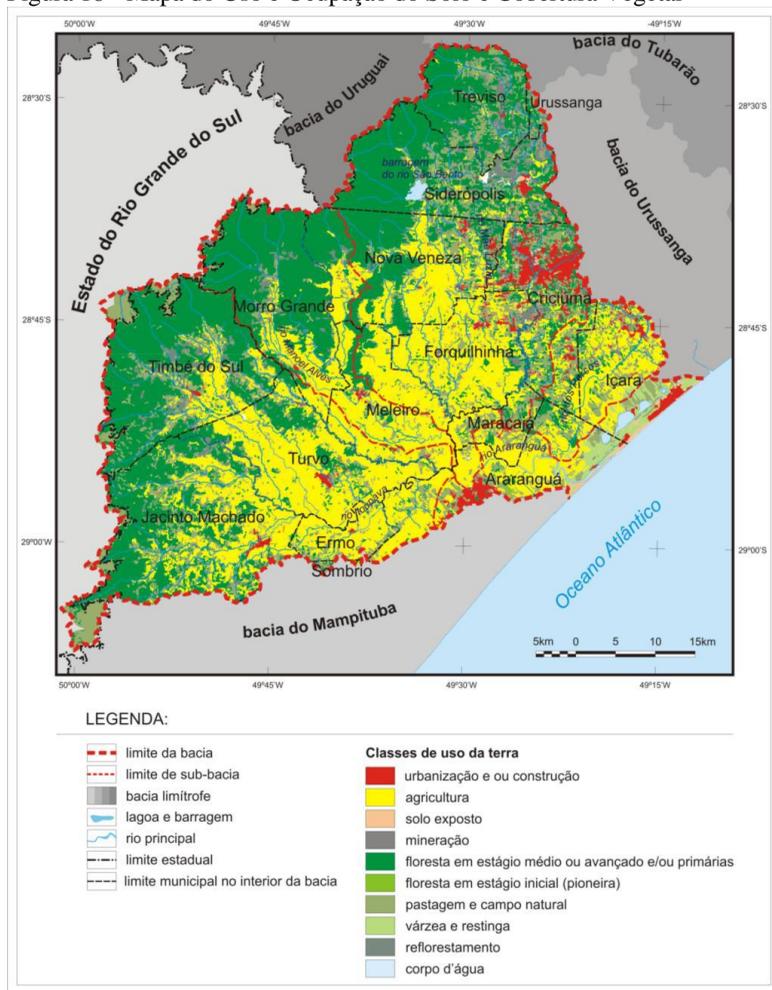
Figura 17 - Uso da terra na bacia do rio Araranguá



Fonte: ADAMI & CUNHA (2011).

O mapa do uso e ocupação do solo e da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Araranguá pode ser visualizado na Figura 18.

Figura 18 - Mapa do Uso e Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal



Fonte: ADAMI & CUNHA (2011).

A Tabela 7 apresenta as principais atividades econômicas da bacia do rio Araranguá associadas aos possíveis impactos ambientais.

Tabela 7 - Potencial impacto ambiental associado às atividades econômicas na bacia do rio Araranguá

Atividade	Potencial Impacto Ambiental
Extração de argila e outros minerais não-metálicos	Inundação de áreas, erosão, voçorocas, alteração da qualidade do solo, assoreamento, degradação visual
Cerâmicas	Contaminação hídrica (1), contaminação atmosférica (2), ruídos, resíduos sólidos perigosos e inertes
Curtume	Contaminação hídrica (3) e atmosférica (odores, gás sulfídrico e gases de caldeira)
Galvanoplastia	Contaminação hídrica e atmosférica; descarte de resíduos sólidos (4)
Fundição	Efluentes aquosos tóxicos e emissões atmosféricas (5)
Indústrias químicas	Contaminação hídrica (6)
Indústria têxtil	Contaminação hídrica (7) e atmosférica (odores, gases tóxicos e emissão de particulados)
Rizicultura, fumicultura (8)	Contaminação hídrica com altas cargas de matéria orgânica e compostos organoclorados, fosfatados, turbidez da água e poluição atmosférica
Urbanização (9)	Contaminação hídrica, do solo e atmosférica

Fonte: CETEM/MCT (2001) citado por COMASSETTO (2008).

(1) Alteração da turbidez e coloração dos corpos hídricos por sólidos em suspensão e material argiloso, presença de sulfatos, cloretos, fluoretos, boro, matéria orgânica e metais pesados (chumbo e zinco em solução e em suspensão).

(2) Material particulado, óxidos de enxofre, de nitrogênio e carbono (SO_x, NO_x e CO₂), cloretos, fluoretos, amônia e boro.

(3) Efluentes ricos em matéria orgânica, sais de cromo, sulfatos, cal, gás sulfídrico dissolvido, colóides, sabões, alteração do pH natural, coloração.

(4) Presença de metais pesados, cianetos, sulfetos e fluoretos, alteração do pH natural, sais dissolvidos e vapores ácidos.

(5) SO_x, NO_x, CO₂, material particulado e óxidos metálicos.

(6) Sólidos em suspensão, ácidos ou álcalis, sais tóxicos (fluoretos, fosfatos, sulfatos), solventes orgânicos, graxas, óleos, metais dissolvidos, alteração de temperatura etc.

(7) Efluentes fortemente alcalinos, ricos em matéria orgânica, elevado DBO, cloro, hipoclorito e bissulfito de sódio.

(8) Cultivo e beneficiamento de arroz e fumo com emissão de gases na atmosfera pelos secadores de arroz e estufas de secagem do fumo.

(9) Pela deposição inadequada de efluentes domésticos e industriais com elevada carga de matéria orgânica e presença de metais pesados.

De forma geral, além das características naturais, as principais vulnerabilidades ambientais da bacia do rio Araranguá são: ocupação em áreas de risco, desmatamento, conflitos pelo uso da água e poluição hídrica.

D) Práticas Adaptativas Locais

O estudo da capacidade adaptativa da bacia desenvolveu-se na identificação de iniciativas locais relacionadas ao objetivo do trabalho. Sendo assim, procurou-se reconhecer como a população está enfrentando as adversidades, permitindo identificar elementos que possam ser valorizados na adaptação a eventos climáticos extremos.

De forma geral, observam-se práticas com objetivos diversos que melhoram a capacidade adaptativa da população da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, como a formação de Secretarias da Defesa Civil, construção de barragens e comportas, projetos socioambientais, planos de alerta, entre outros. Alguns exemplos de projetos na região relacionados ao objetivo deste trabalho são o Projeto Microbacias, Projeto GeoParque, Projeto Piava Sul, Projeto Águas Limpas, o Caderno do Educador, Projeto Grãos, Projeto SC Rural, Projeto TSGA, entre muitos outros.

O movimento ambientalista, organizado por meio de associações sem fins lucrativos, tem forte atuação na região, em especial contra a exploração do carvão mineral. A ONG Sócios da Natureza, fundada em 1996, tem atuação destacada no movimento ambientalista da bacia do Rio Araranguá. Ao longo dos últimos anos, a organização vem fazendo denúncias dos problemas socioambientais e participando ativamente das propostas de desenvolvimento sustentável na região. Além da defesa da preservação ambiental, a ONG também organiza eventos relacionados a eventos climáticos extremos, como por exemplo o Primeiro Encontro da Região Sul sobre Fenômenos Naturais, Adversidades e Mudanças Climáticas: suas causas, efeitos e necessidades de adaptação, realizado no município de Araranguá no ano de 2004 (COMASSETTO, 2008).

As comportas construídas no rio Araranguá em 2007 são exemplos de medidas estruturais de adaptação a eventos climáticos extremos. Após suas instalações, diminuíram a frequência e intensidade das inundações nos bairros Barranca e Vila São José, em Araranguá, evitando a remoção e realocação de aproximadamente 40 famílias em abrigos temporários, pois, mesmo em casos extremos de

transbordamento, há tempo hábil para realizar a retirada da população (NILES, 2009).

O Decreto Estadual nº 728, de 13 de dezembro de 2011, criou 36 (trinta e seis) Coordenadorias Regionais de Defesa Civil, que irão funcionar junto à sede das Secretarias de Estado de Desenvolvimento Regionais. Até o momento, 13 coordenadorias regionais foram ativadas no Estado, enquanto as outras serão ativadas gradualmente. Na bacia, apenas a COREDEC de Criciúma está implementada. Araranguá criou uma Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil através da Lei Municipal Nº 3148, de 19 de abril de 2013.

A criação destes organismos reflete o esforço municipal na prevenção e recuperação de desastres naturais e, possivelmente, na qualidade dos serviços de informação e registro. Criciúma e Araranguá, as duas maiores cidades da bacia, apresentem o maior número de registros de desastres naturais.

Em entrevistas com lideranças locais foi identificado um projeto inovador na bacia do rio Araranguá que incorpora elementos estritamente relacionados à definição de Pagamento por Serviços Ambientais da Lei Estadual Nº 15.133/2010.

O Projeto Ingabiroba, desenvolvido pela Associação de Drenagem e Irrigação de Santo Izidoro (ADISI), localizada no município de Nova Veneza, vem obtendo bons resultados nos últimos anos ao oferecer descontos na anuidade aos rizicultores associados que disponibilizarem uma área para recuperação da mata ciliar.

Em entrevista realizada no dia 9 de julho de 2013 com o Sr. Sérgio Marini, Presidente da ADISI e da Associação Catarinense de Irrigação e Drenagem (ACID), coletaram-se informações, dados, resultados e fotos sobre o Projeto Ingabiroba.

O Projeto Ingabiroba surgiu em 1999 com a doação de um terreno às margens do Rio Cedro Médio pelo então sócio e membro da diretoria da ADISI, Sr. Luiz Cesar Albônico, para recuperação da mata ciliar.

De uma iniciativa individual, surgiu a ideia de beneficiar os agricultores associados à ADISI como forma de valorizar e incentivar boas condutas preservacionistas. Nos relatos do Sr. Sérgio Marini, tendo em vista os grandes conflitos pelo uso da água na bacia, os esforços da ADISI com o Projeto Ingabiroba caminham no sentido de garantir a sustentabilidade da agricultura, conscientizando os agricultores da importância de um ecossistema equilibrado.

A adesão é voluntária, e o associado ganha 1% de desconto na contribuição anual a ADISI a cada 1000 m² de terra doada ao projeto. Por meio de um esforço na formação de parcerias, a EPAGRI oferece a

assistência técnica para a recuperação da mata ciliar; as mudas de espécies nativas e o adubo são doados por associados da ADISI; e o plantio é feito em uma atividade de educação ambiental envolvendo os proprietários e escolas da região.

De acordo com o Sr. Sergio Marini, a educação ambiental é o grande fator de sucesso do Projeto Ingabiroba. A ADISI vem realizando atividades de conscientização ambiental há mais de 10 anos, iniciadas com a coleta de embalagens de agrotóxicos, e hoje, os associados já reconhecem a importância da preservação ambiental e colhem frutos destas práticas responsáveis.

Ao integrarem o projeto, os associados se responsabilizam em realizar um processo de recuperação da mata ciliar com mudas nativas por um período mínimo de 3 anos, recebendo descontos por 5 anos. Hoje, 8 proprietários já doaram áreas que somam quase 45 mil m² (4,5 ha).

Ao ser questionado sobre o conhecimento de iniciativas de PSA, o Sr. Sérgio Marini disse que já existem conversas iniciais sobre esta prática e as expectativas de ampliar a área de atuação do projeto, principalmente entre os membros do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, do qual faz parte. Entretanto, apesar de reconhecerem e valorizarem as propostas de PSA existentes no novo código florestal, as inconsistências e polêmicas no cumprimento da lei dificultam o avanço das discussões a nível local.

Muitas empresas já mostraram interesse em adotar o Projeto Ingabiroba, inclusive investindo financeiramente, o que poderia aumentar os benefícios aos proprietários. Entretanto, por decisão da diretoria, preferiu-se manter a gestão do projeto realizada pela própria ADISI, evitando que tome rumos conflitantes à proposta inicial e aos objetivos da associação e que se torne meramente produto de publicidade sem a real efetividade.

O Projeto Ingabiroba pode ser considerado como uma iniciativa de PSA, pois apresenta os 5 elementos de definição propostos por Wunder (2005):

- A voluntariedade da transação - pois não é uma obrigatoriedade, uma lei, uma punição;
- Especificação do serviço ambiental objeto da transação – descontos de 1% na anuidade da ADISI a cada 1000 m² de área de mata ciliar doada;
- Presença de, pelo menos, um comprador do serviço – a própria ADISI, que oferece o desconto na anuidade;

- Presença de, pelo menos, um vendedor/provedor – os rizicultores associados;
- Garantia da continuidade da oferta do serviço durante o prazo acordado entre as partes – manutenção da área com assistência técnica da EPAGRI por, no mínimo, 3 anos, com descontos por até 5 anos.

De acordo com as categorias de práticas adaptativas a eventos climáticos extremos definidas por Marengo & Raigoza (2007) esta iniciativa pode ser classificada como:

- Antecipatória – por não estar estritamente relacionada a recuperação a um desastre, e sim a prevenção;
- Autônoma – por ser espontânea, e não constituir-se de uma resposta direta ao desastre, mas sim por mudanças ecológicas em sistemas naturais, através de mudanças de comércio ou bem-estar nos sistemas humanos;
- Privada – não está abarcado por uma estrutura política, mas sim no próprio interesse racional do ator.

O Projeto Ingabiroba contribui e reflete a capacidade adaptativa da bacia. Ao dar descontos na anuidade dos associados e subsídios para a recuperação da área (mudas e assistência técnica), evita que o ônus de um bem comum fique a cargo do produtor e incentiva condutas responsáveis. Ao contribuir com a preservação ambiental sem ferir os direitos a propriedade da terra, pelo caráter voluntário da adesão. Por ser iniciativa de uma associação ativa e participante de redes sociais, como o próprio Comitê de Bacia Hidrográfica. Pelo seu caráter cooperativo, pedagógico e incentivador de boas condutas, realizando a revitalização da mata ciliar com plantas nativas sobre assistência da EPAGRI e de alunos e professores da rede de ensino da região.

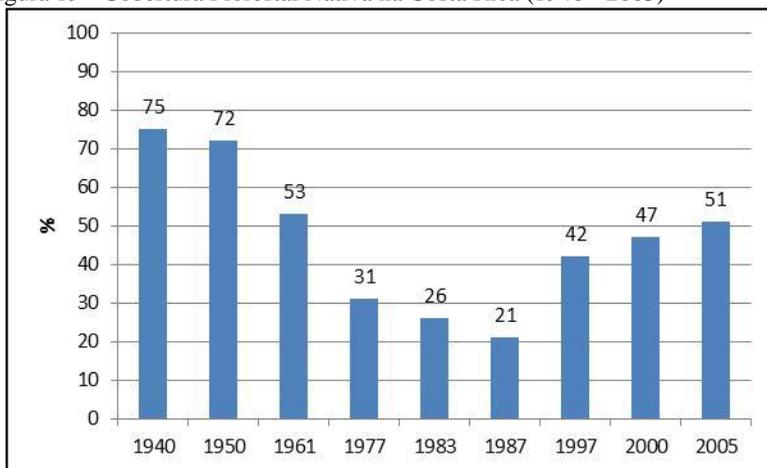
7.2 INICIATIVAS DE DESTAQUE EM PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS NO ÂMBITO INTERNACIONAL, NACIONAL E ESTADUAL

7.2.1 A Política Ambiental da Costa Rica

Na década de 50, a Costa Rica passou por um processo intensivo de alteração na paisagem natural com a derrubada de florestas nativas para a abertura de áreas para a agropecuária, apresentando uma das maiores taxas de desmatamento do mundo (CAMINO et al., 2000). Como pode ser observado na Figura 19, a cobertura florestal nativa passou de 75% em 1940 para 21% em 1987 (RODRÍGUEZ, 2011).

Os esforços do país para mudar essa trajetória se iniciaram em 1969, com a Lei Florestal N° 4.465, que descontavam impostos sobre a renda de empresas que realizavam reflorestamento. Com objetivo de aperfeiçoar a gestão florestal, a Lei sofreu alterações em 1986, 1990 e, finalmente, em 1996, com a Lei Florestal N° 7.575, que instituiu o sistema de Pagamento de Serviços Ambientais, considerado pioneiro nos países em desenvolvimento (CAMINO et al., 2000; MALAVASI, 2003).

Figura 19 - Cobertura Florestal Nativa na Costa Rica (1940 - 2005)



Fonte: RODRÍGUEZ, 2011.

A aprovação da Lei Florestal N° 7.575 faz parte de um conjunto de medidas do governo para garantir a sustentabilidade da exploração da

madeira iniciado no país ainda na década de 70. Em 1996, o país soma esforços com a realização da Rio 92 e o início das negociações internacionais sobre clima e biodiversidade. A essa altura, além de uma estrutura organizacional sólida, já existia uma vasta experiência na aplicação de incentivos econômicos para atividades de reflorestamento e conservação de floresta (FERREIRA DOS SANTOS, 2012).

As políticas ambientais do país incluem elementos fundamentais para o seu sucesso, como a participação social por meio de associações, que podem obter incentivos antes mesmo de iniciar o reflorestamento; a isenção de impostos para empresas internacionais que investem em reflorestamento no país; o custeio de todo investimento financeiro e técnico necessário para transformar a propriedade em área protegida, inclusive com o desenvolvimento de um Plano de Manejo; entre muitos outros (MALAVASI, 2003; PAGIOLA, 2006).

Além da proibição legal da mudança no uso da terra sem autorização do governo, colocando um fim na prática de ocupação incentivada pela política de colonização, e a criação de áreas protegidas, a Lei Florestal 7.575 também trouxe outras importantes inovações, pois: 1) reconhecia os serviços ambientais provisionados por florestas; 2) vinculava os pagamentos aos serviços ambientais e não mais à produção madeireira; e 3) estabelecia a contribuição fiscal dos beneficiários como fonte de financiamento adicional ao orçamento governamental (FERREIRA DOS SANTOS, 2012).

O PSA foi implementado com o objetivo de valorizar os benefícios ambientais prestados pelas florestas nativas, tornando as atividades de manejo florestal, como o reflorestamento e a proteção, mais rentáveis que o próprio uso tradicional (MALAVASI, 2003).

De acordo com FONAFIFO (2013), a característica mais importante do programa de PSA da Costa Rica é mudar o conceito tradicional de “subsídio” ou “incentivo” para o “reconhecimento financeiro” dos serviços ambientais prestados pelas florestas que, por sua vez, contribui para o seu valor ecológico, desenvolvimento social e econômico. O programa é sustentado por quatro pilares: institucionalidade, marco legal, financiamento e monitoramento e avaliação.

De acordo com a Lei Florestal Nº 7.575, serviços ambientais são as funções reguladoras realizadas pelos ecossistemas, naturais ou manejados, que afetam diretamente a proteção e a melhoria do ambiente. Reconhece como serviços prestados pelas florestas a mitigação de gases de efeito estufa, serviços hidrológicos para garantia de água para consumo humano, irrigação e produção de energia, conservação da

biodiversidade e beleza cênica para recreação e turismo (COSTA RICA, 1996; PAGIOLA, 2006).

A Lei estabelece a gestão sob responsabilidade do *Ministerio del Ambiente y Energía* (MINAE), e institui o Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) como responsável pela captação e gerenciamento dos recursos (COSTA RICA, 1996).

A atuação do FONAFIFO é imprescindível no programa de PSA da Costa Rica. Apesar de estar subordinado ao governo, é um órgão com autonomia jurídica suficiente para estabelecer convênios e conduzir negociações nacionais e internacionais. Através de 8 sedes regionais que auxiliam no monitoramento das áreas abrangidas pelo programa, a instituição também oferece apoio técnico e administrativo aos proprietários de terra (FERREIRA DOS SANTOS, 2012).

O programa é financiado por duas fontes principais: cobrança de um imposto fixo de 3,5% sobre o consumo de combustíveis fósseis e convênios voluntários com outros países, organizações mundiais e empresas privadas locais que se beneficiam dos serviços ambientais de determinadas bacias hidrográficas no país. O MINAE recolhe os recursos e repassa ao FONAFIFO, que realiza o pagamento aos proprietários de terra (COSTA RICA, 1996; MALAVASI, 2003).

Os cidadãos costa-riquenhos podem ser considerados como compradores diretos dos serviços ambientais, já que pagam sobre forma de impostos. Os pagamentos relacionados aos serviços hidrológicos são, em sua grande maioria, realizados por empresas ligadas à produção de energia hidroelétrica, abastecimento municipal de água, água engarrafada, agricultura e turismo. Sobre o sequestro de carbono, o Banco Mundial tem sido o maior comprador, através do seu Fundo BioCarbon (FERREIRA DOS SANTOS, 2012).

O Programa de PSA da Costa Rica é um esquema de incentivos econômicos a proprietários de terra pelos serviços ambientais prestados pelas suas florestas preservadas. A adesão ao programa é voluntária, e para se eleger o proprietário deve apresentar um Plano de Gestão Florestal Sustentável, desenvolvido por um engenheiro florestal licenciado. Os proprietários arcam com os custos do plano e do monitoramento da área, o que equivale a aproximadamente 15% do pagamento. Caso aprovado, é estabelecido um contrato que define as características da propriedade, do proprietário, da modalidade de proteção florestal, o prazo, os critérios de valores e formas de pagamento e os compromissos do proprietário (PAGIOLA, 2006).

Os mecanismos financeiros funcionam como uma transferência de fundos de quem se beneficia dos serviços ambientais para quem os

garante, ou produzem. Desta forma, desenvolveu-se no país uma redistribuição da riqueza, fortalecendo a economia das famílias que vivem na zona rural (MALAVASI, 2003).

Mesmo com adesão voluntária, o FONAFIFO tem colocado grandes esforços para incentivar usuários de água a pagar pelos serviços ambientais utilizados, como é o caso das hidroelétricas, empresas de distribuição de água, irrigação, hotéis, etc. Um dos grandes fatores de sucesso é o investimento na própria bacia da qual o usuário retira a água, facilitando o interesse pela preservação local. Em 2005, fundos adicionais foram introduzidos com a mudança nas tarifas de uso da água, incluindo uma taxa de conservação. Com esta medida, espera-se aumentar em até 10 vezes os recursos oriundos da cobrança pelo uso da água, contribuindo com a capacidade de gestão e financiamento do programa de PSA (PAGIOLA, 2006).

Apesar dos esforços iniciais, financiamentos da indústria do turismo para conservar os benefícios indiretos dos ecossistemas naturais ainda não obtiveram resultados significativos, deixando áreas com baixo potencial de sequestro de carbono ou serviços hidrológicos (maioria das áreas prioritárias) com pouco investimento (PAGIOLA, 2006).

Outras fontes de recursos são os investimentos de organizações internacionais interessadas nos serviços ambientais prestados pela Costa Rica, tendo em vista sua importância para a comunidade global, bem como em negociações no mercado de carbono. Sendo assim, o programa de PSA da Costa Rica é apenas parcialmente financiado pelos usuários dos serviços ambientais preservados. No entanto, percebe-se que o interesse dos usuários dos serviços ambientais vem crescendo ao longo dos anos devido ao destaque que o programa vem ganhando a nível nacional e internacional (PAGIOLA, 2006).

Os empréstimos e doações de instituições internacionais representam a maior parte do financiamento do programa, 45%. Em seguida estão os impostos sobre o consumo de combustíveis fósseis, arrecadando cerca de 40% do financiamento total do programa. Sendo assim, o programa ainda é altamente dependente de dinheiro público e de doações externas (FERREIRA DOS SANTOS, 2012).

O manual de procedimentos para o funcionamento do programa é revisado todo ano pelo FONAFIFO, que também recebe as solicitações de novas adesões, avalia, aprova e monitora as áreas abrangidas, além de determinar as áreas prioritárias de preservação (MALAVASI, 2003).

As modalidades de serviços ambientais aptas a receber os pagamentos são de caráter florestal, as quais são: proteção de florestas

nativas; reflorestamento; manejo de baixo impacto em florestas nativas; sistemas agroflorestais.

A proteção de florestas nativas implica na realização de atividades de conservação, estabelecidas por um Plano de Manejo, como a prevenção de incêndios, controle da caça, da extração ilegal de madeira, de espécies nativas e plantas medicinais, entre outros. Nesta modalidade são elegíveis áreas de 2 a 300 ha por ano, e no máximo 600 ha em caso de contratos com Associações de Desenvolvimento de Reservas Indígenas (MALAVASI, 2003).

A modalidade de reflorestamento refere-se ao estabelecimento de manejo florestal por plantio em áreas desmatadas. O Plano de Reflorestamento deve conter todas as informações referentes à plantação, proteção, manejo silvicultural e aproveitamento. A área elegível é de 1 a 300 ha por ano (MALAVASI, 2003).

A modalidade de manejo florestal é regida pelos *Principios, Criterios e Indicadores de Sostenibilidad* (PC&IS) que a Administração Florestal do Estado (AFE) publica mediante decreto, com revisões periódicas. O PC&IS estabelece normas para um manejo florestal adequado para a manutenção da floresta como um ecossistema produtivo, implicando na elaboração de um Plano de Manejo com a avaliação da floresta, identificação e proteção de espécies restritas ou protegidas por lei, plano de aproveitamento de baixo impacto, definição dos limites, limitação de uso florestal em áreas prioritárias para a preservação, proteção de encostas e margens de rios, proteção contra incêndio, caça, além da aplicação de tratamento de resíduos da silvicultura. A área elegível é de 2 a 300 ha por ano. Esta modalidade, em especial, é motivo de grande discussão entre movimentos ambientalistas e o setor florestal do país (MALAVASI, 2003).

Os serviços agroflorestais foram introduzidos como uma modalidade de PSA em 2002, e implica na introdução de espécies arbóreas nos sistemas de produção agrícola, intercalando-as entre os pastos e áreas de cultivo. Os agricultores podem receber pelo plantio de até 3500 árvores, e o pagamento é feito em três parcelas anuais, com valor dependendo do tipo de sistema, características das árvores e área (MALAVASI, 2003).

A remuneração pelos serviços prestados e os prazos são estabelecidos de acordo com a modalidade, apresentados na

Tabela 8 - Distribuição do valor total por modalidade de serviços ambientais no PSA da Costa Rica

Tabela 8. Os pagamentos são feitos em função da adoção de práticas de gestão, o que facilita o monitoramento, pois os serviços não são

valorados individualmente. O valor dos pagamentos é ajustado anualmente em relação ao ano anterior de acordo com a inflação. De um modo geral, os valores são uniformes para todo o país. No caso de financiamentos privados, a empresa, juntamente com o FONAFIFO, estabelece os prazos, valores e limites de área (DANIELS et al., 2010 citado por FERREIRA DOS SANTOS, 2012).

Tabela 8 - Distribuição do valor total por modalidade de serviços ambientais no PSA da Costa Rica

Modalidade	Valor Total por hectare (US\$)	Distribuição Anual				
		1	2	3	4	5
Proteção	320	20%	20%	20%	20%	20%
Reflorestamento	816	50%	20%	10%	10%	10%
Manejo	205	50%	20%	15%	10%	5%
Sistemas Agroflorestais	1,30 por árvore	65%	20%	15%	-	-

Fonte: DANIELS et al., 2010 citado por FERREIRA DOS SANTOS, 2012.

Apesar dos pagamentos serem efetuados num prazo máximo de 5 anos, o prazo dos contratos também variam conforme a modalidade. No caso do PSA de proteção florestal, os contratos também são de 5 anos, podendo ser renovados pelo mesmo tempo; no caso do manejo, de 10 anos; o reflorestamento tem o contrato com prazo de acordo com a colheita da espécie, sendo no máximo por 15 anos; já nos sistemas agroflorestais os contratos são de 3 anos (MALAVASI, 2003).

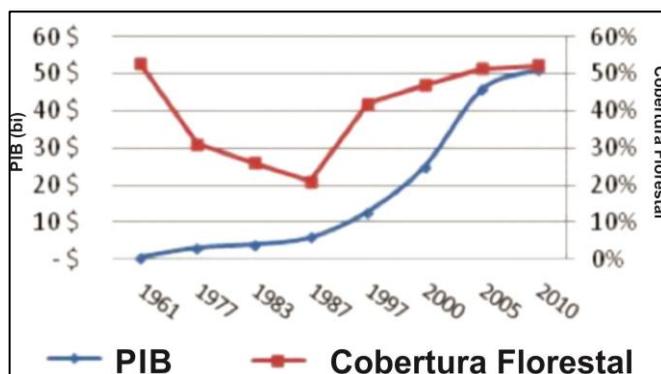
Existem três tipos de contratos: Individuais, que são firmados entre o Estado e o proprietário da terra; Globais, firmados entre o Estado e uma organização formalmente instituída por meio de uma pessoa jurídica; Reservas Indígenas, firmados entre o Estado e Associações de Desenvolvimento de Reservas Indígenas legalmente constituídas por lei. Ressalta-se que não há limite de área elegível para contratos globais, o que incentiva a organização dos proprietários em associações, fortalecendo a governança e a participação social.

O controle e avaliação do sistema de PSA da Costa Rica incluem três subcomponentes: o Sistema Integrado de Administração de Projetos (SIAP), o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Auditorias Técnicas e Financeiras. O SIAP atua em 6 módulos: consulta e divulgação de informações, acompanhamento dos contratos, compras e contratações, contabilidade, controle de pressupostos, manejo de ativos.

O SIG é utilizado para rastrear e localizar as áreas com contratos de PSA, permitindo acompanhar a evolução do desenvolvimento florestal e a produção de mapas da cobertura florestal. As auditorias contratadas pelo FONAFIFO incluem visitas de campo anuais às propriedades, avaliação de amostras florestais e análise dos cumprimentos administrativos e financeiros (MALAVASI, 2003).

O programa de PSA da Costa Rica, em conjunto com outras ações do governo, tem alcançado objetivos que impactaram positivamente em: redução da taxa de desmatamento, recuperação da cobertura florestal e áreas degradadas, redução da exploração ilegal da madeira, promoção da indústria florestal, contribuição ao desenvolvimento rural, o combate a pobreza e o cumprimento das metas ambientais globais (FONAFIFO, 2013).

Figura 20 - Evolução da cobertura florestal e do PIB da costa Rica (1961 a 2010)



Fonte: FONAFIFO & MINAET, 2012.

O objetivo secundário do programa é a geração de emprego e renda para as populações rurais a fim de estimular o desenvolvimento local. Sendo assim, existe alta correlação entre as áreas prioritárias e os índices de pobreza. No entanto, devido aos custos de oportunidade e ao custo inicial de adesão ao programa, ainda se observa maior participação de proprietários de grandes áreas, em melhor situação financeira. Os contratos globais tem sido utilizados para reduzir estes custos e aumentar a adesão da parcela mais pobre da população (FERREIRA DOS SANTOS, 2012).

Os benefícios oferecidos na modalidade de contratos Globais incentivaram a formação de associações florestais locais e do setor

privado, estimulando a participação e a gestão social no país. Quando o programa de PSA foi criado, o país já contava com uma estrutura organizacional preparada para sua gestão (MALAVASI, 2003; PAGIOLA, 2006).

A modalidade de conservação florestal corresponde a 95% das áreas matriculadas, enquanto o reflorestamento é responsável por 5%, o manejo florestal sustentável por 4%, e os sistemas agroflorestais por 1% (PAGIOLA, 2006).

De acordo com Daniels et al. (2010) citado por Ferreira dos Santos (2012), após mais de 10 anos em funcionamento, o programa de PSA na Costa Rica abrange cerca de 700 mil hectares, cobrindo aproximadamente 14% da área total do país. Apesar da grande contribuição do programa ao aumento da cobertura florestal no país, muitas outras medidas adotadas na mesma época podem ter contribuído para essa realidade, como as diversas políticas ambientais instituídas, os investimentos governamentais em educação, e a queda na rentabilidade da agropecuária, o que, conseqüentemente, pode ter reduzido a pressão sobre as florestas (ARROYO-MORA et al., 2005 citado por PAGIOLA, 2006).

De acordo com a análise de diversos estudos realizada por Pagiola (2006), a cobertura florestal nas propriedades beneficiadas pelo programa são, de forma geral, maiores que nas não participantes. De acordo com um modelo desenvolvido por Tattenbach et al. (2006), a cobertura florestal do país foi cerca de 10% maior do que seria sem os programas de PSA. Neste mesmo trabalho, Tattenbach et al. (2006) identificaram que cerca de 65% dos contratos de conservação vigentes no ano de 2005 estavam em áreas prioritárias de preservação da biodiversidade. De 1999 a 2005, estimaram um sequestro de carbono de 11 milhões de toneladas.

Durante o tempo de execução do programa registram-se impactos positivos consideráveis na expansão e na qualidade das florestas ao nível local, bem como na regeneração de áreas degradadas de mata nativa (DANIELS et al., 2010 citado por FERREIRA DOS SANTOS, 2012).

Com relação a água, a preocupação do país é claramente sobre a qualidade, haja vista que a quantidade não é um problema. Apesar do crescimento de novos financiamentos e renovações de contrato com usuários de água, o que prova o interesse dos próprios usuários em pagar pelo serviço ambiental, a maior parte dos serviços está direcionada para a produção de hidroeletricidade, com restritas áreas focadas no consumo humano (PAGIOLA, 2006).

De fato, a experiência da Costa Rica é modelo para diversas iniciativas no mundo, tendo obtido grandes resultados na recuperação florestal do país. A popularidade entre os proprietários de terra é grande, com seus pedidos de adesão sendo muito superiores à capacidade de financiamento. O FONAFIFO tem recebido regularmente representantes internacionais com o interesse em estudar programa de PSA da Costa Rica e replicá-los em seus países (PAGIOLA, 2006).

Entre os principais desafios do programa de PSA da Costa Rica estão: a oferta de pagamentos insuficientes para gerar o interesse dos proprietários na preservação de áreas prioritárias, pagamento por terras de baixa relevância ecológica, e o pagamento por práticas que seriam realizadas de qualquer maneira. Além disso, os pagamentos são baseados na adoção de práticas de gestão, e o aumento ou redução da provisão dos serviços não é medido e não influencia o valor da compensação financeira. Estes problemas podem gerar ineficiência social ou financeira ao programa (PAGIOLA, 2006).

Apesar do grande sucesso, é natural que hajam problemas, principalmente na supervalorização de serviços ambientais, já que não são realmente medidos. Gradualmente, estes erros vão sendo corrigidos, e a principal experiência que o programa de PSA da Costa Rica pode trazer é a necessidade de flexibilidade e adaptação de acordo com as circunstâncias, como a inclusão de novos mecanismos de financiamento e diversificação dos serviços ambientais abrangidos.

O balanço entre o nível de exigência dos contratos e a capacidade de gestão e monitoramento é fundamental para o sucesso do programa. Embora seja mais interessante pagar pela qualidade da área, utilizando critérios ecológicos, estas mudanças gerariam custos onerosos à sustentabilidade financeira do programa (FERREIRA DOS SANTOS, 2012).

Em 2010, consultores da *Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central* (FUNDECOR), uma ONG costa-riquenha, identificaram que o PSA é um meio de adaptação às mudanças climáticas por garantir o fornecimento de bens e serviços ecológicos através de medidas de conservação da biodiversidade (FONAFIFO/MINAET, 2012).

7.2.2 Programa Conservador das Águas em Extrema/MG

No âmbito nacional, tramita no Congresso e na Câmara o Projeto de Lei 792/2007, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), prevendo incentivos para proprietários rurais e instituições que preservem ecossistemas voluntariamente. O PL prevê a criação do Fundo Federal de PSA, com fontes de recursos variadas, como da exploração do petróleo, cobrança pelo uso da água, doações, entre outros.

Como já citado na revisão teórica deste trabalho, mecanismos financeiros de gestão ambiental já estão presentes em muitas leis brasileiras, com destaque para a Política Nacional de Recursos Hídricos, que estabelece como instrumento a cobrança pelo uso da água.

A proposta do PL inclui serviços nas categorias de provisão, suporte, regulação e culturais. Podem se beneficiar dos pagamentos pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, grupo familiar ou comunitário (populações tradicionais, povos indígenas e agricultores familiares), incluindo municípios, estados e Unidades de Conservação.

Hoje existem mais 10 Projetos de Lei anexados ao PL 792/2007, e todos eles apresentam como justificativa: a) as mudanças climáticas, a escassez de recursos naturais e a necessidade de incentivar medidas de redução de emissões e de degradação ambiental; b) incentivo às famílias pobres da zona rural que se utilizam de forma não sustentável dos recursos; c) a falência do sistema de comando e controle, que impõem restrições legais ao uso das terras (como a função socioambiental); d) incentivar as boas práticas por meio de instrumentos econômicos (PACKER, 2011).

O novo Código Florestal, aprovado em 2012 com a Lei Federal Nº12.651, também incorpora elementos de PSA. No Programa de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente, a lei incentiva o pagamento ou incentivo a serviços ambientais com retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais.

Impulsionada pela alta taxa de erosão (25t/ha/ano) e pelo custo de cerca de R\$ 20 bilhões/ano com a queda da produtividade do solo e impactos sobre os recursos hídricos, a Agência Nacional de Água (ANA) criou em 2003 o Programa Produtor de Água.

O Programa Produtor de Água é voltado para a proteção hídrica do Brasil, com foco na redução da erosão e do assoreamento de mananciais no meio rural, propiciando a melhoria na qualidade, a ampliação e a regularização da oferta de água. O programa, de adesão

voluntária, prevê o apoio técnico e financeiro à execução de ações de conservação da água e do solo, como, por exemplo, a construção de terraços e bacias de infiltração, a readequação de estradas vicinais, a recuperação e proteção de nascentes, o reflorestamento de áreas de proteção permanente e reserva legal, o saneamento ambiental, etc. Prevê também o pagamento de incentivos (ou compensação financeira) aos produtores rurais que, comprovadamente contribuem para a proteção e recuperação de mananciais, gerando benefícios para a bacia e a população (ANA, 2013).

O Programa Produtor de Água tem em Extrema/MG seu projeto piloto. Com o início da cobrança pelo uso da água nas bacias hidrográficas do rio Paraíba do Sul e dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, vislumbrou-se a possibilidade de utilizar parte deste recurso ao pagamento de incentivos a provedores de serviços ambientais. No ano de 2005, com o lançamento do Programa Conservador das Águas, a Prefeitura Municipal de Extrema/MG torna-se pioneira no desenvolvimento de PSA municipais no Brasil (ANA, 2008).

Iniciativas de conservação ambiental do município de Extrema são conduzidas há mais de 15 anos. Em 1996, o Projeto Recuperar e Preservar a Quantidade e Qualidade das Águas dos Mananciais de Consumo e Desenvolvimento do Médio Sapucaí realizou o plantio em topos de morros, práticas conservacionistas de solo, implantação de fossas sépticas e monitoramento da qualidade e quantidade do curso d'água. Em 2001, foi lançado o Projeto Água é Vida, que tinha como meta a obtenção do Diagnóstico Ambiental de Extrema/MG. Com um diagnóstico em mãos, e a existência de uma cultura conservacionista, o município encontrou um ambiente fértil para uma proposta inovadora, culminando com o lançamento da Lei Municipal 2.100/2005 que, junto aos seus decretos, disciplinam Projeto Conservador das Águas (TNC, 2011).

O Projeto Conservador das Águas tem como objetivo aumentar a cobertura vegetal, reduzir os níveis de poluição difusa rural, difundir o conceito de manejo integrado de vegetação, solo e água, e garantir a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos manejos e práticas implantados. Com a lei, a prefeitura assume a responsabilidade de utilizar recursos municipais para o pagamento de serviços ambientais, utilizando-se do Fundo Municipal para Pagamentos por Serviços Ambientais (Lei Municipal nº 2.482/2009). Além de autorizar a prefeitura a realizar convênios com entidade governamentais e da sociedade civil para o apoio técnico, a lei também permite que o fundo receba repasses do Comitê de Bacias Hidrográficas e de outros

parceiros, como o governo estadual, ou ainda receba créditos da venda de carbono ou doação de empresas e/ou pessoas (TNC, 2011).

O programa abrange quatro metas: adoção de práticas conservacionistas de solo, com finalidade do abatimento efetivo da erosão e sedimentação; implantação de sistema de saneamento ambiental (água, esgoto e resíduos); implantação e manutenção de Áreas de Preservação Permanente; e averbação de Reserva Legal em cartório. A voluntariedade na adesão, a flexibilidade de práticas e manejos adotados, os pagamentos mediante o cumprimento de metas pré-estabelecidas e realizados durante e após a implantação são as bases conceituais do Projeto Conservador das Águas (ANA, 2013).

O principal ator do projeto é o próprio produtor rural. A participação social é garantida desde a discussão do então Projeto de Lei 2.100/05, permitindo que os próprios produtores rurais apontassem os caminhos mais interessantes para aumentar a receptividade do projeto. Sendo assim, evidenciou-se no município a existência de uma parte interessada em pagar (Prefeitura) e outra em receber (proprietários rurais) pelos serviços ambientais (TNC, 2011).

O Decreto Nº 1.703/06 estabelece que o apoio financeiro aos proprietários se iniciará com o cumprimento de todas as ações propostas, e se estende por, no mínimo, 4 anos. Os critérios de habilitação são: a) ter domicílio na propriedade rural ou inserida na área do projeto; b) ter propriedade com área igual ou superior a 2 ha; c) desenvolver atividade agrícola com finalidade econômica na propriedade rural; e d) que o uso da água na propriedade esteja regularizado.

A trama institucional formada inclui o Departamento de Meio Ambiente de Extrema - recursos financeiros da municipalidade para o PSA, e gestão do projeto; Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG) – insumos para a restauração florestal (cercas e fertilizantes); TNC - apoio técnico e financeiro (mão de obra para restauração florestal); SOS Mata Atlântica - mudas; ANA – apoio técnico e financeiro para implantação das medidas de conservação de solo; CBH PCJ – apoio para mapeamento de propriedades (GUEDES & SEEHUSEN, 2011).

A área envolvida no projeto até o momento é de 5200 ha, localizados nas micro-bacias do rio das Posses e do rio do Salto, beneficiando cerca de 8,8 milhões de pessoas através do Sistema Cantareira, destinado a captação e abastecimento da Grande São Paulo (ISA, 2006).

O valor de referência (VR) corresponde a 100 Unidades Fiscais de Extrema (UFEX) por hectare por ano, dividido em 12 parcelas. Em

2010, a UFEX correspondia a R\$176,00 por hectare por ano (MANFREDINI & GUANDIQUE, 2011).

Estudos feitos por Manfredini & Guandique (2011) estimam que a adoção das medidas conservacionistas previstas no projeto Conservador das Águas reduza, em média, 60% da perda de solo devido à erosão e sedimentação, com um arrecadamento para o produtor de até R\$ 18.750,00 para o período de 4 anos proposto no projeto.

De acordo com Zolin (2010), projeto pretende garantir a proteção de 50 nascentes, 150 ha de mata ciliares, 280 ha de mata de “topo”, 300 ha de reserva legal, 1200 ha de solos conservados e 100 propriedades com saneamento.

O Projeto conta com a participação de 75 pequenos e médios produtores rurais. Em média, 12,5% das propriedades são menores que 2 hectares; 37,5% entre 2 a 10 hectares; 20% de 10 a 20 hectares; 25% de 20 a 80 ha, e 5% acima de 80 ha. A renda média mensal está entre um salário mínimo e 1.000 reais; 85% dos produtores são aposentados (GUEDES & SEEHUSEN, 2011).

O monitoramento da quantidade e qualidade de água é apoiado pela ANA, com vistorias periódicas para a efetivação dos pagamentos aos produtores. Mesmo áreas que já não pertencem mais ao projeto continuam sendo monitoradas mensalmente. Além do monitoramento realizado nas propriedades, é feito o monitoramento da qualidade de água da bacia, da precipitação e da vazão, em pontos estratégicos (GUEDES & SEEHUSEN, 2011).

Em 2009, foi realizado um estudo comparativo do uso do solo da microbacia das Posses. A cobertura de vegetação secundária inicial aumentou de 21,2 hectares para 63,9 hectares, mais de 200%, e a cobertura de vegetação secundária médio-avançada aumentou de 18,5 hectares para 19,7 hectares (TNC, 2011).

O projeto demonstrou ser bastante atrativo, agregando diversos parceiros já na sua concepção. Estas parcerias alavancaram significativos recursos para a execução das ações. No orçamento do projeto ficou claro que para cada R\$ 1,00 investido pelo Comitê, obteve-se uma participação de outras entidades no valor de R\$ 8,00 (ANA, 2008).

Os resultados obtidos contribuíram com a elevação do município de Extrema ao primeiro lugar no ranking dos municípios do estado de Minas Gerais no critério meio ambiente do Índice Mineiro de Responsabilidade Social, realizado pela Fundação João Pinheiro e publicado em abril de 2010 (FJP, 2013).

7.2.3 Programa Produtor de Água do Rio Vermelho em São Bento do Sul/SC

Em Santa Catarina, a Lei nº 15.133, de 19 de janeiro de 2010, estabelece a Política Estadual de PSA (Pepsa) e institui três subprogramas: Unidades de Conservação, Formações Vegetais e Água. Os agricultores familiares constituem o público focal. O financiamento é estabelecido por um Fundo Estadual, que deve adquirir recursos a partir da Taxa de Fiscalização Ambiental, do Fundo Especial do Petróleo e da compensação financeira dos recursos minerais.

Os tipos de serviços abrangidos pela Pepsa estão relacionados à preservação, conservação, manutenção, proteção, restabelecimento, recuperação e melhoria dos ecossistemas que geram serviços ambientais. Além disso, entre as atividades específicas listadas na lei estão: a conservação dos solos, água e biodiversidade; preservação da beleza cênica; recomposição ou restauração de áreas degradadas com espécies nativas, florestais ou não; e atividades de uso sustentável, priorizando áreas sob maior risco ambiental.

As fontes previstas são oriundas do Fundo Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (Fepsa), além de recursos originados de dotações consignadas na Lei Orçamentária Anual do Estado e de seus critérios adicionais; do mínimo de 30% da Taxa de Fiscalização Ambiental do Estado de Santa Catarina; e recursos decorrentes de acordos, contratos ou convênios celebrados com órgãos e entidades federal, estadual ou municipal. Além disso, também constituem fontes do programa doações realizadas por entidades nacionais e agências bilaterais e multilaterais de cooperação internacional ou de outras pessoas físicas ou jurídicas; o mínimo de 30% do Fundo Especial do Petróleo; e o mínimo de 30% da cota parte da compensação financeira dos recursos minerais.

A remuneração depende do enquadramento dos serviços. Proprietários rurais são prioridades no recebimento de 50% ou 100% do Valor da Unidade de Referência, considerando o atendimento às diretrizes da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais, enquanto os demais provedores deverão receber 20%. A Unidade de Referência possui o valor equivalente a 30 sacas de milho para cada hectare por ano da propriedade, fixado conforme avaliação de preço mínimo estabelecido pela Política de Garantia de Preços Mínimos, do governo federal.

Embora a lei represente um grande avanço estadual, e incorpore argumentos importantes e promissores, ainda carece de regulamentação, não estando de fato em prática ainda (ALARCON & FANTINI, 2012).

Entre as iniciativas pontuais de PSA que ocorrem no estado, uma merece destaque. O município de São Bento do Sul/SC é considerado pioneiro no pagamento por serviços ambientais em Santa Catarina, recebendo inclusive diversos títulos, como município destaque em boas práticas ambientais durante o I Encontro dos Municípios com o Desenvolvimento Sustentável, realizado em Brasília/DF, em 29 de março de 2011, e o 19º Prêmio Expressão de Ecologia.

As nascentes do rio Vermelho, manancial de abastecimento da cidade, tem suas nascentes no curso superior da Área de Proteção Ambiental Rio Vermelho/Humbolt, onde ocorre uma intensa ocupação das margens por agricultura pecuária e turismo. A exploração madeireira para o setor moveleiro, a retirada da mata nativa sem manejo adequado nas regiões de maior altitude do sul do país e a necessidade de garantir a provisão de água para abastecimento de mais de 75 mil habitantes foram os principais motivos que levaram o município de São Bento do Sul a apostar em uma iniciativa de PSA (HUBEL et al., 2011).

Criado pela Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza em 2006, o Projeto Oásis tem como objetivo estimular a conservação de áreas naturais e sua biodiversidade, a produção de água, a adoção de boas práticas de conservação e uso do solo, e o incremento de renda de proprietários de terra de diferentes regiões do país, por meio da implantação de um mecanismo de PSA (BOTICARIO, 2013).

Em São Bento do Sul a iniciativa é desenvolvida em parceria com a prefeitura com foco na geração de um subsídio de benefício econômico ao produtor ou proprietário de terras as margens do Rio Vermelho, do ponto de captação de água do município até a divisa com o município de Campo Alegre. O Programa objetiva aumentar a garantia da sustentabilidade ambiental com ganhos econômicos e ambientais, em equilíbrio com um benefício coletivo e social (HUBEL et al., 2011).

A Lei Municipal Nº 2.677, de 24 de novembro de 2010, instituiu a Política Municipal dos Serviços Ambientais, determinando o desenvolvimento de um programa específico denominado “Produtor de Água do Rio Vermelho”, sendo estabelecido pelo Decreto nº 634 de 22 de março de 2011. Para acompanhamento do PSA foi criado o Comitê Gestor do Programa Municipal de Pagamentos por Serviços Ambientais designado pelo Decreto nº 672, de 27 de abril de 2011 (HUBEL et al., 2011).

Os pagamentos são realizados com base na Unidade Fiscal do Município (UFM), que de acordo com o Decreto nº 572, de 3 de janeiro de 2011, é de R\$ 2,689. Com a implantação do Programa Produtor de Água do Rio Vermelho, a previsão de pagamento correspondente ao hectare ano é de R\$ 329,51. Para não ocorrer falta de motivação para a recuperação das áreas de APP e não perder a valoração ecossistêmica da propriedade, o decreto define o valo mínimo de 125 UFM, que corresponde atualmente a R\$ 336,24 por propriedade ao ano. Justifica-se o pagamento do valor mínimo em razão que muitos proprietários podem não ser enquadrados nos requisitos definidos pelos 18 itens para análise e consideração de cálculo.

A valoração ambiental depende de 18 variáveis: estado da APP, pequeno produtor local, presença de obras de benfeitoria em área de APP, presença de animais domésticos em APP, promoção do turismo ecológico, adensamento de APP em floresta secundária, presença de APP além do Rio Vermelho em bom estado de conservação, presença de reserva legal formada por vegetação nativa e bom estado de conservação, conectividade das áreas de vegetação nativa, conectividade da reserva legal com APP, presença de agricultura orgânica e ausência do uso de defensivos agrícolas, nascentes da propriedade preservadas com vegetação em 50 m de circunferência, presença de sistema de tratamento de esgoto distante mais de 100 m do curso d' água mais próximo, presença de técnicas eficazes de controle de erosão ou sedimentação, risco de eutrofização pela fertilização da agricultura, APP superior a 30 m do rio e 50 m da nascente, presença sem controle de uma ou mais espécies invasoras e presença de área de preservação além da APP e reserva legal.

Os contratos são firmados com o Agente Financeiro do SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto) de São Bento do Sul. São realizadas visitas de campo periódicas para acompanhar as condições das propriedades participantes. Os pagamentos aos proprietários são feitos anualmente após constatação da documentação e das ações de melhoria desenvolvidas (HUBEL et al., 2011).

Os agentes integrantes do Comitê Gestor do Planejamento Estratégico são responsáveis pelo acompanhamento do desenvolvimento das ações nas propriedades, além da definição da valoração pelos serviços ambientais. A formação do grupo tem como objetivo aproximar os representantes da comunidade do poder público, como forma de uma administração transparente e de uma sociedade atuante e participativa, permitindo a melhoria contínua do programa (HUBEL et al., 2011).

Com a elaboração do Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) das margens do rio Vermelho, iniciaram as primeiras atividades de mapeamento, onde foram definidas as delimitações das APP's nas propriedades, a classificação de uso e ocupação do solo e a demonstração de áreas de atividades com agricultura, pecuária e ocupação de benfeitorias como casas e galpões. As ações do PRAD são desenvolvidas por Técnicos Ambientais e Biólogos do Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura de São Bento do Sul, com observação do desenvolvimento da mata ciliar com espécies nativas da região, técnica de nucleação que garantem um ganho genético e de recuperação mais eficiente da vegetação (HUBEL et al., 2011).

O Programa Produtor de Água do Rio Vermelho prevê o beneficiamento a 49 proprietários rurais participantes com pagamentos anuais de até R\$329,51 por hectare de APP do rio Vermelho (HUBEL et al., 2011).

Até o momento, o programa São Bento do Sul conta com 18 propriedades contratadas, que protegem 44,85 hectares de vegetação nativa. O valor máximo pago por propriedade foi de R\$ 3.028,52 por ano (BOTICARIO, 2013).

O programa atende a uma melhoria na qualidade da água para a comunidade, com redução de elementos químicos em seu tratamento, oportunizando ainda o aumento da vazão de água na bacia, a formação de corredores naturais, a melhora da qualidade de vida dos proprietários rurais, incentiva a produção de orgânicos, estabelece a higiene e melhoria na saúde das pessoas pela formação de foça e filtro, reduz o impacto de assoreamento ou contaminação do rio e aumenta a área de floresta, melhorando a condição do ecossistema (HUBEL & BOLLMANN, 2012).

O principal desafio do programa é melhorar de forma contínua, preservar e garantir o fornecimento de água de forma quantitativa e qualitativa. A criação do PSA é uma fonte salutar de ganhos socioambientais garantindo a conservação dos recursos naturais e de melhoria na qualidade de vida das pessoas. A ampliação do programa já está em discussão, e a expectativa é de que a área de abrangência do programa possa ocupar toda bacia de contribuição dentro do município de São Bento do Sul (HUBEL et al., 2011).

7.3 BANCO DE BOAS PRÁTICAS DE ADAPTAÇÃO A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

O Banco de Boas Práticas de Adaptação a Eventos Climáticos foi materializado em uma cartilha, apresentada no Apêndice 2, que sintetiza os resultados anteriores e a análise por cruzamento de dados das contribuições das iniciativas de PSA para a redução das vulnerabilidades a desastres naturais da bacia do Rio Araranguá identificadas neste estudo. A cartilha está disponibilizada no site do GTHidro (www.gthidro.ufsc.br), bem como será enviada por e-mail às lideranças locais envolvidas no trabalho.

Os principais fatores de vulnerabilidade da bacia do rio Araranguá a eventos climáticos extremos identificados neste trabalho são devidos aos processos de desenvolvimento da bacia, relacionados principalmente à mineração e rizicultura, resultando em: urbanização; falta de saneamento; desigualdade de distribuição de renda; ausência de leis de regulação do uso e ocupação do solo; poluição hídrica; conflitos de uso da água; e desmatamento.

As coberturas florestais promovem serviços como a infiltração e evapotranspiração da água, reduzindo o escoamento superficial e promovendo a regularização da vazão dos rios pelo reabastecimento das nascentes; a estabilidade dos taludes, evitando a erosão do solo e o assoreamento dos cursos d'água; a regulação climática devido à transpiração das plantas, manutenção da umidade do ar e ao sequestro de carbono; a garantia de matéria-prima; provisão de alimentos; entre muitas outras (GUEDES & SEEHUSEN, 2011; KOBYIAMA, 2006; NILES, 2009).

Sendo assim, iniciativas de conservação podem reduzir a vulnerabilidade a desastres naturais da bacia do rio Araranguá por garantir funções ecossistêmicas determinantes no enfrentamento e na recuperação.

Ao atribuir valor financeiro aos serviços ambientais, cria-se a ideia de que os recursos naturais são limitados. A compensação financeira por um serviço ambiental beneficia quem adota boas práticas, e causa ressonâncias entre os sistemas social, econômico e ambiental ao transferir recursos de quem usa para quem presta o serviço, agregando valor pedagógico às iniciativas de PSA.

Uma das grandes vantagens de um programa baseado em PSA é a necessidade da participação do produtor rural como agente principal em todo o processo, permitindo sua conscientização em relação ao problema e aumentando seu interesse na preservação. Desde a decisão de

participar, definição dos serviços e valores atrativos e até mesmo no monitoramento, todas as ações dependem do agricultor, que, dessa forma, passa a ser o melhor fiscal e mantenedor que um programa pode ter. A conscientização ambiental também inclui os próprios beneficiários, que passam a se interessar pelo que estão pagando.

Ao dar prioridades para contratos com cooperativas e associações, os programas incentivam a organização e fortalecem a participação da sociedade, fator determinante na capacidade adaptativa a eventos climáticos extremos.

A diversidade de serviços, valores e formas de incentivo é importante para garantir o interesse dos produtores rurais e tornar o pagamento mais lucrativo do que o uso convencional. O PSA cria novas oportunidades econômicas para o produtor rural, evitando o êxodo rural e, conseqüentemente, a urbanização, um dos elementos de vulnerabilidade identificado na bacia do rio Araranguá.

A existência de um Comitê de Bacias Hidrográficas consolidado e com forte atuação na bacia do rio Araranguá, aliada a presença de diversas cooperativas agropecuárias, movimentos sociais e secretarias da defesa civil, representa uma potencialidade institucional para uma proposta de prática adaptativa.

A vulnerabilidade da bacia do rio Araranguá está fortemente relacionada aos serviços hidrológicos devido aos conflitos pelo uso e poluição da água. Em todas as iniciativas de PSA identificadas são determinadas áreas de relevante interesse para conservação, usualmente próximas às nascentes e aos cursos d'água a fim de garantir a provisão hídrica.

As nascentes da bacia do rio Araranguá estão localizadas nas cabeceiras da Serra Geral. A presença de um dos últimos remanescentes de Mata Atlântica do Sul do estado, a fraca aptidão agrícola, o relevo inclinado susceptível a deslizamentos de terra, a beleza cênica e o acesso facilitado por estradas que ligam o litoral ao planalto indicam fortes potenciais para conservação e turismo nesta região, uma das diretrizes da Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais.

Para os grandes usuários de água da bacia do rio Araranguá, como indústrias, empresas de abastecimento de água e rizicultores, é de suma importância que se garanta a regularização da vazão dos cursos d'água. Daí reside um importante elemento que pode indicar uma fertilidade a propostas de PSA na região, tanto de provedores como de pagadores.

Processos erosivos resultantes principalmente da ausência de cobertura vegetal geram grandes prejuízos na perda de solo para a

agricultura. Sendo assim, serviços de reflorestamento podem garantir a provisão deste serviço fundamental para a subsistência da população rural, garantindo a qualidade dos solos, evitando o assoreamento dos cursos d'água e garantindo a regulação da vazão.

A alta frequência de desastres naturais na bacia implica em custos e prejuízos econômicos. O interesse pela prevenção pode reduzir os riscos e, conseqüentemente os custos, sendo assim, pode ser interessante equalizar esta relação a fim de prospectar incentivos financeiros à conservação ambiental.

Com base nas experiências estudadas, algumas fontes de recurso podem ser sugeridas para uma possível proposta de PSA na bacia do rio Araranguá, como: impostos sobre a exploração do carvão mineral, doações e convênios e a cobrança pelo uso da água. A cobrança é uma estratégia de captação de recursos presentes nas três experiências de PSA destacadas, e inclusive está prevista como um dos instrumentos da PNRH.

A regulamentação sobre forma de lei, a criação de um fundo responsável pela arrecadação de investimento, criação de um órgão de gestão e a formação de parcerias são elementos presentes em todas as iniciativas estudadas, representando implicações diretas no sucesso.

Todas as iniciativas identificadas apresentam os cinco elementos que definem um PSA propostos por Wunder (2005): A voluntariedade da transação; Especificação do serviço ambiental objeto da transação; Presença de, pelo menos, um comprador do serviço; Presença de, pelo menos, um vendedor/provedor; Garantia da continuidade da oferta do serviço durante o prazo acordado entre as partes.

De acordo com Wunder (2009), a efetivação de iniciativas de PSA depende de quatro condições: econômica, cultural, institucional e informacional. A condição econômica é garantida na existência de uma externalidade que vale a pena ser compensada – regulação climática, regulação hídrica, estabilidade das encostas, redução da erosão. Para o produtor, individualmente, tende a prevalecer o benefício direto do uso de recursos naturais, sendo os benefícios dos serviços ambientais captados também por outros usuários. A condição cultural refere-se a uma resposta positiva dos provedores ao recebimento de incentivos econômicos. A institucional trata da existência de uma infraestrutura organizacional mediadora dos interesses, eficiente e transparente. Já a condição informacional diz respeito à definição dos serviços, valores, monitoramento, contratos.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O conflito entre desenvolvimento econômico e qualidade ambiental é um paradigma histórico e fortemente presente na bacia do rio Araranguá. Notadamente, a exploração dos recursos naturais não pode ser discutida sem considerar as diversas esferas, sejam ambientais, econômicas, sociais, políticas ou culturais. Nisto reside um grande desafio: possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais.

A água ocupa uma posição de destaque na bacia do rio Araranguá pois, além de manter os ecossistemas naturais, assume uma função determinante nos sistemas produtivos (agropecuária e indústria) que, ao promoverem o crescimento econômico, comprometeram de diversas formas a qualidade ambiental, como a escassez de água, desmatamento, erosão do solo, poluição da água, do solo e do ar.

Apesar da degradação ambiental da bacia do rio Araranguá datar desde meados dos anos 50, os investimentos em recuperação e proteção iniciaram apenas nas últimas décadas. Grande parte desta mudança deve-se à forte pressão de movimentos sociais exercida sobre o setor de mineração que, por intermédio do Ministério Público, tem sido incentivado a implantar um amplo programa de recuperação de áreas degradadas.

Além do quadro de uma das bacias mais poluídas do Brasil, a bacia do rio Araranguá também sustenta a posição de uma das mais susceptíveis a ocorrência de eventos climáticos extremos, relacionados tanto à precipitação (inundações e secas) como também pela força dos ventos, com grande frequência histórica de desastres naturais.

Por seu destaque na degradação ambiental e sensibilidade climática, os esforços na bacia do rio Araranguá devem ser urgentes na elaboração de estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Mecanismos de PSA são recentes no Brasil e no mundo. Entretanto, seus sucessos em beneficiar boas práticas já são realidade, obtendo grandes resultados na garantia de serviços ecossistêmicos, refletindo no crescente aumento de propostas, de instrumentos jurídicos que consideram o princípio do provedor-recebedor e da disponibilidade de financiamento.

Ao promoverem processos de recuperação da mata ciliar, averbação da reserva legal, plantio de sistemas agroflorestais ou

adotarem outras práticas conservacionistas, os rizicultores podem ser vistos como um dos possíveis provedores de serviços ambientais. No entanto, com a implementação da cobrança pelo uso da água, os próprios rizicultores poderão ser também os pagadores, principalmente por meio de associações e cooperativas com outorgas. Sendo assim, devem-se tomar medidas adequadas no caso de uma proposta de PSA para que não ocorra um conflito de negociações. Este problema poderia ser solucionado com descontos na própria tarifa da água, dessa forma, os rizicultores estariam recebendo benefícios econômicos na recuperação de sua própria propriedade, o que poderia servir de estímulo.

Apesar da provável coincidência, o município de Nova Veneza, onde se desenvolve o Projeto Ingabiroba, é o que menos apresentou registro de desastres naturais na bacia. Embora não se tenham evidências da relação do projeto com a redução do risco de desastres naturais, a própria iniciativa reflete a consciência da população local da importância da conservação ambiental, sendo inclusive idealizado por uma associação de irrigação.

Tendo em vista os êxitos obtidos com o Projeto Ingabiroba, que incorpora elementos de PSA, deve-se investir na sua ampliação, fortalecimento e, principalmente, na troca de experiências com outras associações, comitês e cooperativas a fim de replicá-lo em outras localidades.

Cuidados devem ser tomados com o objetivo de evitar inconsistências em proposta de PSA que possam facilitar as intenções do tipo “poluo, mas pago”. A ideia central do pagamento é de beneficiar os provedores e garantir a sustentabilidade financeira do programa, e não de vender recursos naturais. Sendo assim, uma proposta de PSA deve contar com a participação de representantes do governo, empresas privadas e sociedade civil, de modo a desenvolver uma regulamentação consistente, um plano de arrecadação de fundos e um sistema de monitoramento capaz de verificar a real efetividade na provisão dos serviços ambientais.

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que o PSA possui grandes potencialidades de reduzir elementos de vulnerabilidade social, econômica e ambiental da bacia do rio Araranguá, reduzindo seus riscos frente aos frequentes desastres naturais. O contexto local apresenta fertilidades para uma proposta de PSA, presentes principalmente nas condições de uso da água, degradação ambiental, êxodo rural, governança, fontes de recursos e sensibilidade climática.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, Rose Maria; CUNHA, Yasmine de Moura da. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Araranguá: Fase A. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2011.

ADGER, W. N. et al. New Indicator of Vulnerability and Adaptive Capacity. Norwich: Tyndall Centre For Climate Change Research, 2004. Technical Report 7.

ALARCON, Gisele Garcia; FANTINI, Alfredo Celso. Desmistificando o pagamento por serviços ambientais. Revista Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 25, n. 2, p.14-17, jul. 2012.

ALVES, Humberto P. F.v; OJIMA, Ricardo. Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas nas Áreas Urbanas do Estado de São Paulo: Mudança no Regime de Chuvas e Características Socioeconômicas e Demográficas da População. In: IV ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 2008, Brasília, DF.

ANA - Agência Nacional de Águas. Programa Produtor de Água. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2008.

ANA - Agência Nacional de Águas. Programa Produtor de Água. Disponível em: <http://produtordeagua.ana.gov.br/>. Acesso em: 4 de agosto de 2013.

ARAÚJO, Diego M. de. Os dilemas do princípio do poluidor-pagador na atualidade. Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, Macapá, n. 3, p.153-162, 2011.

BARATA, Martha M. L.; CONFALONIERI, Ulisses E. C.. Mapa de Vulnerabilidade da População do Estado do Rio de Janeiro aos Impactos das Mudanças Climáticas nas Áreas Social, Saúde e Ambiente: Relatório 4 (Versão Final). Rio de Janeiro: Fiocruz, 2011. 162 p.

BERGSTRÖM, I., MATTSSON, T., NIEMELÄ, E., VUORENMAA, J. & FORSIUS, M. (eds.). 2011. Ecosystem services and livelihoods – vulnerability and adaptation to a changing climate. VACCIA Synthesis

Report. Finnish Environment Institute. Helsinki. The Finnish Environment. 2011. 74 pp.

BOTICÁRIO, Fundação Grupo. Projeto Oásis recebe prêmio do governo federal. Disponível em: <<http://www.fundacaogrupoboticario.org.br/>>. Acesso em: 04 ago. 2013.

BRATTI, Gislane L. C. Vulnerabilidade dos moradores do bairro Barranca em Araranguá-SC às inundações do Rio Araranguá. 2008. 61 f. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia com Ênfase em Estudos Regionais, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Criciúma, 2008.

CAMINO, Ronnie de et al. Costa Rica Forest Strategy and the Evolution of Land Use. Washington D.C: Banco Mundial, 2000.

CAMPOS, Bernardino de Senna. Memórias do Araranguá. Seleção e coordenação do Padre João Leonir Dall' Alba. Florianópolis: Ed. Lunardelli, 1987. p. 60.

CARDONA, O. D. et al. System of indicators for disaster risk management: main technical report. Manizales – Washington: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia / Inter-American Development Bank. 2005.

CASTRO, A. L. C. Manual de Desastres: desastres naturais. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p.

CEPED - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRE. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2010. Florianópolis: UFSC, 2011. (Volume Santa Catarina).

CEPED - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRE. Gestão de riscos de desastres: Redução de Riscos de Desastres na Prática. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012. 14 p.

CEPED - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRE. Sistema de informações sobre desastres começa a funcionar online. Disponível em:

<<http://www.cepel.ufsc.br/noticias/sistema-de-informacoes-sobre-desastres-comeca-funcionar-online>>. Acesso em: 05 jun. 2013.

CHIQUITO, Ailton. Pagamento dos serviços ambientais no Brasil: Aspectos Legais. 2012. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito, Universidade de Marília - UNIMAR, Marília, 2012.

COMASSETTO, Vilmar. Água, Meio Ambiente e Desenvolvimento na Bacia do Araranguá (SC). 2008. 339 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.S.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, .G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M.. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260. 1997.

COOK, John et al. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters*, v. 8, n. 2, 15 maio 2013.

COSTA RICA. *Ley Forestal 7575*. La Assembleia Legislativa de La Republica de Costa Rica, 1996.

CUTTER, S. L. 1996. Vulnerability to Environmental Hazards. *Progress in Human Geography* 20(4):529–39

CUTTER, S. L. et al. Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, Columbia, v. 84, n. 2, jun. 2003.

DANTAS, Marcelo E.; GOULART, JACQUES, Patrícia D.; ALMEIDA, Ivete S.; KREBS, Antônio S. J. *Geomorfologia aplicada à gestão integrada de bacias de drenagem: bacia do rio Araranguá (SC), zona carbonífera sul - catarinense*. CPRM, 2007.

DATASUS. Ministério da Saúde: Departamento de Informática do SUS. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/>>. Acesso em: 07 ago. 2013.

DE GROOT, R.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M.J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41, 2002. p. 393-408.

DEFESA CIVIL. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres: S2ID. Disponível em: <<http://150.162.127.14:8080/>>. Acesso em: 07 ago. 2013.

DIAZ, H., S. Kulshreshtha et al. Community case studies of vulnerability to climate change: Cabri and Stewart Valley, Saskatchewan. *Prairie For.*, 34: 261-288. 2009.

FAVARO, Ana Karina M. I. Pagamento por Serviços Ambientais: uma contribuição para a saúde ambiental no contexto das mudanças climáticas – Estudo de caso: Rio Grande da Serra (SP). 2012. 234 f. Dissertação (Mestrado) - Ciências, Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, USP, São Paulo, 2012.

FERNANDES NETO, José Antônio Silvestre. Modelo Urubici de governança da água e do território: Uma tecnologia social a serviço do desenvolvimento sustentável local. 2010. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010, 235 p.

FERREIRA DOS SANTOS, Rui. Estratégias Internacionais de Uso de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos. Lisboa: Projeto Apoio Aos Diálogos Setoriais União Europeia - Brasil, 2012. Estudo 1 - Primeiro Relatório.

FJP – FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO; GOVERNO DE MINAS GERAIS. Índice Mineiro de Responsabilidade Social – IMRS. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/>. Acesso em: 4 de agosto de 2013.

FONAFIFO - FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO FORESTAL; MINAET – MINISTERIO DE AMBIENTE, ENERGÍA Y TELECOMUNICACIONES (Org.). Costa Rica Tropical Forests: A Motor for Green Growth. San Jose, Costa Rica: FONAFIFO, 2012.

FONAFIFO – FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO FORESTAL. Disponível em: <http://www.fonafifo.go.cr/>. Acesso em: 4 de agosto de 2013.

FONSECA, Marcelo. Estratégias de Governança da Água para a proteção da Zona de Recarga Direta do Aquífero Guarani na bacia do rio Urubici. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

GOERL, Roberto Fabris; KOBIYAMA, Masato; PELLERIN, Joel R. G. M.. Mapeamento de Vulnerabilidade no município de Rio Negrinho - SC: Uma Proposta Metodológica. Caminhos de Geografia: Revista On Line, Uberlândia, v. 12, n. 40, p.205-221, dez. 2011.

GOULART, Décio R. et al. Mapeamento do uso do solo para o reordenamento territorial e gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Araranguá região sul de Santa Catarina. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRICOS, XVI, 2005, João Pessoa. Anais. João Pessoa: CPRM, 2005. 19 p.

GROISMAN. P. Y. et al. Trends in intense precipitation in the climate record. International Journal Of Climatology, p. 1326-1350. 2005.

GUEDES, Fátima Becker; SEEHUSEN, Susan Edda. Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. Brasília: MMA, 2011. 272 p. (Série Biodiversidades). V. 42.

HERRMANN, Maria Lúcia de Paula (Org.). Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2007.

HOLLANDA, C. L. Estratégias de Governança em Resíduos Sólidos no Município de Urubici-SC. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

HÜBEL, Marcelo; MELLO, Renato de; BOLLMANN, Magno. Programa de Pagamento por Serviços Ambientais Produtor de Água do Rio Vermelho, em São Bento do Sul/SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Maceió: 2011.

HUBEL, Marcelo; BOLLMANN, Magno. Pagamento de Serviços Ambientais Produtor de Água do Rio Vermelho. São Bento do Sul: Editora Expressão, 2012. (Prefeitura Municipal de São Bento do Sul/SC). 19º Prêmio Expressão de Ecologia 2011 - 2012.

HUPFFER, Haide M.; WEYERMULLER, André R. & WACLAWOVSKY, William G.. Uma análise sistêmica do princípio do protetor-recebedor na institucionalização de programas de compensação por serviços ambientais. Ambiente e sociedade. p. 95-114, vol.14, n.1, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E Estatísticas. Censo Demográfico 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23 de junho de 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23 de junho de 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E. Produto Interno Bruto dos Municípios 2010. 2010b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23 de junho de 2013.

INAZAWA, E. E. Modelagem numérica da interação entre correntes de Jato Subtropical e sistemas frontais em baixos níveis nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2001: Synthesis Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 398 p. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 976 p. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

ISA – INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Cantareira 2006: um olhar sobre o maior manancial de água da região metropolitana de São Paulo. Instituto Socioambiental, 2006.

JONES-WALTERS, L.; MULDER, I. Valuing nature: The economics of biodiversity. *Journal for Nature Conservation*, v. 17, n. 4, 2009, p.245-247.

KOBIYAMA, Masato et al. (Org.). *Prevenção de Desastres Naturais: conceitos básicos*. Florianópolis: Organic Trading, 2006. 109 p.

KREBS, A.S.J. *Contribuição ao conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos da bacia hidrográfica do rio Araranguá, SC*. Tese de Doutorado. Depto. Geografia/UFSC, Florianópolis, 376p. 2004.

LAVELL, Allan. *Desastres y desarrollo: hacia un entendimiento de las formas de construcción social de un desastre: el caso de mitch en centroamérica*. In: GARITA, Nora; NOWALSKI, Jorge. *Del desastre al desarrollo sostenible: huracán mitch en centroamérica*. San Jose, Costa Rica: BID, CIDHS, 2000.

MAIA SANTOS, J. S. et al. 2009. *Metodologia de participação da sociedade na gestão de bacias hidrográficas - Aplicação do modelo PEDS na bacia do Rio Tijucas, Santa Catarina*. *Enciclopédia biosfera*, 5: 1-24.

MALAVASI, Edgar Ortiz. *Sistema de Cobro y Pago por Servicios Ambientales en Costa Rica: Visión General*. Costa Rica: Programa Das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), 2003.

MANFREDINI, F.; GUANDIQUE, M. E. G. *A regulamentação jurídica de serviços ambientais no município de Extrema – MG*. *HOLOS Environment*, v.11 n.2, 2011.

MARCELINO, E. V.; RUDORFF, F. M.; MARCELINO, I. P. V. O.; GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. *Impacto do Furacão Catarina sobre a Região Sul Catarinense: monitoramento e avaliação pós-desastre*. *Geografia*, v. 30, n. 3, p. 559-582, 2005.

MARCELINO, Isabela P. V. O.. *Análise de episódios de tornado em Santa Catarina: Caracterização sinótica e mineração de dados*. 2004. 224

f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sensoriamento Remoto, INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José Dos Campos, 2003.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. 2. ed. Brasília: MMA, 2007. 212 p. (Série Biodiversidades). V. 26.

MARENGO J.A., et al. Caracterização do clima atual e definição das Alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI”, Sumário Técnico. Diretoria de Conservação da Biodiversidade (DCBio), Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2007.

MARENGO, José A.; RAIGOZA, Diana. Generalidades sobre a avaliação da vulnerabilidade e do risco frente à mudança climática. Fundo de Oportunidades Globais - Mudanças Climáticas e Programas de Energia: Boletim do Projeto Uso de Cenários de Mudanças Climáticas Regionais em Estudos de Vulnerabilidade e Adaptação no Brasil e na América do Sul, Cachoeira Paulista-SP, n. , p.1-4, out. 2007. Semestral.

MARENGO, J. A. et al. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. International Journal Of Climatology, Reading - Uk, p. 2241-2255. 27 nov. 2009a.

MARENGO, J.A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H.S.; ZEE, D.M.W. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Rio de Janeiro: FBDS - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2009b. Disponível em: <<http://fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-644.pdf>>. Acesso em: 4 de agosto de 2013.

MATULJA, A. Construção de um Termo de Referência para o Plano Municipal de Saneamento de Urubici-SC a partir de um modelo de Governança participativa. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. 2005. Disponível em:

<http://www.millenniumassessment.org/>. Acessado em 4 de agosto de 2013.

MONTAÑA, E. Central Andes foothill farmers facing global environmental change. *International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. IHDP Update*, 2: 36-40. 2008.

MONTAÑA, E. La dimensión humana Del cambio ambiental global. La vulnerabilidad de las comunidades rurales de Mendoza. *Comp. Amb. por Mendoza*, 1: 58-66. 2009.

MONTEIRO, M. A.; FURTADO, S. M. A. O clima do trecho Florianópolis – Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. *Geosul*, v. 10, n. 19/20, p. 117-133, 1995.

MONTEIRO, M. A. Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na bacia hidrográfica do rio Araranguá. Florianópolis: UFSC, 2007. Tese de Doutorado. 223p.

MURADIAN, R. et al. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological Economics*, v. 69, n. 6, p. 1202-1208, 2010.

NILES, Djalma S. Eventos de Inundação em Araranguá: Tipos de Ocorrência. 2009. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) - Curso de Geografia, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Criciúma, 2009.

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

NOBRE, C. A. et al. Global environmental change research: empowering developing countries. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 80, n. 3, p. 523-529, 2008.

OSTROM, E. *Governing The Commons - The Evolution of Institutions for Collective Action: Political Economy of Institutions and Decisions*. 14 ed. Cambridge-UK: Cambridge University Press, 1990. 280 p.

PACKER, Larissa. *Pagamento por Serviços Ambientais e Flexibilização do Código Florestal para um Capitalismo Verde*. Curitiba: Terra de Direitos, 2011.

PAGIOLA, Stefano. Payments for Environmental Services in Costa Rica. Munich Personal RePEc Archive, Munich, v. 5, n. 2010, dez. 2006. Mensal. World Bank.

PALAVIZINI, R. S. Gestão transdisciplinar do ambiente: uma perspectiva aos processos de planejamento e gestão social no Brasil. Florianópolis, 2006. 415 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

PEREIRA, Selma. Dinâmica do Rio Amola Faca e os impactos e riscos da barragem de transposição para o rio do Salto. 2008. 81 f. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Criciúma, 2008.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Atlas de Desenvolvimento Humano 2003. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/>>. Acesso em: 29 jun. 2013.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Atlas de Desenvolvimento Humano 2011. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/>>. Acesso em: 29 jun. 2013.

PNUMA – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza – Síntese para Tomadores de Decisão, 2011. Disponível em: < www.unep.org/greeneconomy>. Acesso em: 14 de junho 2013.

RIPSA – REDE INTERAGENCIAL DE INFORMAÇÕES PARA A SAÚDE. Indicadores e Dados Básicos - Santa Catarina: 2012. Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Disponível em: <<http://200.19.222.8/ripsa>>. Acesso em: 29 jun. 2013.

RODRIGUES, M. L. G. Uma climatologia de frentes frias no litoral de catarinense com dados de reanálise do NCEP. 2003. 75 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

RODRÍGUEZ, Alberto Méndez. Experiencia de Costa Rica en el Pago de Servicios Ambientales. Cali, Colombia: Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), 2011.

RUDORFF, F. M.; MORENO, D. A.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; MOLLERI, G. S.; BONETTI, J. Repercussões de um evento pluviométrico intenso associado à maré de tempestade e de sizígia na costa sul catarinense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis, Anais. Florianópolis: GEDN/ UFSC, 2004. p. 565-575. (CD-ROM).

SANTA CATARINA. Plano de gestão e gerenciamento da bacia do rio Araranguá: zoneamento da disponibilidade e da qualidade dos recursos hídricos. Elaborado por ICEPA, EPAGRI – Climerh, EEUrussanga, Nesc/Nupea/Nupeam/CPRM. Florianópolis, 1997. 217 p.

SANTIBÁÑEZ Q, F. et al. Análisis de la vulnerabilidad del sector silvoagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente a escenarios de cambio climático. CONAMA, Chile. 181 p. 2008.

SANTOS, Priscilla et al. (Org.). Marco regulatório sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil. Belém, Pa: Imazon; Fgv. Cvc, 2012. 76 p.

SANTOS SILVA, Julia. Instrumentos de Governança da Água nas bacias hidrográficas do município de Urubici, SC, no contexto das tecnologias sociais. 2010. 176p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

SCHEIBE, L.F.; BUSS, M.D.; FURTADO, S.M.A.; PELLERIN, J.; PAULINO, L.A.; SILVA, C.A.; CORRÊA, W.K.; PIMENTA, M.A.; PIMENTA, L.F.; WISCHERMANN, J.; VILELA, J.H.; VILL, J.; SPECK, M.; MARTINS, G.L.; GONÇALVES, E. F. Análise ambiental da bacia hidrográfica do Rio Araranguá – Subsídios para a gestão. In: Anais do V Encontro Nacional da ANPEGE, Florianópolis. 2003.

SILVA, Daniel J. Uma abordagem cognitiva ao planejamento estratégico do desenvolvimento sustentável. 1998. 240f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998, 240f.

SILVA, Daniel J. Desafios sociais da gestão integrada de bacias hidrográficas: uma introdução ao conceito de governança da água. 74º Congresso L'ACFAS, Universidade de McGill. Montreal, 2006.

SILVA, Daniel J. As três éticas do conceito de Desenvolvimento Sustentável. Florianópolis: UFSC/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2008. Disponível em: <<http://www.gthidro.ufsc.br>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

SILVA, Daniel J. et al. Modelo de Governança da Água e do Território para a Zona de Recarga Direta do Aquífero Guarani no município de Urubici/SC. In: II Congresso Aquífero Guarani, 2008, Ribeirão Preto. II Congresso Aquífero Guarani, 2008.

SILVA, Daniel J.; SANTOS SILVA, Julia. A Sinergia das Leis de Desenvolvimento Sustentável como um Instrumento de Governança da Água. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE A GESTÃO INTEGRADA DA ÁGUA: INSTRUMENTOS PARA AGIR, 2009, Sherbrooke, Canadá: Universidade de Sherbrooke, 2009.

SILVA, Diego X.; BARCELLOS, Christovam; BACURI, Rita. Vulnerabilidade e efeitos das mudanças climáticas na saúde pública em Manaus. Manaus: Fiocruz, 2010.

SILVA DIAS, P.; MARENCO, J. Águas atmosféricas. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA JUNIOR, B.; TUNDIZI, J. G. Águas doces no Brasil - capital ecológico usos múltiplos, exploração racional e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. p 65-116.

SMITH, Richard E. Aplicação do Modelo de Governança da Água e do Território para a Criação de Unidade de Conservação em Itapema, Santa Catarina. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto: 2010. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental; Ministério das Cidades, 2012.

STROBEL, Juliana S. et al. Critérios econômicos para a aplicação do princípio do protetor-recebedor: estudo de caso do Parque Estadual dos Três Picos. *Megadiversidade*, v. 2, n. 1-2, p.141-166, dez. 2006.

TATTENBACH, F., OBANDO, G., AND RODRÍGUEZ, J. 2006. Mejora del excedente nacional del pago de Servicios Ambientales. FONAFIFO, San José.

TNC - THE NATURE CONSERVANCY. Projeto Conservador das Águas Passo a Passo: Uma Descrição Didática sobre o Desenvolvimento da Primeira Experiência de Pagamento por uma Prefeitura Municipal no Brasil. Brasília, DF: Prefeitura Municipal de Extrema/MG, 2011.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela (Org.). *Desastres Naturais: conhecer para prevenir*. 1ª São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196 p.

UNDP - United Nations Development Programme. *Reducing disaster risk: a challenge for development, a global report*. UNDP Bureau for Crisis Prevention and Recovery. New York: UNDP, 2004.

UNISDR - United Nations Office for Disaster Risk Reduction (Org.). *Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives*. ISDR - International Strategy For Disaster Reduction. New York And Geneva: UN/ISDR, 2004.

UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Relatório da Audiência Pública: Apresentação dos resultados do processo do Comitê Facilitador da Sociedade Civil Catarinense para a Rio+20. Florianópolis, 2012. Disponível em: <<http://riomais20sc.ufsc.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

VEIGA, José Eli. *Cidades Imaginárias. O Brasil é menos urbano do que se calcula*. Campinas: Editora Autores Associados, 2002.

VIBRANS, Alexander C. et al. *Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Floresta Ombrófila Densa*. Vol. 4. Blumenau: FURB, 2013.

VICENTE, Laura Lícia de Mendonça. *Pagamento por Serviços Ambientais como instrumento econômico de incentivo à proteção das*

áreas de reserva legal. 2012. 310 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito das Relações Sociais, PUC-SP, São Paulo, 2012.

WUNDER, Sven. Payments for Environmental Services: some nuts and bolts. Center for International Forestry Research – CIFOR. Jakarta, 2005.

WUNDER, Sven. Pagamentos por serviços ambientais: Perspectivas para a Amazônia Legal. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2009. 144 p.

ZOLIN, C. A. Análise e otimização de projetos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIG) – o caso do município de Extrema, MG. 2010. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba. 2010.

APENDICE 1

Histórico de Desastres Naturais na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá

Data	Evento	Desastre	Área atingida	Fonte
1897 Set			Araranguá	Campos (1987)
1900 Mar			Araranguá	Campos (1987)
1928 Mai			Araranguá	Bratti (2008)
1958			Timbé do Sul	Pereira (2008)
1974 Mar			Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Forquilha, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Noza Veneza, Treviso, Urussanga, Siderópolis, Timbé do Sul, Morro Grande (Toda a bacia)	Bratti (2008) Niles (2009)
1978 Jan			Araranguá	S2ID (2013)
1980 Out			Meleiro	S2ID (2013)
1981 Jun			Araranguá e Içara	S2ID (2013)
1981 Jul			Araranguá	S2ID (2013)
1982 Fev			Içara	S2ID (2013)
1983 Jul	 	 	Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Forquilha, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado,	Niles (2009) S2ID (2013)

Data	Evento	Desastre	Área atingida	Fonte
			Treviso, Urussanga, Siderópolis, Morro Grande, Timbé do Sul	
1984 Ago			Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Urussanga, Siderópolis, Timbé do Sul	S2ID (2013)
1986 Nov			Araranguá, Jacinto Machado, Maracajá, Meleiro, Timbé do Sul e Turvo	S2ID (2013)
1987 Nov			Maracajá	S2ID (2013)
1991 Fev			Meleiro	S2ID (2013)
1991 Nov			Forquilha	S2ID (2013)
1991 Dez	 	 	Criciúma	S2ID (2013)
1992 Mar			Araranguá	S2ID (2013)
1992 Jun			Meleiro	S2ID (2013)
1993 Jul			Araranguá	Bratti (2008) S2ID (2013)
1993 Nov			Araranguá	S2ID (2013) Bratti (2008)
1994 Mai			Araranguá, Meleiro, Turvo	Bratti (2008) S2ID (2013)

Data	Evento	Desastre	Área atingida	Fonte
1995 Dez			Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Forquilha, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Siderópolis, Morro Grande, Timbé do Sul	Pereira (2008) Niles (2009) S2ID (2013)
1996 Jan			Criciúma	S2ID (2013)
1996 Jan			Araranguá, Turvo, Jacinto Machado, Timbé do Sul, Criciúma, Forquilha e Maracajá.	S2ID (2013)
1996 Fev	  	 	Meleiro	S2ID (2013)
1996 Set			Araranguá	S2ID (2013)
1997 Fev			Jacinto Machado	S2ID (2013)
1997 Out			Araranguá, Turvo	S2ID (2013)
1998 Out	 	 	Nova Veneza, Morro Grande, Timbé do Sul	S2ID (2013)
1999 Fev			Criciúma	S2ID (2013)
1999 Abr			Jacinto Machado	S2ID (2013)
1999 Set			Içara, Criciúma	S2ID (2013)

Data	Evento	Desastre	Área atingida	Fonte
	 			
1999 Nov			Forquilha	S2ID (2013)
1999 Dez			Morro Grande	S2ID (2013)
2000 Fev			Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Forquilha, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Siderópolis, Morro Grande, Timbé do Sul	S2ID (2013)
2000 Fev	  	  	Treviso, Urussanga	S2ID (2013)
2000 Mar	 		Forquilha, Içara e Criciúma	S2ID (2013)
2000 Dez			Timbé do Sul	S2ID (2013)
2001 Fev			Maracajá, Nova Veneza, Morro Grande, Forquilha, Siderópolis, Meleiro, Içara, Urussanga, Criciúma, Meleiro, Treviso	S2ID (2013)
2001 Set	 	  	Araranguá, Jacinto Machado, Morro Grande, Turvo, Meleiro, Criciúma, Timbé do Sul, Ermo	S2ID (2013)

Data	Evento	Desastre	Área atingida	Fonte
2001 Out			Maracajá	S2ID (2013)
2002 Jan			Timbé do Sul	S2ID (2013)
2002 Mar	  	  	Maracajá, Forquilha, Meleiro	S2ID (2013)
2002 Mar	 	 	Meleiro	S2ID (2013)
2003 Fev			Criciúma, Turvo	S2ID (2013)
2003 Fev			Jacinto Machado	S2ID (2013)
2004 Mar			Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Forquilha, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Siderópolis, Morro Grande, Timbé do Sul	Marcelino et al. (2005) S2ID (2013)
2004 Mai			Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Forquilha, Meleiro, Turvo, Morro Grande	S2ID (2013)
2004 Jun			Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Forquilha, Meleiro, Jacinto Machado, Siderópolis, Morro Grande, Timbé do Sul	S2ID (2013)
2004 Ago			Criciúma	S2ID (2013)

Data	Evento	Desastre	Área atingida	Fonte
2005 Jan	 		Criciúma	S2ID (2013)
2005 Ago			Araranguá	S2ID (2013)
2006 Jan	  	 	Criciúma	S2ID (2013)
2006 Set			Jacinto Machado, Timbé do Sul	S2ID (2013)
2006 Nov			Jacinto Machado	S2ID (2013)
2007 Mar			Jacinto Machado, Timbé do Sul	S2ID (2013)
2007 Abr			Criciúma, Forquilha	S2ID (2013)
2007 Out			Maracajá, Forquilha, Meleiro, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado	S2ID (2013)
2008 Mai	 	  	Araranguá, Maracajá, Ermo, Jacinto Machado	S2ID (2013)
2008 Out			Araranguá	S2ID (2013)
2008 Nov			Jacinto Machado	S2ID (2013)
2009			Araranguá, Içara, Maracajá, Ermo, Criciúma,	S2ID (2013)

Data	Evento	Desastre	Área atingida	Fonte
Jan			Forquilha, Turvo, Jacinto Machado, Treviso, Urussanga, Morro Grande, Timbé do Sul	
2009 Fev			Sombrio	S2ID (2013)
2009 Mar			Criciúma	S2ID (2013)
2009 Mar			Turvo	S2ID (2013)
2009 Set	 	 	Araranguá, Içara, Jacinto Machado, Meleiro, Ermo, Sombrio, Turvo, Morro Grande, Sombrio	S2ID (2013)
2009 Nov			Maracajá, Içara, Criciúma, Ermo, Sombrio, Meleiro, Turvo	S2ID (2013)
2009 Dez			Siderópolis, Morro Grande	S2ID (2013)
2010 Jan			Criciúma	S2ID (2013)
2010 Jan			Nova Veneza, Timbé do Sul	S2ID (2013)
2010 Mar			Araranguá, Forquilha, Jacinto Machado, Morro Grande e Timbé do Sul, Siderópolis	S2ID (2013)
2010 Mai			Araranguá, Jacinto Machado, Maracajá e Meleiro, Criciúma, Forquilha, Içara, Turvo, Urussanga, Siderópolis	S2ID (2013)
2011 Jan			Araranguá, Forquilha, Maracajá, Urussanga, Içara, Ermo, Criciúma, Meleiro,	S2ID (2013)

Data	Evento	Desastre	Área atingida	Fonte
			Turvo, Jacinto Machado, Treviso, Siderópolis, Nova Veneza, Morro Grande, Timbé do Sul	
2011 Fev			Jacinto Machado, Timbé do Sul	S2ID (2013)
2011 Abr			Meleiro	S2ID (2013)
2011 Abr	  	  	Turvo	S2ID (2013)
2011 Ago			Forquilha, Timbé do Sul	S2ID (2013)
2011 Ago			Jacinto Machado, Timbé do Sul	S2ID (2013)

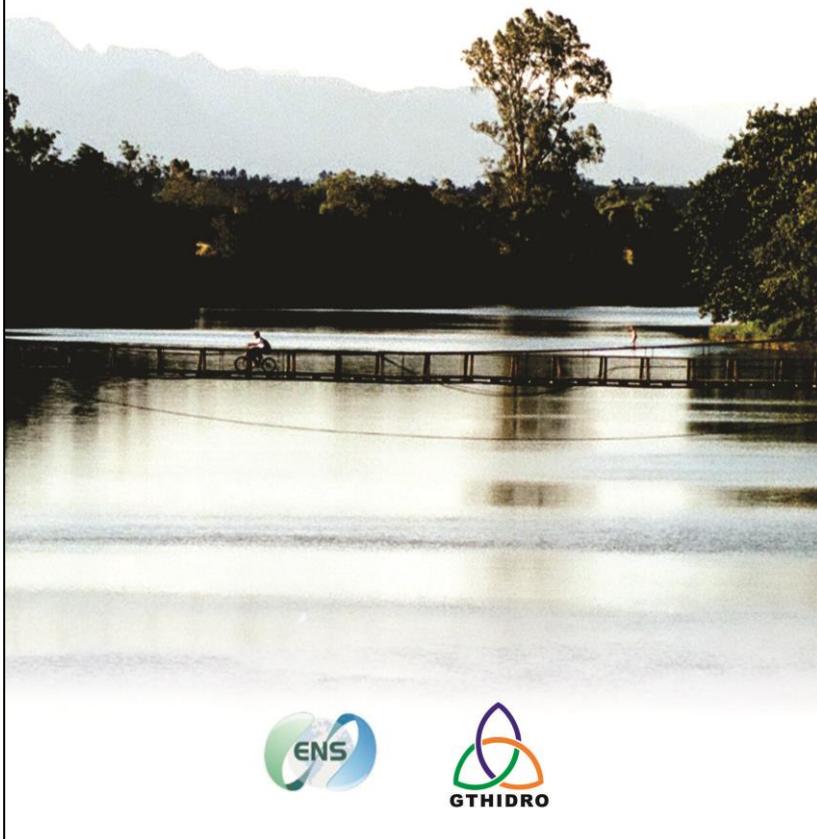
CH – Chuva; VD – Vendaval; G – Granizo; T – Tornado; F – Furacão; S – Seca; EN - Enchente; IN – Inundação; RM – Ressaca do Mar.

APENDICE 2

Banco de Boas Práticas de Adaptação a Evento Climáticos Extremos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá



BANCO DE BOAS PRÁTICAS DE ADAPTAÇÃO A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ



APRESENTAÇÃO

O Banco de Boas Práticas de Adaptação a Eventos Climáticos Extremos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá é resultado de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC.

O objetivo do trabalho é contribuir com a capacidade adaptativa da bacia do rio Araranguá a eventos climáticos extremos. Para isso, identificaram-se elementos de

iniciativas de destaque em Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) capazes de contribuir na redução da vulnerabilidade.

A cartilha apresenta a síntese dos resultados do estudo do histórico de desastres naturais e da vulnerabilidade da bacia do rio Araranguá, bem como a identificação das contribuições do PSA na redução do risco de desastres naturais da bacia.

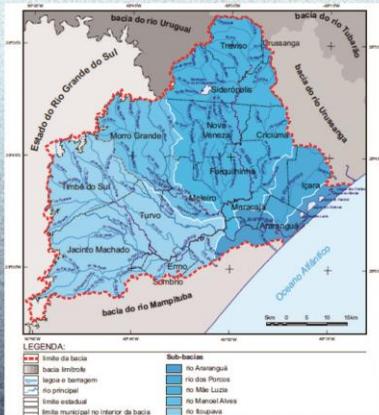


A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ

A Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá situa-se no litoral sul do estado de Santa Catarina. Sua área é de 2.955,94 km² e corresponde a 3,07% do território catarinense. Entre os municípios que se encontram dentro dos limites da bacia estão: Araranguá, Maracajá, Içara, Ermo, Criciúma, Forquilha, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Nova Veneza, Treviso, Urussanga, Siderópolis, Morro Grande e Timbé do Sul (ADAMI & CUNHA, 2011).

A população total dos municípios que integram a bacia é de 431.171 habitantes, o que corresponde a 6,9% da população do estado de Santa Catarina.

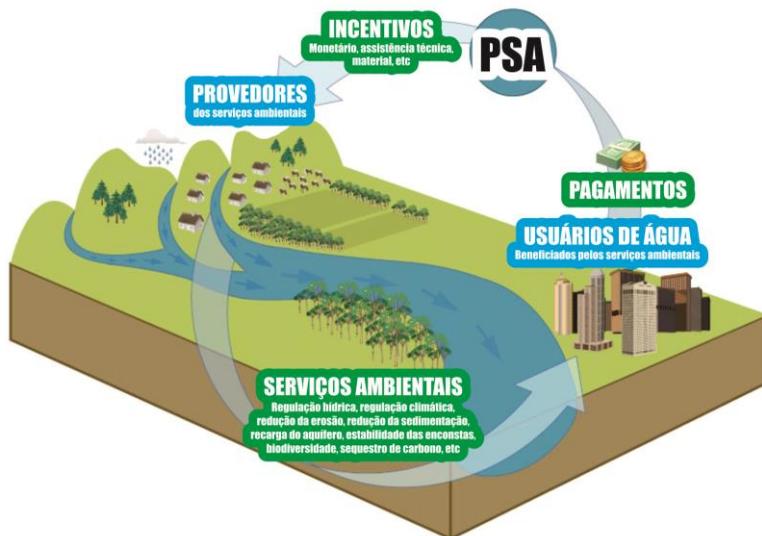
A mineração e a rizicultura são as atividades mais predominantes, interferindo diretamente na dinâmica social, econômica e ambiental da bacia.



PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

'Pagamento por Serviços Ambientais é a retribuição monetária ou não, referente às atividades humanas de preservação, conservação, manutenção, proteção, restabelecimento, recuperação e melhoria dos ecossistemas que geram serviços ambientais, amparados por programas específicos'

Lei Estadual nº 15.133/2010 - Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais



OS 5 CRITÉRIOS

- A voluntariedade da transação;
- Especificação do serviço ambiental objeto da transação;
- Presença de, pelo menos, um comprador do serviço;
- Presença de, pelo menos, um vendedor/provedor;
- Garantia da continuidade da oferta do serviço durante o prazo acordado.

AS 4 CONDIÇÕES

- Econômica - existência de uma externalidade que vale a pena ser compensada;
- Cultural – os provedores devem responder positivamente ao recebimento de incentivos econômicos;
- Institucional – existência de uma infraestrutura mediadora dos interesses eficiente e transparente;
- Informacional – definição dos serviços, valores, monitoramento, contratos.



HISTÓRICO DE DESASTRES NATURAIS

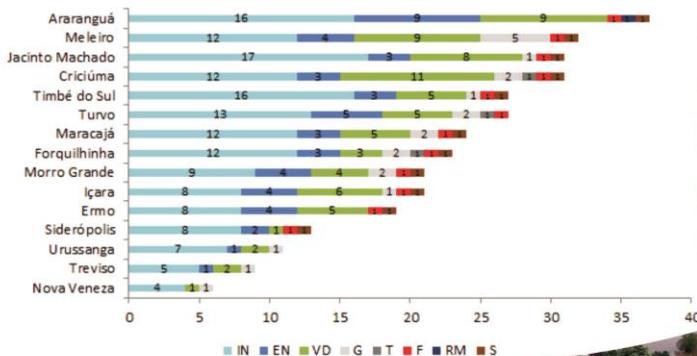
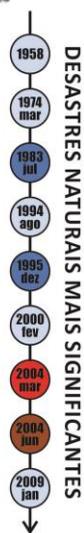
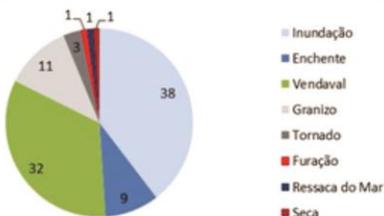
A bacia do rio Araranguá possui um histórico de alta frequência de desastres naturais das mais diversas origens, como precipitações, ventos, ressacas do mar, granizo, etc.

As previsões científicas também evidenciam que a região sul do Brasil virá a sofrer com um aumento na frequência e magnitude de eventos climáticos extremos nos próximos anos.

As precipitações são os eventos mais frequentes, principalmente em forma de chuvas intensas, causando enchentes e inundações, mas também em secas.

Destaca-se a ocorrência do primeiro furacão registrado no atlântico sul, em 2004, conhecido como Furacão Catarina, que causou imensos prejuízos à população de toda a bacia.

Os desastres naturais são mais comuns nos meses de Janeiro, Fevereiro e Março.



VULNERABILIDADE

SOCIAL

- Urbanização
- Êxodo Rural
- Densidade Demográfica
- Falta de Saneamento

ECONÔMICA

- Desigualdade de Renda
- População dependente da agricultura
- Pobreza nos municípios rurais

AMBIENTAL

- Conflitos pela água
- Poluição da água
- Desmatamento

O PROJETO INGABIROBA

O Projeto Ingabiropa foi idealizado em 1999 pela Associação de Drenagem e Irrigação de Santo Izidoro (ADISI), localizada no município de Nova Veneza, com o objetivo de garantir a sustentabilidade da agricultura, conscientizando os proprietários da importância de um ecossistema equilibrado.

A adesão é voluntária, e o associado ganha 1% de desconto na contribuição anual da ADISI a cada 1000 m² de terra doada ao projeto. Por meio de um esforço na formação de parcerias, a EPAGRI oferece a assistência técnica para a recuperação da mata ciliar; as mudas de espécies nativas e o adubo são doados por associados da ADISI; e o plantio é feito em uma atividade de educação ambiental envolvendo os proprietários e escolas da região.

Ao integrarem o projeto, os associados se responsabilizam em realizar um processo de recuperação da mata ciliar com mudas nativas por um período mínimo de 3 anos, recebendo descontos por 5 anos. Hoje, 8 proprietários já doaram áreas que somam quase 45 mil m² (4,5 ha).

O Projeto Ingabiropa apresenta os 5 elementos de definição de um PSA: a voluntariedade da transação; especificação do serviço ambiental objeto da transação; presença de, pelo menos, um comprador do serviço; presença de, pelo menos, um vendedor/provedor; garantia da continuidade da oferta do serviço.



enio frassetto

EXPERIÊNCIAS EM PSA

	PROGRAMA DE PSA DA COSTA RICA	PROGRAMA CONSERVADOR DAS ÁGUAS	PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA DO RIO VERMELHO
CONTEXTO	Foi implantado em 1996 com a Lei Florestal 7.575, com o objetivo de valorizar os benefícios ambientais prestados pelas florestas nativas, tornando as atividades de manejo florestal, como o reflorestamento e a proteção, mais rentáveis que o próprio uso tradicional.	Projeto pioneiro do Programa Produtor de Águas da ANA, realizado em Extrema/MG com foco no aumento da cobertura vegetal, redução da poluição, manejo sustentável, e garantir a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos manejos e práticas implantados.	Surgiu em 2010, em São Bento do Sul/SC, como objetivo de reduzir o desmatamento e garantir o equilíbrio hidrológico em um manancial que abastece mais de 75 mil habitantes.
SERVIÇOS AMBIENTAIS	<ul style="list-style-type: none"> → Proteção de florestas nativas; → Reflorestamento; → Manejo de baixo impacto em florestas nativas; → Sistemas agroflorestais. 	Adoção de práticas conservacionistas de solo; implantação de sistema de saneamento ambiental; implantação e manutenção de APP; e averbação de Reserva Legal em cartório.	Proteção da mata ciliar do Rio Vermelho.
VALORAÇÃO	Serviços de Proteção pagam 320 \$ por hectare, de Reflorestamento 816 \$ por hectare, de Manejo 205 \$ por hectare, e de Sistemas Agroflorestais 1,30 \$ por árvore.	100 Unidades Fiscais de Extrema (R\$176.00) por hectare por ano, dividido em 12 parcelas.	Depende de 18 variáveis que caracterizam os serviços ambientais e definem o valor com base na unidade de referência de R\$ 329,51 por hectare por ano
RECURSOS	Cobrança de um imposto fixo de 3,5% sobre o consumo de combustíveis fósseis e convênios voluntários com outros países, organizações mundiais e empresas privadas locais.	Cobrança pelo uso da água e parcerias.	Cobrança pelo uso da água e parcerias.
RESULTADOS OBTIDOS	Incremento de 10% na cobertura florestal do país; redução do desmatamento; recuperação de áreas degradadas; redução da exploração ilegal da madeira, contribuição ao desenvolvimento rural, combate a pobreza e o cumprimento das metas ambientais globais	Aumento de mais de 200% na cobertura de vegetação secundária. Previsões de redução de 60% da erosão do solo, rendendo pagamentos para o produtos de até R\$18.750,00 pelo período de 4 anos.	18 propriedades contratadas, que protegem 44,85 ha de vegetação nativa. O valor máximo pago por propriedade foi de R\$ 3.028,52 por ano.

CONTRIBUIÇÕES DE UM PSA NA BACIA

As coberturas florestais promovem serviços como a infiltração e evapotranspiração da água, reduzindo o escoamento superficial e promovendo a regularização da vazão dos rios pelo reabastecimento das nascentes; a estabilidade dos taludes, evitando a erosão do solo e o assoreamento dos cursos d'água; a regulação climática devido à transpiração das plantas, manutenção da umidade do ar e ao sequestro de carbono; a garantia de matéria-prima; provisão de alimentos; entre muitas outras.

Sendo assim, iniciativas de conservação podem reduzir a vulnerabilidade a desastres naturais da bacia do rio Araranguá por garantir funções ecossistêmicas determinantes no enfrentamento e na recuperação.

A compensação como instrumento pedagógico de incentivo de boas práticas

Valorização das atividades rurais, criando oportunidades econômicas e reduzindo o êxodo rural

Incentivos à participação social e criação de organizações e cooperativas

Regulação de funções ecossistêmicas determinantes para a vulnerabilidade da bacia

Fundos da cobrança do uso da água ou de impostos sobre o uso de fontes não renováveis

Potencial de pagamentos sobre serviços de beleza cênica na Serra Geral

Necessidade de medidas de prevenção de desastres naturais, reduzindo custos na recuperação

Regulamentações sobre formas de leis

Formação de parcerias para assistência técnica e financeira

COMENTÁRIOS

A água ocupa uma posição de destaque na bacia do rio Araranguá pois, além de manter os ecossistemas naturais, assume uma função determinante nos sistemas produtivos (agropecuária e indústria) que, ao promoverem o crescimento econômico, comprometeram de diversas formas a qualidade ambiental, como a escassez de água, desmatamento, erosão do solo, poluição da água, do solo e do ar.

Além do quadro de uma das bacias mais poluídas do Brasil, a bacia do rio Araranguá também sustenta a posição de uma das mais susceptíveis a ocorrência de eventos climáticos extremos, relacionados tanto à precipitação (inundações e secas) como também pela força dos ventos, com grande frequência histórica de desastres naturais.

Por seu destaque na degradação ambiental e sensibilidade climática, os esforços na bacia do rio Araranguá devem ser urgentes na elaboração de estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Mecanismos de PSA são recentes no Brasil e no mundo. Entretanto, seus sucessos em beneficiar boas práticas já são realidade, refletindo sobre o crescente aumento de propostas, de instrumentos jurídicos que consideram o princípio do provedor-recebedor e da disponibilidade de financiamento.

Luan Harder Gonsalves

Aluno do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC

Prof. Dr. Daniel José da Silva

Orientador

Tadêu Santos

Fotos

Mais informações sobre o trabalho podem ser encontradas em
<http://www.gthidro.ufsc.br>

Florianópolis/SC
Agosto de 2013