

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**MODELO PARA APLICAÇÃO DE CRITÉRIOS AMBIENTAIS PARA LICENCIAMENTO  
DE EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS: UM ESTUDO DE CASO NA SUB-BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO BENEDITO – SC**

**ODAIR FERNANDES**

**ORIENTADORA: Dr<sup>a</sup> Noemia Bohn**

**BLUMENAU**

**2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ODAIR FERNANDES**

**MODELO PARA APLICAÇÃO DE CRITÉRIOS AMBIENTAIS PARA LICENCIAMENTO  
DE EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS: UM ESTUDO DE CASO NA SUB-BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO BENEDITO – SC**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Regional de Blumenau - FURB, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Prof. Dr<sup>a</sup> Noemia Bohn – Orientadora

**BLUMENAU**

**2008**

**MODELO PARA APLICAÇÃO DE CRITÉRIOS AMBIENTAIS PARA LICENCIAMENTO  
DE EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS: UM ESTUDO DE CASO NA SUB-BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO BENEDITO – SC**

Por

**ODAIR FERNANDES**

Dissertação de Mestrado em Engenharia  
Ambiental aprovado para obtenção do grau de  
Mestre, pela Banca examinadora formada por:

---

Presidente: Prof. Dr<sup>a</sup>. Noemia Bohn - Orientadora

---

Membro: Prof. Dr. Alexander Christian Vibrans

---

Membro: Prof. Dr<sup>a</sup>. Jussara Cabral Cruz

Blumenau, Maio de 2008.

Dedico este trabalho a:

Minha esposa Rosane Beck Fernandes e  
Meu filho Odair Fernandes Junior.

## **AGRADECIMENTOS**

De maneira especial, agradecer minha orientadora Prof. Dr<sup>a</sup> Noemia Bohn, pela orientação, contribuição, sobretudo, pelo esforço e dedicação dispensados na condução e elaboração desta dissertação.

Ao meu co-orientador prof. Dr. Julio César Refosco e ao Mestre Odirlei Fistarol, pelo desprendimento e colaboração.

Aos professores do curso de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau, pelo conhecimento, experiência que nos repassaram no decorrer do curso.

Aos amigos de turma, que de uma forma ou outra contribuíram para o sucesso desta dissertação.

Ao Sr. Osni Luiz Sens e amigos de trabalho da Industrial e Agrícola Rio Verde, que me ajudaram para que este desafio pudesse ser superado.

Por fim, agradeço a Universidade Regional de Blumenau – FURB, que possibilitou meu enriquecimento pessoal, cultural, sobretudo profissional.

## RESUMO

Motivado pelas discussões realizadas em assembléias do Comitê do Itajaí sobre a necessidade de critérios ambientais, que auxiliassem o órgão licenciador do Estado de Santa Catarina a posicionar-se de forma mais criteriosa ante as solicitações de licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos, esta dissertação teve como objetivo propor um mapa de criticidade ambiental, que deva ser levado em consideração para o licenciamento ambiental destes empreendimentos na sub-bacia do rio Benedito. Para alcançar tal objetivo, efetuou-se a revisão bibliográfica de estudos realizados na bacia hidrográfica do Taquari-Antas, bacia hidrográfica do Rio Chopim, Análise das Fragilidades Ambientais da bacia 75 e da bacia hidrográfica do Rio Caveiras possibilitando ter uma visão holística da bacia, identificando áreas críticas, para a implantação destes empreendimentos e estabelecer diretrizes para os seus licenciamentos. Desta revisão, após descrição, detalhamento, e atribuição de valores, elaborou-se uma lista de critérios, que depois de ser inserida em um programa computacional denominado *ArcMap 9.2* extensões *Spatial analyst* e *3D Analyst* possibilitou a geração dos mapas de fragilidade ambiental, demonstrando as áreas de maior fragilidade na SBH do rio Benedito. Como resultado do cruzamento produtivo dos valores dados aos mapas de fragilidade, gerou-se o mapa de Criticidade Ambiental, no qual foram identificadas zonas de exclusão, zonas de estudos detalhados e zonas de baixa criticidade para implantação destes empreendimentos, documento final que poderá servir de modelo para aplicação de Critérios ambientais para o licenciamento de empreendimentos hidrelétricos em uma bacia hidrográfica.

**Palavras chaves:** critérios ambientais, SBH do rio Benedito, empreendimentos hidrelétricos, licenciamento ambiental, mapa de criticidade.

## **ABSTRACT**

Motivated by the discussions in assemblies of the Itajaí Committee, about the necessity of the environmental criteria, that were helping the licenseator organ of the Santa Catarina State, to have more attention from the solicitations on environmental licenseature of hydroelectric undertaking, the discussion goals is about, to propose a map of environmental criteria, that should be taken into account for the environmental licenseature of these undertaking in the sub-basin of the Benedito River. To reach this goal, we have realized careful revision of the bibliography studies from hydrological basin of the Taquari-Antas, from hydrological basin of the Chopim River, analyse of the Environmental Fragility of the 75 basin hydrological of the Caveiras River, to have an holistic view of the basin, identifying critical areas, for the introduction of these undertaking and establish directives for the licenseature. After revision, description, detailed studies, and valuable attribution we have made a list of criteria was prepared, after the input on computational program named ArcMap 9.2 Spatial extensions analyst and 3D Analyst made possible generation of the maps of environmental fragility, when Benedito is demonstrating areas is the biggest fragility in the SBH of the river. As the result cross the produtory of the values given to the fragility maps, that condition produced the map of Environmental Criticity, with this were identified exclusion zones, detailed zones studies and decrease zones of criticity for introduction of the undertakings, the final document will be able to a model for application on Environmental Criteria for licenseature of hydroelectric undertaking in a hydrological basin.

**KEY WORDS:** environmental criteria, SBH of the Benedito River, hydroelectric undertakings, environmental licenseature, criticity map.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Localização da SBH do rio Benedito.....	79
<b>Figura 2.</b>	Espacialização de Unidades de Conservação.....	98
<b>Figura 3.</b>	Áreas de remanescentes florestais.....	105
<b>Figura 4.</b>	Corredores ecológicos.....	108
<b>Figura 5.</b>	Classificação por diferentes habitats e a presença de matas ciliares.....	113
<b>Figura 6.</b>	Identificação e localização de zonas urbanas e núcleos populacionais distribuídos no meio rural.....	118
<b>Figura 7.</b>	Mapeamento das pontes existentes.....	121
<b>Figura 8.</b>	Áreas de interesse turístico e paisagístico.....	125
<b>Figura 9.</b>	Parâmetros de qualidade da água (DBO).....	128
<b>Figura 10.</b>	Parâmetros de qualidade da água (Turbidez).....	129
<b>Figura 11.</b>	Parâmetros de qualidade da água (Coliformes fecais).....	130
<b>Figura 12.</b>	Enquadramento dos cursos de água.....	133
<b>Figura 13.</b>	Disponibilidade de água levando-se em consideração o Plano de Bacia.....	137
<b>Figura 14.</b>	Declividade.....	139
<b>Figura 15.</b>	Criticidade ambiental da SBH do rio Benedito.....	141

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Lista de critérios ambientais.....	78
<b>Quadro 2.</b> Valores atribuídos aos mapas base.....	92
<b>Quadro 3.</b> Lista de critérios ambientais para a SBH do rio Benedito.....	95

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo A</b> - Espacialização de Unidades de Conservação ( mapa 01).....	164
<b>Anexo B</b> - Áreas de remanescentes florestais (mapa 02).....	165
<b>Anexo C</b> – Classificação por diferentes habitats e a presença de matas ciliares (mapa 03)....	166
<b>Anexo D</b> - Identificação e localização de zonas urbanas e núcleos populacionais distribuídos no meio rural (mapa 04).....	167
<b>Anexo E</b> - Mapeamento das pontes existentes (mapa 05).....	168
<b>Anexo F</b> - Áreas de interesse turístico e paisagístico (mapa 06).....	169
<b>Anexo G</b> - Parâmetros de qualidade da água - DBO - (mapa 07).....	170
<b>Anexo H</b> - Parâmetros de qualidade da água – Turbidez – (mapa 08).....	171
<b>Anexo I</b> - Parâmetros de qualidade da água - Coliformes fecais – (mapa 09).....	172
<b>Anexo J</b> - Enquadramento dos cursos de água (mapa 10).....	173
<b>Anexo L</b> - Disponibilidade de água levando-se em consideração o Plano de Bacia (mapa 11).....	174
<b>Anexo M</b> - Declividade (mapa 12).....	175
<b>Anexo N</b> - Empreendimentos Hidrelétricos na SBH do rio Benedito (mapa 13).....	176
<b>Anexo O</b> - Mapa de Criticidade ambiental com empreendimentos hidrelétricos na SBH do rio Benedito (mapa 14).....	177

## LISTA DE SIGLAS

AAE – Avaliação Ambiental Estratégica  
AAI – Avaliação Ambiental Integrada  
AEITA - Área Especial de Interesse Turístico e Ambiental.  
AGMARN - Agência Goiana de Meio Ambiente e Recursos Naturais.  
AHE – Aproveitamento Hidrelétrico.  
AIA – Avaliação de Impacto Ambiental  
AMURES – Associação dos Municípios da Região Serrana.  
ANA – Agência Nacional de Águas.  
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.  
APP – Área de Preservação Permanente.  
ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico  
CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica.  
CCPE - Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos  
CDE – Conta de Desenvolvimento Energético.  
CEEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica.  
CEESAM – Cooperativa de Energia Elétrica Santa Maria.  
CELESC – Centrais Elétricas do Estado de Santa Catarina.  
CERILUZ – Cooperativa de Eletrificação Rural LTDA.  
CERSAD - Cooperativa de Eletrificação Rural de Salto Donner.  
CFURH - Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos.  
CGH – Central Geradora Hidrelétrica.  
CNPE - Conselho Nacional de Política Energética.  
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente.  
COPEL - Companhia Paranaense de Energia.  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio.  
DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica.  
DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral.  
DQO – Demanda Química de Oxigênio.  
EAS - Estudo Ambiental Simplificado.  
EIA – Estudo de Impacto Ambiental.  
EIBH - Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas.

ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileira.

ELETROSUL – Centrais Elétricas do Sul do País.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

FATMA – Fundação de Meio Ambiente

FAURGS - Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental

FURB – Universidade Regional de Blumenau

IAP – Instituto Ambiental do Paraná.

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

JICA - Japan International Cooperation Agency.

LI – Licença de Implantação.

LO – Licença de Operação.

LP – Licença Prévia

MMA – Ministério de Meio Ambiente.

MME – Ministério de Minas e Energia

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico.

PCH – Pequena Central Hidrelétrica.

PEA – População Economicamente Ativa.

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos.

PPA – Plano Pluri Anual.

PPP – Políticas, Planos e Programas.

PRH – Plano de Recursos Hídricos

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica.

RAP - Relatório Ambiental Preliminar.

RAS – Relatório Ambiental Simplificado.

REBIO – Reserva Biológica.

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental.

SBH – Sub-Bacia Hidrográfica

SDS - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável.

SEPLAN – Secretaria de Planejamento

SIG - Sistema de Informações Geográficas.

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

SINGREH ou SINGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente.

UHE – Usinas Hidrelétricas.

ZIAT - Zonas de Interesse Ambiental e Turístico.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	22
2.1	ASPECTOS NORMATIVOS A SEREM OBSERVADOS NA INSTALAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS.....	22
2.1.1	Normas relacionadas ao setor elétrico.....	22
2.1.2	Normas relacionadas ao setor ambiental.....	30
2.1.3	Normas relacionadas ao setor de recursos hídricos.....	35
2.2	CONCEITUAÇÃO DE AIA, AAE, AAI E EIBH.....	42
2.3	CRITÉRIOS AMBIENTAIS - Estudos de Casos.....	52
2.3.1	Bacia do Taquari Antas.....	53
2.3.2	Bacia do Rio Chopim.....	59
2.3.3	Análise das Fragilidades Ambientais da Bacia 75 .....	63
2.3.4	Bacia do Rio Caveiras.....	73
2.4	LISTA DE CRITÉRIOS AMBIENTAIS RESULTADO DA ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASOS.....	76
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	79
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	90
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	94
5.1	LISTA DE CRITÉRIOS AMBIENTAIS COM BASE EM DADOS DISPONÍVEIS NA SBH DO RIO BENEDITO.....	94
5.2	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS AMBIENTAIS ADOTADOS NA SBH DO RIO BENEDITO.....	95
5.2.1	Espacialização de Unidades de Conservação.....	95
5.2.2	Áreas de remanescentes florestais.....	99
5.2.3	Corredores ecológicos.....	106
5.2.4	Classificação por diferentes habitats e a presença de matas ciliares.....	109
5.2.5	Conservação sem barragens de rios representativos .....	114
5.2.6	Identificação e localização de zonas urbanas e núcleos populacionais distribuídos no meio rural.....	116
5.2.7	Mapeamento das pontes existentes.....	119
5.2.8	Áreas de interesse turístico e paisagístico.....	122
5.2.9	Parâmetros de qualidade da água.....	126

5.2.10	Enquadramento dos cursos de água.....	131
5.2.11	Disponibilidade de água levando-se em consideração o Plano de Bacia.....	134
5.3	INTERSECÇÃO ENTRE OS CRITÉRIOS ADOTADOS E GERAÇÃO DO MAPA DE CRITICIDADE AMBIENTAL PARA A SBH DO RIO BENEDITO.....	140
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>146</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>150</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>164</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao teorizar sobre as diversas dimensões da sustentabilidade, Sachs (2000) propõe um modelo de análise que visa considerar a natureza com uma abordagem holística e interdisciplinar, para a utilização sábia dos recursos naturais, respeitando a sua diversidade. Portanto, ele chama a atenção para o fato de o meio ambiente e o desenvolvimento serem duas faces da mesma moeda, e que a verdadeira escolha da sociedade não é entre o desenvolvimento e o meio ambiente, mas entre as formas de desenvolvimento sensíveis ao mesmo.

O Brasil é um país rico em recursos hídricos e construiu a base do seu suprimento de eletricidade com o aproveitamento da energia hidráulica. O potencial hidráulico abundante aliado à disponibilidade tecnológica nacional tem se traduzido em energia elétrica barata e competitiva. Em 2003, as usinas hidráulicas foram responsáveis por 85,3% da geração de eletricidade, gerando 331,5 TWh. No mesmo ano, a capacidade instalada do parque gerador nacional totalizou 86,5 GW, sendo 67,8 GW em hidrelétricas (MME, 2004).

Segundo as projeções do comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos – CCPE, o mercado brasileiro de energia elétrica crescerá a taxas da ordem de 5,7% ao ano, considerando a possibilidade de um cenário de crescimento da renda nacional próximo ao patamar de 4,5%, no período de 2003 a 2012.

Por sua vez, estas demandas por geração de energia cada vez maior, pressionam o sistema de licenciamento de forma crescente e percebe-se cada vez mais novas solicitações de licenciamentos para a instalação de empreendimentos hidrelétricos. Na região Sul do Brasil, especialmente nos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná, tem-se observado que o poder público estadual tem financiado estudos para o desenvolvimento de metodologias mais holísticas para a análise da viabilidade ambiental de empreendimentos hidrelétricos, enquanto no Estado de Santa

Catarina, onde existem mais de 200 solicitações para a construção de empreendimentos hidrelétricos que variam de pequeno, médio a grande porte, tais estudos são praticamente inexistentes.

Na bacia hidrográfica do rio Itajaí, a realidade não difere muito da situação das demais bacias hidrográficas do Estado. No entanto, em virtude da existência do Comitê do Itajaí, que estimula a discussão em torno dos problemas relacionados ao uso da água de forma democrática, bem como, tem entre suas prioridades, a busca da sustentabilidade ambiental da bacia, criou-se uma demanda por parte de alguns integrantes do Comitê para o desenvolvimento de uma metodologia que auxiliasse a FATMA a se posicionar de forma mais criteriosa ante as solicitações de licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos.

Neste sentido, a presente dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da FURB, intitulada “Critérios ambientais para licenciamento de empreendimentos hidrelétricos na sub-bacia do rio Benedito”, procura dar uma resposta a demanda proveniente do Comitê.

As perguntas de pesquisa que nortearam o presente trabalho foram:

1 - Existem atualmente critérios estabelecidos para licenciamento ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos que façam uma análise Integrada da sub-bacia ou bacia hidrográfica?

2 - Com base em pesquisas e estudos recentes, quais os critérios que poderiam nortear o licenciamento de Empreendimentos Hidrelétricos?

3 - A utilização de água pelos Empreendimentos Hidrelétricos tem gerado conflitos com outros tipos de uso na bacia do Rio Itajaí?

Levando em consideração estes questionamentos, foram formuladas as seguintes hipóteses:

1 - Não existem critérios ambientais pré-definidos, que façam uma avaliação integrada dos empreendimentos hidrelétricos, para servir de subsídio aos tomadores de decisão no processo de Licenciamento Ambiental destes empreendimentos;

2 - O número de empreendimentos hidrelétricos existentes na SBH do rio Benedito é maior do que aqueles constantes nos inventários hidrelétricos aprovados pela ANEEL para esta sub-bacia;

3 - O potencial hidrelétrico na bacia, mesmo sendo grande pode não ser viável levando em consideração critérios ambientais, que poderão restringir sua exploração;

4 - Existem conflitos pela utilização da água para geração de energia elétrica.

Assim, a presente pesquisa tem por objetivos:

1 - Objetivo Geral:

Propor um mapa de criticidade ambiental que deva ser levado em consideração pelo órgão ambiental, no processo de licenciamento de empreendimentos hidrelétricos.

2 - Objetivos Específicos:

a) Efetuar revisão bibliográfica sobre as seguintes categorias operacionais: Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) e Avaliação Ambiental Integrada (AAI);

b) Verificar a existência de estudos que a partir de uma visão holística da bacia identifiquem áreas críticas para a implantação de empreendimentos hidrelétricos e estabeleçam diretrizes para o seu licenciamento ambiental;

c) Estruturar uma matriz de critérios ambientais, com base nos estudos de casos analisados, para orientar a elaboração dos mapas de fragilidade ambiental na SBH do rio Benedito;

d) Elaboração dos mapas de fragilidade ambiental, a partir dos dados disponíveis sobre a SBH do rio Benedito.

Para alcançar os objetivos propostos, esta dissertação foi dividida em seis capítulos, incluindo a introdução, onde são feitas as seguintes abordagens:

No capítulo 2, na Revisão Bibliográfica, são apresentados alguns conceitos operacionais importantes para a compreensão da temática abordada no presente estudo, bem como, são relatados os aspectos normativos a serem observados na instalação de empreendimentos hidrelétricos. Neste mesmo capítulo ainda são apresentados os estudos realizados anteriormente em outras bacias hidrográficas, que proporcionaram a geração de uma matriz de critérios, que serviu como base teórica e comparativa para subsidiar o direcionamento e proposição de critérios ambientais para o processo de licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos na SBH do rio Benedito.

No capítulo 3, é caracterizada a área onde o estudo foi realizado, relatando inclusive os estudos que já haviam sido realizados na sub-bacia, e o porquê da escolha da SBH do rio Benedito para a área de estudo e conseqüente proposição do mapa de criticidade ambiental.

No capítulo 4, é apresentada a metodologia utilizada para a elaboração da pesquisa.

No capítulo 5, são apresentados os resultados e discussões. O principal resultado da presente pesquisa foi a elaboração do mapa de criticidade ambiental, instrumento a ser utilizado pelo órgão ambiental estadual para nortear o processo administrativo de licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos na SBH do rio Benedito. Nas discussões chama-se a atenção para a importância de procurar alternativas que contemplem uma análise integrada de bacia, como procuram fazer a AAE e a AAI. Aponta-se também para algumas dificuldades encontradas na geração dos mapas de fragilidades, e relaciona-se algumas contribuições apresentadas pelo estudo.

No capítulo 6, é apresentada a conclusão e algumas recomendações voltadas para o aprimoramento da metodologia utilizada.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - ASPECTOS NORMATIVOS A SEREM OBSERVADOS NA INSTALAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS

Quanto ao arcabouço legal referente à implantação de empreendimentos hidrelétricos, deve estar claro para quais instituições deverão ser encaminhados os processos de registro, licenciamentos e outorga.

Por isso, a legislação setorial a ser observada para a implantação destes empreendimentos está relacionada ao setor elétrico, ao setor de recursos hídricos e ao setor ambiental.

#### 2.1.1 – Normas relacionadas ao setor elétrico

Com relação ao setor elétrico caberá à Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, por força da Lei 9.427/96, regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal.

Quanto aos encaminhamentos neste setor para a implantação de empreendimentos hidrelétricos, a legislação a ser considerada tem como linhas mestras a “Constituição da República Federativa do Brasil” de 1988, o “Código de Águas”, de 10 de julho de 1934 ( Decreto nº 24.643/34), Lei nº 7.990/89, Leis nºs 8.987/95 e 9.074/95, Lei nº 9.427/96, Lei nº 9.984/00, Lei nº 10.438/02 e Leis 10.847/04 e 10.848/04. Além destas Leis as resoluções da ANEEL nºs 393/98, 395/98, 398/98 e 652/03.

As quedas d'água e outras fontes de energia hidráulica através do Decreto nº 24.643/34, foram definidas como bens imóveis não integrantes das terras em que se encontravam.

Entretanto, contraditoriamente, o mesmo decreto estabelecia que as quedas d'água existentes em cursos considerados “particulares” pertenciam aos proprietários dos terrenos marginais (ou a quem o fosse por título legítimo), e que as quedas d'água e outras fontes de energia hidráulica existentes em “águas públicas de uso comum ou dominicais” seriam incorporadas ao patrimônio da Nação, como propriedade inalienável e imprescritível. Há que se esclarecer, porém, que a Constituição Federal de 1988 alterou o regime jurídico das águas no Brasil, extinguindo a categoria de águas particulares. Assim, a partir da Constituição Federal de 1988, as águas passaram a ser exclusivamente de dominialidade pública, conforme se depreende da leitura dos artigos 20, III e 26, I.

O Código de Águas assegura também ao proprietário da queda d'água a preferência na autorização ou concessão para o aproveitamento industrial de sua energia ou co-participação nos lucros da exploração que por outrem fosse feita.

A Lei nº 8.987/95 dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos, previsto no art. 175 da Constituição Federal, dentre os quais se enquadram os serviços de geração de energia elétrica através da exploração do potencial de energia hidráulica.

Vindo complementar a lei citada anteriormente (8.987/95), a Lei nº 9.074/95, estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Em seu artigo 1º, inciso V, está a exploração de obras ou serviços federais de barragens, contenções, eclusas, diques e irrigações precedidas ou não da execução de obras públicas. Nesta mesma Lei em seu artigo 8º, diz que o aproveitamento de potenciais hidráulicos, iguais ou inferiores a 1.000 KW, e a implantação de usinas termelétricas de potência igual ou

inferior a 5.000 KW, estão dispensados de concessão, permissão ou autorização, devendo apenas ser comunicado ao poder concedente.

Com a promulgação da Lei nº 9.427/96, foi instituído a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, dando a ela funções de regulação e fiscalização, além de disciplinar o regime de concessões de serviços públicos de energia elétrica. No exercício de suas funções, a ANEEL promoverá a articulação com os Estados e o Distrito Federal para o aproveitamento dos cursos de água e a compatibilização com a política nacional de recursos hídricos. Para regularização destes serviços esta agência tem emitido várias resoluções, estando entre elas as resoluções 393/98, 395/98, 398/01 e 652/03.

A Resolução nº 393/98, estabeleceu os procedimentos Gerais para registro e aprovação dos estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas. Em seu Artigo 1º conceitua como inventário hidrelétrico a etapa de estudos de engenharia em que se define o potencial hidrelétrico de uma bacia hidrográfica, mediante o estudo de divisão de quedas e a definição prévia do aproveitamento ótimo de que tratam os §§ 2º e 3º do art. 5º da Lei nº 9.074/95. Dentre as etapas de estudos de aproveitamentos hidrelétricos temos:

#### **a) Estimativa do Potencial Hidrelétrico**

É a etapa dos estudos em que se procede a análise preliminar das características da bacia hidrográfica, especialmente quanto aos aspectos topográficos, hidrológicos, geológicos e ambientais, no sentido de verificar sua vocação para geração de energia elétrica (ELETROBRÁS, 1997a). Essa análise, exclusivamente pautada nos dados disponíveis, é feita em escritório e permite a primeira avaliação do potencial e estimativa de custo do aproveitamento da bacia hidrográfica e a definição de prioridade para a etapa seguinte, sendo classificado em função do tipo de estudo em (MME, 2002a):

- **Potencial Remanescente** - É o resultado de estimativa realizada em escritório, a partir de dados existentes, sem qualquer levantamento complementar, considerando um trecho do curso d'água, via de regra situado na cabeceira, sem determinar os locais de implantação dos aproveitamentos;

- **Potencial Individualizado** - É o resultado de estimativa realizada em escritório para um determinado local, a partir de dados existentes ou levantamentos expeditos, sem um levantamento detalhado.

#### **b) Estudo de Inventário Hidrelétrico**

Nos estudos de inventário, são analisadas as alternativas locacionais de um empreendimento em uma mesma bacia hidrográfica. É nesta etapa que se determina o “aproveitamento ótimo” de que tratam os § 2º e 3º do art. 5º da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, ou seja, o potencial hidrelétrico de uma bacia hidrográfica e se estabelece a melhor divisão de queda, mediante a identificação do conjunto de aproveitamentos que propiciem um máximo de energia ao menor custo, aliado a um mínimo de efeitos negativos sobre o meio ambiente (ELETROBRÁS, 1997a). O Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas da ELETROBRÁS (1997a) estabelece um conjunto de critérios, procedimentos e instruções para a realização do inventário do potencial hidrelétrico de bacias hidrográficas.

Os estudos são realizados a partir de dados secundários, complementados com informações de campo, e pautado em estudos básicos hidrometeorológicos, energéticos, geológicos, ambientais e de outros usos d'água. Desse estudo resulta um conjunto de aproveitamentos, suas principais características, estimativas de custo, índices custo - benefício e índices ambientais.

Nesta fase, os estudos hidrológicos precisam conter todas as informações consistidas e homogêneas para toda bacia, discriminando e detalhando satisfatoriamente a base de dados e a

metodologia utilizada para obtenção dos elementos relacionados à estimativa do potencial energético, como séries de vazões médias mensais nos barramentos propostos, vazões de cheia, curva de permanência, curvas-chave, dados de evaporação e evapotranspiração, bem como precipitação. Esses estudos hidrológicos são o ponto de partida para identificação do potencial energético da bacia, por isto devem estar bem embasados para não comprometerem estudos futuros.

Os usos múltiplos dos recursos hídricos são tratados no Manual de Inventário Hidrelétrico como “restrições” à formulação de alternativas de divisão de queda na construção do cenário-base, que considera informações relacionadas a planos diretores de desenvolvimento integrado e a planos setoriais procurando-se obter um retrato realista, objetivando compatibilizar as possibilidades de desenvolvimento da bacia, especificando para cada trecho de rio da bacia hidrográfica em estudo, as parcelas de vazão e queda comprometidas com os outros usos da água que limitam a geração de energia, em relação ao qual os benefícios energéticos das alternativas serão avaliados (ELETROBRAS, 1997a). Entretanto, os potenciais impactos positivos e negativos das atividades de “usos múltiplos” não são computados na avaliação, pois os mesmos devem ser objeto das avaliações setoriais correspondentes.

Os estudos ambientais desenvolvidos nesta fase têm como objetivo promover o conhecimento das principais questões ambientais da bacia hidrográfica e avaliar os efeitos da implantação do conjunto de aproveitamentos, tendo em vista subsidiar a formulação das alternativas de divisão de queda e a tomada de decisão (ELETROBRÁS, 1997a). Para a comparação entre as alternativas em termos de seus impactos ambientais, são atribuídos valores e pesos aos aspectos ambientais envolvidos, como Ecossistemas Terrestres, Ecossistemas Aquáticos, Modos de Vida, Populações Indígenas, Organização Territorial e Base Econômica, na definição dos aproveitamentos possíveis, buscando incorporar estas variáveis no processo decisório. Ainda,

o Manual estabelece que os valores e pesos são definidos pela equipe técnica responsável pelos estudos, baseado nos contatos com os diversos setores atuantes na bacia.

De acordo com o Manual de Inventário, a participação dos setores envolvidos na região é inserida no processo de avaliação em todas as etapas do estudo, seja de uma forma indireta nas etapas iniciais através do levantamento e análise dos diferentes atores envolvidos, ou de forma mais objetiva subsidiando a tomada de decisão, quando serão selecionadas as melhores alternativas. Dentro da atual estrutura institucional do setor de recursos hídricos, o Comitê de Bacias Hidrográficas deve ser um fórum privilegiado para uma efetiva institucionalização desses procedimentos participativos, onde já existe um grau adequado de articulação intersetorial, e desta forma permitir a ampliação do enfoque de restrição atribuído aos critérios relativos aos usos múltiplos das águas, de modo que os mesmos possam ser considerados de forma mais ampla na seleção das alternativas de divisão de queda.

A Resolução nº 395/98, estabelece os procedimentos gerais para registro e aprovação de estudos de viabilidade e projeto básico de empreendimentos de geração hidrelétrica, assim como da autorização para exploração de centrais hidrelétricas até 30 MW, como segue em seu artigo 1º incisos I, II e IV:

Art. 1º - Estabelecer, na forma desta resolução:

I – os procedimentos gerais para registro, seleção e aprovação de estudos de viabilidade e projeto básico de empreendimentos de geração hidrelétrica;

II – autorização de exploração de potenciais hidráulicos até 30.000 kW;

[...]

IV – disciplinar a comunicação quanto à realização dos aproveitamentos hidrelétricos até 1.000 kW.

O registro de que é tratado acima, e que dispõe o Artigo 28 da Lei 9.427/96, será iniciado com a autuação do requerimento específico para cada potencial hidráulico, sendo seu comprovante o número de processo na ANEEL. Segundo a resolução 395/98 em seu Artigo 5º, os registros podem em relação a sua validade assumir a condição de registro ativo e inativo. Os Registros ativos são aqueles considerados válidos pela ANEEL, com acompanhamento contínuo do andamento dos estudos, e os registros inativos são aqueles considerados insubsistentes pela ANEEL. Após o registro, a ANEEL informará ao interessado os prazos para apresentação dos relatórios de andamento dos estudos de viabilidade ou do projeto básico compatíveis com a sua complexidade e com as articulações e licenças legais necessárias, de modo que o registro permaneça na condição de ativo.

O Projeto Básico deve ser elaborado de acordo com as Normas da ANEEL sobre o assunto e atender ao documento “Diretrizes para Estudos de Pequenas Centrais Hidrelétricas”. Estas diretrizes, destinam-se a servir de roteiro básico para caracterizar a abrangência e a profundidade com que deve ser tratada a fase de projeto básico de um empreendimento hidrelétrico, de modo a manter a qualidade técnica dos projetos e sua segurança, além de atender a Lei 9.074/95 em seu artigo 5º, capítulo II, que fala de sua obrigatoriedade.

A Resolução nº 398/01 estabelece em seu artigo 1º as condições e os critérios específicos para a análise e comparação dos estudos de inventários hidrelétricos, visando a seleção do estudo a ser aprovado, no caso da existência de múltiplos estudos.

A resolução ANEEL nº 652/03, que revogou a resolução 394/98, veio estabelecer os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica. Esta resolução em seu artigo 3º, estabelece que se enquadram como PCH os

empreendimentos com potência superior a 1 MW e igual ou inferior a 30 MW, com área total de reservatório igual ou inferior a 3 Km<sup>2</sup>.

A Lei nº 9.648/98, autorizou o poder executivo a promover a reestruturação das Centrais Elétricas Brasileiras – ELETROBRAS – e de suas subsidiárias, e estabeleceu que as atividades de coordenação e controle da operação da geração e transmissão de energia elétrica nos sistemas interligados passam a ser executadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS –, pessoa jurídica de direito privado, mediante autorização da ANEEL.

A Lei nº 10.438/02 veio dispor sobre a expansão da oferta de energia emergencial e a universalização do serviço público de energia elétrica, além de criar o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) e a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE).

Também com o objetivo de realizar os estudos e pesquisas destinados a subsidiar o planejamento do setor energético e apoiar a elaboração de políticas energéticas de longo prazo, foi criado através da Lei 10.847/04 a Empresa de Pesquisa Energética – EPE. É esta empresa que em substituição a responsabilidade original que era da ANEEL define o aproveitamento ótimo de potenciais hidrelétricos.

O propósito de mudança do modelo vigente no setor elétrico culminou com a publicação da Lei nº 10.848/04, que versa sobre a comercialização de energia elétrica no país, criando a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE –, pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, sob autorização do poder concedente e regulação e fiscalização pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL –, com a finalidade de viabilizar a comercialização.

### 2.1.2 – Normas relacionadas ao setor ambiental

Paralelamente à regulamentação do setor elétrico, os aproveitamentos hidrelétricos estão submetidos aos licenciamentos do setor ambiental, exigidos para as atividades que utilizam os recursos ambientais e possam provocar degradação ambiental, nos termos da legislação vigente. Estes licenciamentos estão embasados na Lei 6.938/81, que dispõe sobre a política Nacional do Meio Ambiente, a qual em seu Artigo 6º descreve quais órgãos e entidades da união, dos estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, constituem o Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA. Dentre esta estrutura, neste mesmo artigo, no Inciso II, está o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA –, e no Inciso V, os órgãos seccionais, ou seja, os órgãos ou entidades estaduais, responsáveis pela execução de programas, projetos, e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar degradação ambiental. No artigo 10 desta mesma Lei, está claro que a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA –, que no caso de Santa Catarina é a Fundação de Meio Ambiente - FATMA.

Portanto, Licenciamento Ambiental segundo a Resolução CONAMA 237/97, em seu artigo 1º, Inciso I, é o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

Após descrição da instituição reguladora do setor ambiental, são destacados os principais textos legais que orientam este setor com relação aos empreendimentos hidrelétricos.

Dentre elas estão a Constituição Federal de 88, a Lei nº 6.938/81, o Decreto nº 99.274/90 e as Resoluções do CONAMA nºs 001/86, 006/87, 009/87, 002/96, 237/97 e 279/01.

De acordo com a Constituição Federal de 1988 em seu artigo 20, inciso III e VIII, estão entre os bens da União, os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais, as praias fluviais e os potenciais de energia hidráulica. À União compete explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão, os serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos d'água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidroenergéticos, ficando isento de autorização ou concessão o aproveitamento do “potencial de energia renovável de capacidade reduzida”. Aos Estados segundo o artigo 26 da referida Constituição incluem-se como seus bens as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes, e em depósito, ressalvadas as decorrentes de obras da união.

A Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu artigo 8º que fala sobre a competência do CONAMA, em seu inciso VII, estabelece normas, critérios e padrões relativos ao controle e a manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos. Em seu artigo 9º, inciso III, considera a avaliação de impactos ambientais (AIA), e inciso IV, o Licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidora, Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. O artigo 10 da referida Lei menciona quais as atividades sujeitas ao licenciamento ambiental e quais os órgãos competentes para tal licenciamento.

De acordo com o Decreto nº 99.274/90, que regulamenta a Política Nacional do Meio Ambiente, a construção ou ampliação de empreendimentos capazes de causar degradação ambiental dependerá de licenciamento do órgão ambiental competente. Em seu artigo 3º, inciso II,

determina como órgão consultivo e deliberativo o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. No artigo 17, parágrafo 1º diz que caberá ao CONAMA fixar os critérios básicos, segundo os quais serão exigidos estudos de impactos ambientais para fins de licenciamento. Neste mesmo artigo, no parágrafo 2º afirma que o estudo de impacto ambiental será realizado por técnicos habilitados e constituirá o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA –, correndo as despesas à conta do proponente do projeto. É no artigo 19 deste Decreto que trata da competência de controle exercida pelo poder público, através da expedição da Licença Prévia, Licença de Instalação e da Licença de Operação.

A Resolução CONAMA nº 001/86, estabelece que o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente dependerá da elaboração de EIA e de respectivo RIMA a serem submetidos a aprovação dos órgãos ambientais competentes. Consta da referida resolução em seu artigo 2º, inciso VII, que estão incluídas as obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10 MW. Também neste artigo, no inciso XI, inclui as usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW.

A Resolução CONAMA 006/87, estabelece regras gerais para o licenciamento ambiental de obras de grande porte, especialmente de geração de energia elétrica. Estabelece que as concessionárias de exploração, geração e distribuição de energia elétrica, ao submeterem seus empreendimentos ao licenciamento ambiental deverão prestar as informações técnicas sobre o mesmo, conforme estabelecem os termos da legislação ambiental e os procedimentos definidos nesta resolução.

A Resolução de nº 009/87 deste Conselho é responsável pela regulamentação das audiências públicas, nas quais deverá ser exposto aos interessados o conteúdo do produto em análise e do seu referido RIMA, dirimindo dúvidas e recolhendo dos presentes as críticas e

sugestões a respeito, cuja ata e seus anexos servirão de base, juntamente com o RIMA, para a análise e parecer final do órgão licenciador quanto à aprovação ou não do projeto.

A resolução CONAMA 002/96, estabelece que, para fazer face à reparação dos danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas, o licenciamento de empreendimentos de relevante impacto ambiental terá como um dos requisitos a serem atendidos pelo empreendedor, a implantação de uma unidade de conservação de domínio público e uso indireto ou a adoção de medidas alternativas.

Dentre as resoluções que regulamentam o processo de licenciamento de empreendimentos hidrelétricos está a resolução CONAMA 237/97. No Anexo I da referida resolução estão listados os empreendimentos e ou atividades sujeitas ao Licenciamento Ambiental, constando do item Obras Cíveis, as barragens e diques. Esta mesma resolução altera a Resolução 001/86 em seu artigo 2º inciso XI, com relação a exigência de estudos de impacto ambiental – EIA e relatório de impacto ambiental – RIMA, para usinas de geração de eletricidade acima de 10 MW. Por esta nova resolução, datada de 19 de Dezembro de 1997, em seus artigos 2º, 3º e 12, a decisão quanto aos casos em que serão necessários estudos detalhados ou simplificados fica a critério do órgão ambiental licenciador. Portanto, para as usinas hidrelétricas, não há mais o limite de 10 MW para isenção de apresentação de EIA/RIMA, mas sim a consideração a ser feita pelo órgão ambiental, de que o empreendimento é ou não potencialmente causador de significativa degradação ao meio ambiente, podendo ser estabelecidos procedimentos simplificados para as atividades e empreendimentos de pequeno potencial de impacto ambiental.

Foi, então, através da Resolução CONAMA 279/01, que se estabeleceu os procedimentos para o Licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. Em seu artigo 1º, que trata dos procedimentos e prazos aplicados a qualquer nível de competência, ao licenciamento ambiental simplificado de

empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental está incluído em seu inciso I, as Usinas hidrelétricas e sistemas associados. Em seu artigo 3º, dentre os documentos a serem apresentados pelo empreendedor estão o relatório ambiental simplificado atendendo, no mínimo, o anexo I desta Resolução, bem como o registro na Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, quando couber. Neste mesmo artigo, em seu parágrafo 2º, consta que somente será expedida LP mediante apresentação, quando couber, da outorga de direito dos recursos hídricos ou da reserva de disponibilidade hídrica. Outra característica relevante quanto à emissão das licenças ambientais, é o que consta do Artigo 6º da presente resolução, que estabelece em 60 (sessenta) dias a contar da protocolização, o prazo para emissão da LP e LI, caso não tenha a necessidade de estudos complementares. No artigo 8º da referida resolução, consta que sempre que julgar necessário ou quando for solicitado por entidade civil, pelo ministério público, ou por cinquenta pessoas maiores de 18 ( dezoito) anos, o órgão do meio ambiente promoverá reunião técnica informativa. Tendo sido cumpridas todas as condicionantes da LI, a LO conforme artigo 9º, será emitida pelo órgão ambiental competente no prazo máximo de sessenta dias após seu recebimento.

Nesta mesma resolução em seu anexo I está descrita a proposta de conteúdo mínimo para o Relatório Ambiental Simplificado.

A - Descrição do projeto:

Objetivos e justificativas, em relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;

Descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, considerando a hipótese de não realização, especificando a área de influência.

B - Diagnóstico e prognóstico ambiental:

Diagnóstico ambiental;

Descrição dos prováveis impactos ambientais e sócio-econômicos da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios para sua identificação, quantificação e interpretação;

Caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, considerando a interação dos diferentes fatores ambientais.

#### C - Medidas Mitigatórias e Compensatórias:

Medidas mitigatórias e compensatórias, identificando os impactos que não possam ser evitados;

Recomendação quanto à alternativa mais favorável;

Programa de acompanhamento, monitoramento e controle.

Outra resolução importante que demonstra cada vez mais a preocupação e interligação entre os setores envolvidos na implantação de empreendimentos hidrelétricos, tendo a ver com a legislação ambiental, foi a nº 15, de 22 de Novembro de 2002, expedida pelo Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, que em seu artigo 1º, cria um grupo de trabalho para propor que a partir de Janeiro de 2004, todos os empreendimentos destinados a expansão da oferta de energia elétrica disponham da Licença Prévia – LP, como condição para serem autorizados ou licitados.

#### 2.1.3 – Normas relacionadas ao setor de recursos hídricos

Quanto ao setor de recursos hídricos, quem será responsável em promover a sua gestão de forma integrada, arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos, implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a sua recuperação são os órgãos integrantes do Sistema Nacional de

Gerenciamento de Recursos Hídricos. Integram este sistema o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a Agência Nacional de Águas – ANA, os conselhos de recursos hídricos estaduais e do Distrito Federal, os comitês de bacias hidrográficas, os órgãos federais, estaduais e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos e as Agências de Água.

A exemplo do setor elétrico e ambiental, o arcabouço legal referente ao setor de Recursos Hídricos tem como referência, a Constituição Federal de 1988, os Decretos 24.643/34, e 4.895/03, as Leis 9.433/97 e 9.984/00, as resoluções do CNRH nº 16 e 37, e a resolução da ANA nº 131.

O Decreto nº 24.643/34, denominado Código de Águas, estabeleceu em seu artigo 2º, quais são águas públicas de uso comum. Dentre elas, as correntes, canais, lagos e lagoas navegáveis ou flutuáveis. Em seu artigo 29, estabelece a quem pertencem as águas públicas. Em seu artigo 43, diz que as águas públicas não poderão ser derivadas para agricultura, indústria ou outra atividade econômica, sem a existência de concessão administrativa, o que reafirma no artigo 139, quando trata do aproveitamento industrial das quedas de águas e outras fontes de energia hidráulica. Também no artigo 43, parágrafo 2º, alerta para que toda concessão ou autorização tenha prazo fixo, e nunca exceda a 30 (trinta) anos. No artigo 46, deixa bem claro que as águas são inalienáveis sendo apenas outorgado o direito ao uso. Também neste decreto, em seu artigo 195, está previsto que as autorizações e concessões serão exclusivamente dadas a brasileiros ou a empresas organizadas no Brasil.

Somente no início da década de 80, quase cinquenta anos após a edição do código, a discussão do tema de gestão integrada dos recursos hídricos foi retomada em nosso país. Nos anos seguintes, até a edição da Constituição Federal de 1988, ocorreu um avanço considerável, fatos estes que deflagraram o processo de inserção na nova constituição em seu artigo 21, inciso XIX, o sistema nacional de recursos hídricos e a definição de critérios de outorga de direitos de seu uso.

Também é na Constituição em seu artigo 231, parágrafo 3º que são reconhecidos os direitos aos índios sobre o aproveitamento dos recursos hídricos, inclusive os potenciais energéticos, só podendo ser explorado com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada a participação nos resultados.

Vindo a instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos e criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, foi promulgada a Lei 9.433/97. Dentre os fundamentos, constantes do artigo 1º desta Lei estão o consumo humano e a dessedentação de animais como usos prioritários em situações de escassez, a água como recurso natural limitado e dotado de valor econômico, o uso múltiplo das águas, a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação do gerenciamento das águas e atuação do SINGREH, além da gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos. Quanto aos objetivos descritos no artigo 2º, destaca-se a garantia da disponibilidade de água para as gerações atuais e futuras, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, a utilização racional e integrada com vistas ao desenvolvimento sustentável e à prevenção e à defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural (cheias e secas), ou decorrentes do uso inadequado dos recursos hídricos. Como diretrizes básicas, a Lei estabelece em seu artigo 3º, a associação dos aspectos de quantidade e qualidade, a adequação às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País, a integração com a gestão ambiental, com a gestão dos sistemas estuarinos e costeiros, e a articulação com a gestão do uso do solo. Em seu artigo 4º, deixa claro que a União articular-se-á com os Estados em relação ao gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum. Dentre os Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, estão os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos de águas em classes segundo os usos preponderantes da água, a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso destes recursos e o sistema de informações sobre recursos hídricos. Quanto aos planos de recursos hídricos, quando a nível Nacional e Estadual são planos estratégicos que estabelecem

diretrizes gerais sobre os recursos hídricos do país ou do estado, enquanto o plano de recursos hídricos por bacia hidrográfica é o instrumento de planejamento local, onde se define como conservar, recuperar e utilizar os recursos hídricos daquela bacia.

De acordo com a Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº 04/00, artigo 2º, inciso XVI, a outorga de direito de uso de recursos hídricos é “o ato administrativo, de autorização, mediante o qual o Poder Público outorgante faculta ao outorgado o direito de uso de recurso hídrico por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato” .

Os aproveitamentos dos potenciais hidrelétricos, como consta do inciso IV do artigo 12 da Lei 9.433/97, estão sujeitos a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos pelo poder público, estando condicionado às prioridades de usos estabelecidas no plano de recursos hídricos, devendo respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado, como consta no artigo 13 da referida Lei.

Com a finalidade de implementar a política Nacional de Recursos Hídricos é criada através da Lei nº 9.984/00, a Agência Nacional de Águas – ANA –, entidade federal integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. No artigo 4º, incisos IV, V, XII, XIII e XIV desta Lei, dentre as competências da ANA, na interface com o setor elétrico está outorgar por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União; fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União; definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas. A definição das condições de operação de reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos será efetuada em articulação com o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS; promover a coordenação das atividades desenvolvidas no

âmbito da rede hidrometeorológica nacional, em articulação com órgãos e entidades públicas ou privadas que a integram, ou que dela sejam usuárias, e organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

No artigo 5º, incisos I, II e III da referida Lei, consta que nas outorgas de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União, incluindo os aproveitamentos hidrelétricos, serão respeitados os limites de prazos, contados da data de publicação dos respectivos atos administrativos de autorização de até dois anos, para início da implantação do empreendimento objeto da outorga, até seis anos, para conclusão da implantação do empreendimento projetado e até trinta e cinco anos, para vigência da outorga de direito de uso. De acordo com o parágrafo 1º e 2º deste mesmo artigo, as outorgas de direito de uso de recursos hídricos para concessionárias e autorizadas de serviços públicos e de geração de energia hidrelétrica vigorarão por prazos coincidentes com os dos correspondentes contratos de concessão ou atos administrativos de autorização. Os prazos para início e para conclusão da implantação do empreendimento projetado poderão ser ampliados quando o porte e a importância social e econômica do empreendimento o justificar, ouvido o Conselho Nacional de Recursos Hídricos. O prazo de vigência da outorga poderá ser prorrogado pela ANA, respeitando-se as prioridades estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos.

A Lei nº 9.984/2000, em seu artigo 7º, determina que para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial de energia hidráulica em corpo de água de domínio da União, a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL deverá promover, junto à ANA, a prévia obtenção de declaração de reserva de disponibilidade hídrica. Em seu parágrafo 1º, diz que quando o potencial hidráulico localizar-se em corpo de água de domínio dos Estados ou do Distrito Federal, a declaração de reserva de disponibilidade hídrica será obtida em articulação com a respectiva entidade gestora de recursos hídricos. No parágrafo 2º deste mesmo artigo, consta que a declaração de reserva de disponibilidade hídrica será transformada, automaticamente, pelo respectivo poder

outorgante, em outorga de direito de uso de recursos hídricos à instituição ou empresa que receber da ANEEL a concessão ou a autorização de uso do potencial de energia hidráulica.

A Resolução nº 16 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, de 8 de maio de 2001, que estabelece diretrizes gerais para outorga de direito de uso de recursos hídricos, em seu artigo 11, também define que a ANEEL deverá obter a declaração de reserva de disponibilidade hídrica para licitar a concessão ou autorizar o uso do potencial de energia hidráulica, e que esta declaração será transformada em outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Adicionalmente, a Resolução nº 37 do CNRH, de 26 de março de 2004, estabelece diretrizes mais específicas para a outorga de recursos hídricos para a implantação de barragens em corpos de água de domínio dos Estados, do Distrito Federal ou da União. Para efeito de aplicação da resolução o seu artigo 2º, considera vazão de restrição, como sendo a vazão que expressa os limites estabelecidos para que haja o atendimento satisfatório aos múltiplos usos dos recursos hídricos e que orienta a operação do reservatório e o plano de contingência. Entende-se por plano de contingência o conjunto de ações e procedimentos que definem as medidas que visam a continuidade do atendimento aos usos múltiplos outorgados, observando os seguintes aspectos: a) vazões de restrição; b) o plano de ação de emergência; c) mapas de inundação com indicação do alcance de ondas de cheias e respectivo tempo de chegada, resultantes da ruptura da barragem; d) manifestação setorial; e, e) declaração de disponibilidade hídrica (ato administrativo a ser requerido para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial de energia hidráulica, nos termos do artigo 7º da Lei 9.984/00).

A resolução nº 37 do CNRH em seu artigo 3º, destaca que o interessado, na fase inicial de planejamento do empreendimento, deverá solicitar à respectiva autoridade outorgante a relação de documentos e o conteúdo dos estudos técnicos exigíveis para análise do correspondente

requerimento de outorga de recursos hídricos e que a autoridade outorgante definirá o conteúdo dos estudos técnicos, considerando as fases de planejamento, projeto, construção e operação do empreendimento, formulando termo de referência que considere as características hidrológicas da bacia hidrográfica, porte da barragem, a finalidade da obra e do uso do recurso hídrico. No artigo 4º desta resolução, ressalta-se que a ausência da manifestação setorial, devidamente justificada, não poderá constituir impeditivo para o encaminhamento do requerimento e análise de outorga de recursos hídricos, cabendo à autoridade outorgante adotar medidas que forem adequadas para a continuidade da tramitação do processo. As regras de operação dos reservatórios, o plano de ação de emergência e o plano de contingência poderão ser reavaliados pela autoridade outorgante, e mais especificamente pela ANA no que lhe couber, considerando-se os usos múltiplos, os riscos decorrentes de acidentes e os eventos hidrológicos críticos, conforme consta do artigo 6º desta resolução.

A Resolução da ANA nº 131/03 dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW em corpo de água de domínio da União. Esta Resolução lista os documentos que a ANEEL deverá encaminhar à ANA para obtenção da referida declaração, limita o seu prazo de validade em até 3 anos, o qual pode ser renovado por igual período e dispensa os detentores de concessão e de autorização de uso de potencial de energia hidráulica, expedidas até 11 de março de 2003, da solicitação de outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Com relação à regulamentação do uso múltiplo dos reservatórios do setor elétrico, vale a pena citar o decreto nº 4.895/03, que dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, incluindo os reservatórios de companhias hidroelétricas.

Finalizando o arcabouço Legal que trata do setor de recursos hídricos tem-se a Compensação Financeira pela Utilização destes Recursos (CFURH), de que trata a Lei nº 7.990/89 em seu artigo 4º, inciso I. Esta compensação é o valor que agentes de geração pagam pela utilização dos recursos hídricos para exploração de potencial hidráulico para produção de energia elétrica, correspondendo a 6,75 % do valor da energia elétrica produzida, calculado utilizando uma taxa de referência. Neste mesmo artigo consta que as Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH, estão dispensadas deste pagamento. Os recursos correspondentes ao percentual de 6% são destinados aos municípios atingidos pelas barragens e aos Estados onde se localizam as represas, na proporção de 45%, para cada um; cabendo à União os 10% restantes, o qual é dividido entre o Ministério do Meio Ambiente (3%); o Ministério de Minas e Energia (3%) e para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (4%), administrado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. Os recursos correspondentes aos 0,75% constituem pagamento pelo uso de recursos hídricos e são receitas da ANA para aplicação na implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

## 2.2 - CONCEITUAÇÃO DE AIA, AAE, AAI e EIBH.

Na busca por fundamentação teórica ao estudo preterido, tomando como exemplo estudos como o diagnóstico Ambiental da Bacia do Taquari Antas, no Rio grande do Sul, Estudo de Inventário Hidrelétrico na Bacia do Rio Chopim no estado do Paraná, Análise de Fragilidades Ambientais e da Viabilidade de Licenciamentos de Aproveitamentos Hidrelétricos das Bacias Hidrográficas dos rios Ijuí e Butuí-Piratinim-Icamaquã, também no Rio Grande do Sul, e do Estudo de Sustentabilidade Ambiental para a Implantação de Empreendimentos Hidrelétricos na Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, no Estado de Santa Catarina, cada vez mais tornou-se presente e importante o uso de metodologias que saíssem de uma análise do projeto como faz a

Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), passando ao uso de Avaliações Ambientais que tenham uma visão holística e sustentável da bacia, como pretendem fazer as Avaliações Ambientais Estratégicas (AAE), as Avaliações Ambientais Integradas(AAI) e os Estudos Integrados de Bacias Hidrográfica (EIBH).

Diante desta busca de modelos de análise que visem considerar a natureza com uma abordagem holística e interdisciplinar para a utilização sábia dos recursos naturais, respeitando a sua diversidade, encaixa-se a proposta da AAE que adota em sua essência a sistemática de gestão ambiental integrada.

Os conceitos básicos relativos ao processo de AAE, podem de fato ser encontrados nas origens do processo de AIA ou mais exatamente nos termos do NEPA (Ato da Política Nacional para o Meio Ambiente, aprovado pelo congresso americano em finais de 1969, considerado como o primeiro documento legal a estabelecer, de uma forma ampla, as ligações entre o processo de tomada de decisão e as preocupações com a manutenção da qualidade ambiental).

Contudo, algumas deficiências importantes têm sido identificadas, mesmo quando e onde o processo de AIA é considerado como adequadamente implantado e utilizado. Entre essas deficiências, a mais importante segundo Armour (1991), Darrieutort (1991), Thérivel et al (1992), Lee e Walsh (1992), Wilson (1993), e Sheate (1992), é que o processo de AIA tende a ocorrer muito tarde no processo de planejamento e de desenho de um empreendimento. Assim, torna-se difícil assegurar que todas as alternativas possíveis e relevantes ao projeto sejam adequadamente consideradas.

Para superar essa e outras dificuldades decorrentes da não consideração dos impactos cumulativos e sinérgicos, assim como dos impactos regionais e globais, muitos especialistas (Thérivel e Partidário, 1996; Lee e Hugles, 1995; Sheate e Cerny, 1993) e organizações internacionais ( Economic Commission for Europe, 1992; World Bank, 1993; e Commission of

the European Communities, 1993), têm fortemente apoiado o uso da avaliação ambiental estratégica – AAE ( Strategic Environmental Assessment – SEA).

No que tange à adoção de práticas sustentáveis, uma das principais vantagens associadas ao processo de AAE é a sua capacidade integrativa.

Partidário (1999) define AAE como:

Um procedimento sistemático e contínuo de avaliação da qualidade e das conseqüências ambientais de visões e de intenções alternativas de desenvolvimento, incorporadas em iniciativas de política, planejamento e de programas, assegurando a integração efetiva de considerações biofísicas, econômicas, sociais e políticas, o mais cedo possível em processos públicos de tomadas de decisões.

Segundo o próprio Partidário, as Avaliações Ambientais podem ser:

- AAE (Avaliação Ambiental Estratégica) - termo genérico que identifica o processo de avaliação de impactos ambientais de políticas, planos e programas;
- AAE Regional (Avaliação Ambiental Regional) - processo de avaliação das implicações ambientais e sociais a nível regional de propostas de desenvolvimento multisetorial numa dada área geográfica e durante um período determinado;
- AAE Setorial (Avaliação Ambiental Setorial) - processo de avaliação de políticas e de programas de investimento setoriais envolvendo subprojetos múltiplos. Apóia também a integração de questões ambientais em planos de investimento a longo prazo.

Os Planos de Recursos Hídricos foram concebidos de modo a promover a “articulação do planejamento de recursos hídricos com os setores de usuários e com os planejamentos regionais, estadual e nacional”. O Termo de Referência para elaboração do Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia prevê a adoção de técnicas

de Avaliação Ambiental Estratégica, seguindo metodologia recomendada pela SQA/MMA para incorporação das variáveis ambientais nos processos de decisão de políticas, planos e programas.

Segundo o Centro de Pesquisa de Energia Elétrica – CEPEL (2002), a aplicação da AAE regional para bacias hidrográficas será tão mais estratégica quanto mais atender as seguintes funções:

- Promover o conhecimento da situação ambiental da bacia hidrográfica e subsidiar a definição de objetivos e metas de sustentabilidade da área de estudo;
- Identificar e delimitar áreas que deverão ou não ser objeto de intervenção: zoneamento das restrições e das potencialidades;
- Avaliar a situação ambiental da bacia com a implantação do conjunto de empreendimentos dos PPP's propostos (componentes ambientais mais afetados; efeitos cumulativos e sinérgicos mais prováveis);
- Propiciar uma abordagem estratégica para o processo de licenciamento ambiental, permitindo a análise de conjuntos de empreendimentos propostos para a bacia hidrográfica;
- Identificar necessidade de reforço dos órgãos ambientais para atender ao timing de implantação dos programas;
- Identificar a necessidade de estudos integrados para determinadas interferências, com a finalidade de integrar as medidas compensatórias propostas por cada empreendimento;
- Identificar oportunidades de potencialização de benefícios regionais e locais pela análise integrada de vários empreendimentos;
- Identificar lacunas e deficiências na articulação entre os planos setoriais;
- Subsidiar a concepção de projetos e elaboração de futuros EIA's (e outros estudos ambientais) nessas áreas;
- Subsidiar a análise pelas agências ambientais de futuros EIA's de empreendimentos na mesma região;
- Subsidiar a elaboração de futuros planos de investimento para a bacia estudada;
- Subsidiar a integração da gestão ambiental com a gestão dos recursos hídricos;
- Subsidiar a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos;
- Subsidiar a integração do planejamento e operação dos empreendimentos do setor elétrico com a gestão ambiental da bacia hidrográfica e com os Planos de Recursos Hídricos; e
- Subsidiar a concepção de projetos de geração de energia elétrica.

Segundo Burian (2004), a utilização da Avaliação Ambiental Estratégica pode levar às seguintes vantagens:

- inserir empreendimentos hidrelétricos no contexto ambiental ao trazer os órgãos ambientais ao processo de tomada de decisão inicial a respeito da viabilidade de determinados empreendimentos;
- articulação para compatibilizar os aproveitamentos hidrelétricos com os usos múltiplos dos reservatórios, principalmente tendo em vista a bacia hidrográfica como um todo;
- identificação preliminar das questões de recursos hídricos e ambientais relevantes com o tratamento adequado da dimensão espacial; e
- sedimentação da idéia de se adotarem procedimentos de análise e avaliação ambiental em todas as etapas do processo de planejamento, assim como a efetiva incorporação da dimensão ambiental no planejamento.

A exemplo do que procura fazer a AAE, e com o objetivo de avaliar os efeitos cumulativos e sinérgicos de um conjunto de aproveitamentos numa bacia hidrográfica, está se desenvolvendo uma metodologia de Avaliação Ambiental Integrada – AAI.

Enquanto a AAE Setorial considera além de aproveitamentos já existentes, diferentes elencos de aproveitamentos dentro de um horizonte temporal, subsidiando o Setor para redução dos efeitos cumulativos e sinérgicos referentes à implantação dos aproveitamentos já estudados a AAI se caracteriza por considerar um elenco de aproveitamentos definido dentro de um horizonte de tempo (por exemplo, os aproveitamentos já aprovados em Estudos de Inventário, e aproveitamentos detentores de concessão, em construção e em operação).

Goodland (2005, apud, TUCCI, 2006):

A AIA, na forma do EIA é uma ação ambiental reativa enquanto que a AAE é uma avaliação ambiental pró-ativa, procurando evitar impactos de gestão inadequada. A política de Recursos Hídricos, os Planos Nacionais, Regionais e de Bacia, além dos setoriais e os programas deles derivados seriam os focos das AAE.

Segundo Tucci (2006), (tomando como fonte estudos da *Environment in the European Union at the turn of the century* (1999):

A Avaliação Ambiental Integrada – AAI -, é o processo interdisciplinar e social, ligando conhecimento e ação no contexto de decisão pública, para a identificação, análise e avaliação de todos os relevantes processos naturais e humanos e suas interações com atual e futuro estado da qualidade do meio ambiente e recursos nas apropriadas escalas de tempo e espaço, assim facilitando a definição e implementação de políticas e estratégias.

Embora sejam ferramentas muito semelhantes, principalmente porque se orientam segundo um contexto de desenvolvimento sustentável e de procedimentos ajustados a uma visão abrangente, senão, estratégica do território, e, embora a AAI seja uma ferramenta que pode ser utilizada pela AAE na identificação dos impactos e na avaliação dos cenários propostos em suas políticas, planos e programas, o que distingue claramente uma avaliação da outra é que a AAI é a análise ambiental de cenários e impactos na bacia dentro de políticas existentes ou planejadas. Já a AAE envolve além da avaliação integrada a compatibilização entre políticas, planos e programas de gestão dos usos e da conservação dos recursos naturais de um território, permitindo, pois, a incorporação da dimensão ambiental nos planejamentos setoriais do país. Em outras palavras, a AAI trata de estudar os impactos ambientais de Políticas, Planos e Programas previstos para o desenvolvimento da bacia hidrográfica e avaliados na AAE.

Nesse sentido, pode-se afirmar que a Avaliação Ambiental Estratégica e a Avaliação Ambiental Integrada podem contribuir no sentido de subsidiar os diversos agentes envolvidos no planejamento do setor elétrico, na identificação dos impactos cumulativos e sinérgicos da implementação de um conjunto de aproveitamentos em uma determinada bacia e com isso identificar quais seriam os aproveitamentos mais viáveis de se prosseguir no processo de planejamento.

Além disso, estas Avaliações proporcionam o suporte necessário aos órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente no processo de concessão de outorga de recursos hídricos e licenciamento ambiental respectivamente.

EGLER (2002) considera que o processo de AAE pode vir a desempenhar um papel decisivo para a integração das dimensões ambiental, social, e econômica, quando da tomada de decisão em prol do desenvolvimento sustentável, mediante sua atuação como um procedimento de coordenação no âmbito do planejamento governamental.

Relevante exemplo da solicitação de análises com visão holística e abrangente da bacia com relação à implantação de empreendimentos foi a formulação do Termo de Ajustamento de Conduta realizado entre o Ministério Público Federal e a Agência Goiânia de Meio Ambiente e Recursos Naturais – AGMARN, em 21 de Julho de 2004.

O referido ajustamento prevê que para Licenciamentos de Usinas Hidrelétricas (UHEs) e Pequenas Centrais Elétricas (PCHs), seja necessariamente feito o Estudo Integrado de Bacia hidrográfica (EIBH).

O EIBH (2004) deverá contemplar e observar, no mínimo, os seguintes pressupostos inafastáveis concernentes à abrangência e metodologia:

- a) dados primários e secundários;
- b) UHEs e PCHs existentes, programadas e projetadas; e
- c) levantamento de todas as fontes poluidoras e respectivas cargas.

Os EIA/RIMAs ou RAS apresentados e referentes a cada empreendimento hidrelétrico deverão ser atualizados, complementados ou inteiramente refeitos, se for o caso, de maneira a:

- 1 - suprir eventuais lacunas, incongruências, irregularidades, insuficiência técnica e de dados, etc;
- 2 - compatibilizá-los e adequá-los (os estudos ambientais) às conclusões, levantamentos, diretrizes e recomendações do EIBH.

A compromissária Agência Ambiental assume a obrigação de não fazer consistente em abster-se de conceder qualquer tipo de licença (LP, LI e LO) a quaisquer empreendimentos hidrelétricos (UHEs e PCHs) a serem implementados no Estado de Goiás sem a prévia apresentação, análise e aprovação do EIBH, bem como dos respectivos EIA/RIMAs ou RAS devidamente atualizados, complementados ou refeitos.

Referência também da AAE, foi o estudo realizado na Bacia dos Rio Araguaia-Tocantins/ GO, TO e MT, elaborado pelo CEPEL, para um trecho da Bacia do Araguaia Tocantins à montante do reservatório da UHE Tucuruí. A região foi considerada de interesse das áreas ambiental e de recursos hídricos: primeiro por suas características de transição dos biomas, cerrado e floresta. Segundo, em função das intervenções previstas no PPA – Plano Plurianual de investimentos, visto que nos próximos anos estão contemplados a implantação de inúmeros projetos em diversos setores, os quais com certeza mudarão o perfil regional.

Como resultado da análise realizada para o conjunto de projetos elaborados, no contexto da região escolhida para a avaliação dos impactos cumulativos e sinérgicos, do exercício proposto pelo caso teste (CEPEL, 2003, Relatório Etapa I, vol I p.74 a 76), foram emitidas considerações das seguintes ordens (CEPEL, 2002):

Quanto às condições de implantação do Plano Decenal da Expansão do Setor elétrico:

- Ocorrência de vários processos construtivos simultâneos a partir de 2004 até 2009;

Conjunto de empreendimentos, se implantados da forma prevista, ira provocar a transformação do ambiente dos cursos d'água de lótico para lêntico em curto espaço de tempo, em 77% da extensão total do rio Tocantins;

Muitos projetos foram considerados de complexidade ambiental muito significativa e outros de complexidade significativa;

Os empreendimentos que apresentam complexidade ambiental pouco significativa podem passar a sofrer reflexos no seu desenvolvimento em função da emergência ou intensificação de problemas derivados da dinâmica regional;

Quanto à dinâmica regional e os agravantes de impactos cumulativos e sinérgicos:

- Presença de mineração aurífera, com contaminação do ambiente por mercúrio;
- Aumento da carga de efluentes sanitários, devido ao afluxo populacional;

- Intensa atividade agrícola dependente de insumos, como fertilizantes e agrotóxicos;
- Áreas com suscetibilidade à erosão com intensa ocupação agropecuária;
- Intervenção em rotas migratórias;

Quanto à sustentabilidade dos recursos naturais, considerando o conjunto dos PPPs :

- Perda de vegetação marginal em toda esta extensão;
- Interferências com áreas identificadas como prioritárias para preservação do cerrado;
- Perda de paisagens e de habitats naturais;

Quanto à sustentabilidade social, considerando o conjunto de PPPs :

Processos de remanejamento simultâneos em vários municípios da bacia, envolvendo cerca de 30.000 pessoas, somente considerando a implantação dos projetos hidrelétricos;

Interferências em áreas onde existem conflitos fundiários, referentes aos projetos hidrelétricos, agrícolas, irrigação etc;

- Intensificação do fluxo populacional, gerando pressão sobre a infra-estrutura social;
- Interferência direta ou indireta em áreas indígenas, considerando o conjunto de projetos.

Diante deste cenário, foi fortemente recomendada a revisão da programação da implantação dos empreendimentos do setor elétrico, bem como a realização de estudo de avaliação integrada dos projetos hidrelétricos do Tocantins, antes da licitação dos mesmos.

Outra referência em relação às Avaliações Ambientais Estratégicas, trata-se do estudo realizado pela SOMA – SOLUÇÕES EM MEIO AMBIENTE (2002), na bacia do rio Chopim no Paraná, no qual possibilitou destacar que:

1. Mesmo utilizando metodologias semelhantes aos inventários hidrelétricos, a AAE pode representar sim um importante passo no sentido de inserir empreendimentos hidrelétricos no contexto ambiental ao trazer os órgãos ambientais ao processo de tomada de decisão inicial a respeito da viabilidade de determinados empreendimentos.
2. A AAE pode contribuir não apenas para subsidiar efetivamente os tomadores de decisão, seja o órgão ambiental, seja os empreendedores que irão efetivamente investir em determinado empreendimento, mas também colaborar efetivamente com

a implementação de um desenvolvimento sustentável no contexto da bacia hidrográfica.

3. Em que pese seus avanços, aspectos fundamentais ainda não foram adequadamente considerados, como a participação de outros setores da sociedade civil e da população local.

4. Outra questão ainda não equacionada refere-se ao custo. Enquanto os custos do EIA ficam a cargo de empreendedores potenciais, para a elaboração da AAE ainda não ficou definido às custas de quem ficariam os estudos ou, melhor ainda, qual organismo ou setor seria o responsável pela sua elaboração.

5. Aspectos como a identificação preliminar das questões ambientais relevantes com o tratamento adequado da dimensão espacial; a mudança de atitude por parte dos agentes envolvidos em relação à necessidade de se adotarem procedimentos de análise e avaliação ambiental em todas as etapas do processo de planejamento; assim como a efetiva incorporação da dimensão ambiental no planejamento; são contribuições fundamentais da AAE, reconhecidas inclusive por órgãos ambientais e pela ANEEL.

6. A AAE pode representar uma efetiva articulação para compatibilizar os aproveitamentos hidrelétricos com os usos múltiplos dos reservatórios, principalmente tendo em vista a bacia hidrográfica como unidade de análise.

7. Nesse sentido, concluiu-se que a AAE pode contribuir no sentido de subsidiar os diversos agentes envolvidos no planejamento do setor elétrico e no processo de licenciamento para identificar previamente a respeito de quais seriam empreendimentos inviáveis, cujo trecho do rio deveria se manter no estado lótico, das mais viáveis, cuja implementação, caso seja cumprido todas as exigências ambientais, poderá contribuir não só para elevar a disponibilidade de energia elétrica, mas inclusive para dar condições de ações concretas na esfera social e ambiental local sem maiores prejuízos.

Importante trabalho para este estudo foi o Termo de Referência elaborado pelo MMA (2004), que determinou a elaboração da Avaliação Ambiental Integrada dos aproveitamentos hidrelétricos na bacia do rio Uruguai pelo MME/EPE, tendo como objetivos:

- avaliar a situação ambiental da bacia com os empreendimentos hidrelétricos implantados e os potenciais barramentos, considerando seus efeitos cumulativos e sinérgicos mais prováveis;
- desenvolver indicadores de sustentabilidade da bacia, tendo como foco os recursos hídricos e a sua utilização para a geração de energia;
- delimitar as áreas de fragilidades e de restrições ambientais;
- indicar conflitos frente aos diferentes usos do solo e dos recursos hídricos da bacia e as potencialidades advindas da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos;

- a partir de uma visão mais abrangente, identificar diretrizes ambientais para a concepção de novos projetos de geração de energia elétrica, visando alcançar o desenvolvimento sustentável da bacia;
- as diretrizes devem subsidiar:
  - (a) estudos ambientais na bacia hidrográfica;
  - (b) eventuais re-adequações de projetos e programas; e
  - (c) implantação de futuros aproveitamentos hidrelétricos na bacia do Rio Uruguai para os quais não foi outorgada concessão até a data de assinatura deste Termo de Referência; e
- estabelecer diretrizes para reduzir riscos e incertezas para o desenvolvimento sócio-ambiental e para o aproveitamento energético da bacia.

De modo geral, qualquer que seja a nomenclatura a ser utilizada, evidencia-se a importância de um documento que procure avaliar de maneira integrada a bacia hidrográfica no sentido de harmonizar o planejamento do setor elétrico com o equacionamento das questões ambientais envolvidas, através de um diagnóstico ambiental da bacia, para identificação de critérios para o licenciamento de empreendimentos hidrelétricos.

### 2.3 - CRITÉRIOS AMBIENTAIS – Estudos de Casos

O termo Critério que vem do latim *criteriu*, é aquilo que serve de base para comparação, julgamento ou apreciação. (FERREIRA, 1986, p. 501).

Baseando-se neste conceito de Ferreira, de que critérios servem para comparação, julgamento ou apreciação, são destacados estudos que servirão de parâmetro para o projeto de pesquisa, servindo como base teórica e comparativa para subsidiar o direcionamento e proposição de critérios ambientais para o processo de licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos na SBH do rio Benedito.

Para uma melhor compreensão dos estudos de casos que serão analisados a seguir faz-se necessária a definição dos seguintes conceitos operacionais: mapa de criticidade, mapas de fragilidades e mapas base.

Os mapas base são aqueles que foram extraídos de estudos existentes, que serviram de base de dados da hidrografia, declividade, vegetação, uso do solo, zonas urbanas, pontes existentes, qualidade da água enquadramento dos cursos de água, possibilitando a partir deles a geração dos mapas de fragilidades.

Os mapas de fragilidades são aqueles que resultaram a partir da atribuição de valores a cada critério ambiental e a conversão e transformação destas informações em um sistema computacional resultando em áreas de valores diferentes em uma bacia hidrográfica, para cada critério.

O mapa de criticidade é o resultado do cruzamento dos mapas de fragilidade, utilizando para isto um sistema computacional que possibilitou a geração de zonas de criticidade, que no referente estudo foram divididas em: zonas de exclusão, zonas de baixa criticidade, e zonas de estudos detalhados. Portanto, é o mapa que apresenta o resultado final do estudo, possibilitando ao tomador de decisão, perceber quais as áreas mais ou menos críticas com relação aos possíveis impactos ambientais.

### 2.3.1 – Bacia do Taquari Antas

O estabelecimento de critérios ambientais tendo como visão a bacia hidrográfica para a implantação de empreendimentos hidrelétricos, começou a ser incluído recentemente entre os objetivos do licenciamento ambiental. Exemplo deste processo é o estudo elaborado para definição de critérios de licenciamentos de represas com base em uma visão de gestão de bacia

conduzido pela FEPAM para a bacia hidrográfica do Taquari-Antas (BECKER & GUADAGNIN, 2001) no Rio Grande do Sul.

Neste estudo, foi utilizado a metodologia da análise ambiental estratégica para a determinação de critérios ambientais, resultando na proposta de viabilidade ou não de empreendimentos hidrelétricos naquela bacia hidrográfica.

A análise proposta foi dividida em 5 (cinco) etapas, sendo elas:

**ETAPA 1:** Levantamento dos dados existentes e seleção dos critérios ambientais, sendo eles: Ecossistema Terrestre, Ictiofauna, Qualidade da Água e Usos Antrópicos associados aos cursos d'água.

**ETAPA 2:** Identificação de áreas críticas, estando divididas em:

a) Ecossistema Terrestre:

I) Mapeamento das Unidades de Conservação existentes e das áreas de interesse para conservação;

II) Mapeamento das áreas de ocorrência dos remanescentes florestais de maiores dimensões e ou conectividade da bacia;

III) Identificação de corredores ecológicos; e

IV) Elaboração de mapa síntese das áreas críticas para a conservação da biodiversidade regional ( pela sobreposição dos mapas anteriores).

b) Ictiofauna:

Abordagem regional, centrando o estudo da ictiofauna no princípio de conservação dos habitats aquáticos, direcionado a uma zonação e qualificação dos principais tipos de habitats da bacia;

I – Classificação dos habitats com base na análise das diferenças entre os rios da Bacia, a partir de características de geomorfologia, geologia, solo, clima e altitude.

II – Classificação dos habitats segundo o tamanho dos rios. (vazão, profundidade, disponibilidade de refúgios, etc).

Foram então realizadas análises dos habitats aquáticos, considerando alguns critérios:

1 - Representatividade e perda de habitat, identificando os principais habitats aquáticos e calculando se há perda direta destes, pela extensão do rio substituído pelo reservatório;

2 - Impacto do reservatório na fragmentação do rio;

3 - Alternativa possível para conservação sem barragens de um rio representativo de sub-bacia de encosta e de planalto.

Estabelecimento de diversos cenários, contemplando os critérios analisados.

c) Qualidade das águas:

I) Análise do potencial de estratificação térmica dos reservatórios;

II) Estimativa das cargas de poluição pontuais e não pontuais, distribuídas potenciais para os rios com previsão de hidrelétricas, indicando os locais de aporte da cargas de poluição distribuídas, e ou retiradas de água para o consumo doméstico, industrial e irrigação;

III) Análise dos sistemas de transporte e transformação de poluentes nos sistemas bacia-rio-reservatório;

IV) Estimativa das taxas de aplicação superficiais de nitrogênio e fósforo dos reservatórios;

V) Estimativa das cargas poluidoras potenciais para cada reservatório;

VI) Análise da relação carga de poluição/volume do reservatório, (principalmente nos que recebem mais carga de poluição);

VII) Identificação das áreas críticas da qualidade da água; e

VIII) Elaboração de mapa síntese da qualidade da água, com indicação das áreas críticas.

d) Usos antrópicos associados aos cursos d'água:

I) Levantamento das atividades antrópicas diretamente ligadas à rede hidrográfica da região (captação, balneários, rafting, canoagem, pesca, etc), além do patrimônio paisagístico dos municípios limítrofes ao rio;

II) Identificação dos municípios que apresentam atividades associadas aos cursos d'água, bem como existência de bens de valor histórico cultural e paisagístico nas margens do rio.

A classificação foi realizada levando em conta a quantidade de atividades diretamente relacionadas ao rio e à variedade de usos:

Alta Importância: AI – três ou mais atividades distintas;

Média Importância: MI – duas atividades distintas;

Baixa Importância: BI – uma atividade; e

Nenhuma Registro: N

III) Identificação de áreas críticas através de metodologia compatível com cada um dos 4 critérios ambientais, para identificação das áreas mais frágeis em relação aos impactos mais significativos decorrentes da implantação dos empreendimentos.

### **ETAPA 3:**

Elaboração de mapa síntese de Criticidade Ambiental da Bacia, a partir da definição das áreas críticas referentes a cada um dos quatro critérios ambientais selecionados.

### **ETAPA 4:**

Identificação do Potencial de Impactos da UHEs da seguinte forma:

I) Identificação dos empreendimentos com maior potencial de Impacto ambiental, através da sobreposição do Inventário Hidrelétrico com o mapa síntese de criticidade ambiental da Bacia.

II) Classificação das barragens segundo os graus de impacto ambiental em:

Baixo Impacto: não incidente em área crítica;

Médio Impacto: incidente em áreas críticas de um ou dois critérios, exceto quando os dois critérios forem ecossistema terrestre e ictiofauna, que nestes casos remete para o Alto Impacto;

Alto Impacto: incidente em áreas críticas de três ou quatro critérios ou para combinação dos critérios de ictiofauna e ecossistemas terrestres.

Além destes critérios, foram considerados de Alto Impacto as barragens necessárias ao atendimento das seguintes estratégias de conservação:

1 – Manutenção de trecho livre de barragens;

2 – Áreas de Cabeceiras (endemismo);

3 – Manutenção de rios livres de barragens.

#### **ETAPA 5:**

Indicação da Viabilidade das UHEs previstas:

I) Elaboração do cenário final proposto para a bacia hidrográfica com a localização e a indicação da viabilidade das barragens previstas;

II) Relação dos empreendimentos analisados de alto impacto (inviáveis), cujo licenciamento não é recomendado e os de médio e baixo impacto, com viabilidade condicionada ao EIA/RIMA ou licenciamento específico, respectivamente;

III) Estabelecimento de diretrizes para o licenciamento das UHEs consideradas de médio impacto ambiental;

IV) Estabelecimento de propostas para a conservação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica, considerando especialmente, os impactos decorrentes do projeto hidrelétrico em implantação;

V) Identificação das necessidades de pesquisas a serem desenvolvidas.

Os resultados deste estudo estão referenciados nos Relatórios do CEPEL(2003):

[...] A visão estratégica da bacia hidrográfica resultante do estudo possibilitou a tomada de decisão referente ao licenciamento de empreendimentos específicos. Como resultado, do total de 55 empreendimentos propostos, foram considerados inviáveis 17 empreendimentos; 25 tiveram sua viabilidade condicionada ao licenciamento específico através de EIA/RIMA; 12 foram liberados da realização do EIA/RIMA, podendo ser licenciados através de um processo simplificado; e 1 aproveitamento foi considerado "não recomendado", devendo sua possível viabilidade ser detalhadamente analisada em função do seu impacto sobre um indicador considerado estratégico para a bacia (ictiofauna).

### 2.3.2 – Bacia do Rio Chopim

Outro estudo que deve ser levado em consideração na busca de indicar critérios ambientais para os licenciamentos de empreendimentos hidrelétricos foi o realizado para o caso da Bacia do Rio Chopim, no Paraná (SOMA, 2002).

Nesta bacia hidrográfica, a companhia Paranaense de Energia – COPEL, entre os anos de 1997 e 1999 realizou o estudo de Inventário Hidrelétrico, com o objetivo de identificar a melhor alternativa de divisão de quedas para fins de geração de energia elétrica de acordo com os critérios estabelecidos no Manual de Inventário da ELETROBRÁS. Como resultado, o estudo selecionou a divisão de queda de 12 (doze) empreendimentos, sendo 5 Usinas Hidrelétricas – UHs e outras 7(sete) Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs.

No final de 2001, o órgão responsável pelo licenciamento ambiental do Paraná (IAP), requisitou a elaboração de uma Avaliação Ambiental Estratégica, interrompendo processos onde eram analisados cada empreendimento hidrelétrico separadamente, diante da percepção de que o licenciamento isolado de cada aproveitamento de um rio não possibilita ao órgão ambiental identificar adequadamente impactos sinérgicos.

Desse modo, a Avaliação Ambiental Estratégica da Bacia do Rio Chopim tentou através de um plano político e estratégico, buscar assegurar que todos os aspectos ambientais sejam integralmente incluídos e apropriadamente considerados no estágio inicial e apropriado do processo de tomada de decisão, juntamente com as considerações de ordens econômicas e sociais.

Por se tratar de um procedimento ainda novo e não definido legalmente, o seu escopo foi definido através de um Termo de Referência, aprovado pelo IAP em Junho de 2002.

A metodologia adotada teve como ponto de partida o estudo realizado pela FEPAM na Bacia do Taquari-Antas em 2001, que classificou os empreendimentos previstos no inventário hidrelétrico em três níveis:

- A** – baixo potencial de impacto ( licenciamento RAS);
- B** – médio potencial de impacto ( licenciamento através de EIA/RIMA); e
- C** – alto potencial de impacto ( empreendimentos inviáveis).

Para levantamentos realizados na bacia, buscou-se identificar as informações ambientais previamente existentes, obtidas durante os estudos de Inventário Hidrelétrico do Rio Chopim.

Aquisição de imagem de satélite atualizada para identificar com mais facilidade os diferentes usos do solo desta bacia, direcionando o trabalho de campo.

Elaboração de um diagnóstico que teve foco principal a análise de 4 (quatro) componentes-sínteses:

1 - USO e QUALIDADE DAS ÁGUAS - Foram considerados os seguintes aspectos:

- I) IQA em diferentes trechos do rio;
- II) Potencial de aporte de cargas poluidoras devido às atividades econômicas na bacia;
- III) Potencial de eutrofização;
- IV) Identificação de barragens previamente existentes para identificar a perda da capacidade de autodepuração do rio.

2 - ICTIOFAUNA – Foram considerados os seguintes aspectos:

- I) presença de espécies migratórias;
- II) fragmentação do rio com a presença de barragens e grandes quedas;

III) classificação por diferentes habitats e a presença da matas ciliares;

IV) classificação dos habitats segundo o tamanho dos rios.

3 – ECOSSISTEMAS TERRESTRES – Foram caracterizados os seguintes aspectos:

I) espacialização de Unidades de Conservação e ou áreas legalmente protegidas;

II) estado de conservação dos remanescentes florestais;

III) presença potencial e ou confirmada de espécies ameaçadas de extinção ou vulneráveis;

IV) conectividade entre fragmentos florestais.

4 – MODOS DE VIDA – Foram considerados os seguintes aspectos:

I) áreas indígenas;

II) patrimônio histórico e arqueológico;

III) ocupação humana, com identificação e localização das concentrações humanas;

IV) mapeamento da malha viária nas áreas próximas aos cursos d'água com identificação de pontes;

V) estrutura econômica;

VI) usos múltiplos da água;

VII) áreas de interesse turístico e paisagístico na região.

A identificação da Fragilidade Ambiental de cada componente síntese foi feita através da atribuição de notas para cada trecho próximo aos cursos d'água partindo de 1 (baixíssima fragilidade) até 5 (extrema fragilidade).

Posteriormente foi efetuada a sobreposição dos mapas de fragilidade de cada componente síntese, identificando-se áreas ou trechos que são homogêneos em termos de

criticidade, visando identificar a viabilidade ambiental maior ou menor de absorver os empreendimentos previstos no inventário hidrelétrico.

Para calcular o índice de criticidade ambiental procurou-se:

Em um primeiro momento, identificar o percentual da fragilidade para cada componente síntese na área de influência direta de cada aproveitamento através dos mapas de fragilidade ambiental;

Em um segundo momento, foram alocadas as tabelas específicas atribuindo pesos maiores aos níveis de alta fragilidade.

A fórmula utilizada buscou atribuir peso cada vez maior para cada área mais crítica, de modo a penalizar empreendimentos que efetivamente estavam sobre áreas consideradas críticas em relação as demais.

No final foi elaborado um mapa para visualizar todos os níveis de criticidade.

Deste estudo convencionou-se a seguinte valoração:

de 27 a 200 pontos: baixa criticidade ambiental;

de 200 a 300 pontos: média criticidade ambiental; e

de 300 a 667 pontos: alta criticidade ambiental.

Com base no mapeamento de trechos do rio com diferentes níveis de impacto, cada empreendimento previsto no inventário foi classificado ambientalmente, procurando identificar aqueles viáveis desde que se façam os estudos ambientais necessários ao licenciamento.

O resultado alcançado levando-se em consideração a metodologia proposta foi que dos 12 (doze) empreendimentos previstos no inventário, 2 (dois) foram classificados como de pequeno

impacto ambiental, 9 (nove) como médio impacto ambiental (com grandes diferenças entre os mesmos) e 1 (um) como inviável ambientalmente (um dos que apresentavam maiores reservatórios e afetaria remanescentes florestais na região da bacia).

### 2.3.3 – Análise das Fragilidades Ambientais da Bacia 75

O estudo referente à Análise das Fragilidades Ambientais da Bacia 75, que engloba os rios Ijuí e Butuí-Piratinim-Icamaguã, afluentes da margem esquerda do rio Uruguai no Rio Grande do Sul (2003), também é relevante na busca de critérios ambientais para o licenciamento de empreendimentos hidrelétricos. Este trabalho foi executado conforme contrato celebrado entre a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) e a Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FAURGS).

Serão apresentados os resultados da avaliação ambiental Multi - Critério efetuada para subsidiar a FEPAM na tomada de decisões sobre os empreendimentos hidrelétricos inventariados.

Em estudos de pré-avaliação, o procedimento da escolha de variáveis pauta-se pelo caráter universal da mesma, isto é, independente das singularidades locais. O efeito esperado sobre o fator, indicado pela variável, em tese, é o mesmo em todos os contextos sócio-espaciais.

Para a definição das variáveis sócio-espaciais utilizadas nesse trabalho, foi considerado o fato de que as mesmas necessitam ser espacializáveis. A partir da utilização das ferramentas de computação disponíveis, sobretudo, do sistema de informações geográficas (SIG), foi possível espacializar todo e qualquer dado estatístico.

Para operacionalização da análise os estudos foram divididos em critérios relativos ao Meio Antrópico, Meio Biótico Terrestre, Meio Biótico Aquático e Meio Físico.

1 – Critérios relativos ao Meio Antrópico:

Optou-se pela utilização de variáveis do meio antrópico sujeitas à quantificação e a identificação objetiva, sem a necessidade da mediação teórica. Esses indicadores estão inscritos, principalmente, no uso e ocupação do solo, que nada mais são do que o reflexo da ação e organização humana necessária para o uso dos recursos naturais disponíveis no contexto da unidade de análise, neste caso, o conjunto de municípios inseridos na bacia hidrográfica. Para os objetivos deste trabalho foram selecionados onze fatores sócio-econômicos adequados à construção de critérios antrópicos indicadores de fragilidades ambientais no contexto da bacia hidrográfica. Entretanto, em decorrência da escala de trabalho adotada (1:250.000), somente seis foram utilizados.

Dentre os Critérios Antrópicos selecionados estão:

a) Função de marco territorial dos rios:

O pressuposto para utilização desse critério, está relacionado ao fato de que quanto maior o número de unidades territoriais impactadas pelo barramento, maiores são as possibilidades de conflitos de interesse sobre os usos da água e também mais significativos são os impactos sobre a gestão territorial.

b) Infra-estrutura básica de transporte:

As modificações decorrentes do enchimento do lago sobre equipamentos de infra-estrutura de transporte, neste caso exclusivamente sobre estradas, e, sobretudo, em cursos de navegação, implica em impactos negativos que agem de forma cumulativa sobre os arranjos sócio-espaciais e nos fluxos e trocas econômicas em âmbito local, regional ou internacional.

c) Proximidade de áreas urbanas ou urbanizadas (povoados):

A proximidade entre barragens e áreas urbanas, sobretudo as de grande porte, não são tecnicamente recomendadas, a menos que a função da mesma seja para proteção de cheias. Dentre um conjunto de fatores, aparecem como os mais importantes: os riscos de acidentes; a pressão antrópica para ocupação irregular das áreas de preservação permanente do lago e a imposição de limitações ao ordenamento urbano. A alteração do regime hídrico também implica em problemas para as áreas urbanas: menor capacidade de diluição de esgotos e efluentes industriais, disseminação de zoonoses (leptospirose, por exemplo) e alteração nos poços tubulares (artesianos).

d) Pressão fundiária sobre os recursos naturais:

Entende-se que, quanto maior o número de propriedades e população atingidas, maior o impacto sobre a organização comunitária e para os núcleos familiares. Esse é, seguramente, um dos impactos negativo resultante da construção de barragens que mais significativamente atua sobre o meio antrópico.

e) Interação com populações e terras indígenas e quilombos:

O uso desse indicador aponta para incompatibilidades legais e para geração de conflitos. Ao contrário dos outros critérios esse fator indica uma restrição absoluta.

f) Unidades de Conservação:

As unidades de conservação, em decorrência da legislação, tornam-se restritivas, pois a construção de barragens ou seu impacto direto sobre essas áreas não é permitido.

2 – Critérios relativos ao Meio Biótico Terrestre:

Dentre os critérios relativos a este meio estão a Vegetação e a Fauna Terrestre.

a) Vegetação:

Optou-se por considerar apenas as espécies arbóreas pelos seguintes motivos:

1) As matas ciliares são prioritárias na abordagem em questão, em função do seu papel indicador na avaliação da funcionalidade do sistema ripário, incluindo a estabilidade geomorfológica do leito do rio e a conectividade;

2) As espécies arbóreas são definidoras das formações florestais, ou seja, são definidoras da estrutura das matas, que por sua vez são os ambientes preferenciais da maioria das espécies de fauna ameaçadas de extinção;

3) Possibilidade de espacializar as informações, uma vez que somente foi possível distinguir, nas imagens de satélite, as classes água, floresta e áreas não florestadas, dada a heterogeneidade temporal e espacial muito grande das inúmeras cenas necessárias para cobrir toda a área em estudo;

4) As informações disponíveis referem-se predominantemente às espécies arbóreas. Sobre as demais formações vegetais as informações são fragmentadas e, portanto, insuficientes para uma espacialização adequada às finalidades do estudo.

A distribuição geográfica das espécies arbóreas ameaçadas, no âmbito das sub-bacias consideradas, foi obtida através da avaliação da potencialidade de ocorrência a partir das seguintes situações:

Grupo 1 - Espécies da Floresta Ombrófila Mista (Mata com Araucária, acima da cota 800 metros);

Grupo 2 - Espécies da Floresta Estacional Decidual (Mata do Alto Uruguai, cota inferior a 500 metros);

Grupo 3 - Espécies ocorrentes na zona de contato entre as duas formações vegetais anteriores (altitudes entre 500 e 800 metros);

Grupo 4 - Espécies exclusivas das regiões de baixa altitude na região fisiográfica das Missões.

A pontuação das espécies ameaçadas, para fins de análise multi-critério, foi baseada nos critérios de endemismo e status de conservação (restrito à categoria vulnerável, única encontrada para as espécies constantes da lista elaborada para este estudo). Não foi encontrada nenhuma espécie que fosse tanto endêmica quanto vulnerável.

b) Fauna terrestre:

A abordagem metodológica empregada para a elaboração dos mapas temáticos, relacionados à fauna, teve como diretriz básica a definição de trechos de margem dos rios presentes na área de estudo que tivessem maior importância para a conservação dos grupos animais. Este estudo efetuou-se através da aplicação de ferramentas de comparação entre as diferentes áreas, em que foram consideradas as ocorrências potenciais das diferentes espécies animais, sendo também consideradas as particularidades ambientais de cada porção avaliada, uma vez que o estado dos habitats é um dos principais definidores da ocorrência de qualquer grupo faunístico.

Com o foco do estudo reduzido às espécies de vertebrados terrestres, foram assim divididos: uma espécie de anfíbio, quatro de répteis, 60 de aves e 24 de mamíferos.

Iniciou-se, então, a fase de valoração das áreas, a partir do arbitramento de valores com relação a cada espécie, considerando dois fatores ecológicos: a necessidade de hábitat e a vulnerabilidade.

A necessidade de hábitat refere-se ao tipo de ambiente utilizado pelos animais e a maior ou menor adaptabilidade a variações na qualidade desses. Como a região de estudo apresenta um grau acentuado de substituição de florestas por áreas abertas, aquelas espécies de hábitos estritamente florestais receberam a maior pontuação, enquanto que outras que ocorrem em áreas abertas e conseguem manter-se mesmo em zonas de pastagens e culturas receberam a menor pontuação.

A vulnerabilidade foi definida de acordo com a Lista Oficial de Espécies Ameaçadas, que as classifica em "vulneráveis", "em perigo" ou "criticamente em perigo".

### 3 – Critérios relativos ao Meio Biótico Aquático:

Dentre os critérios relativos a este meio estão a Vulnerabilidade das espécies e a Distância entre barramentos.

#### a) Vulnerabilidade das Espécies:

A vulnerabilidade das espécies foi avaliada de acordo com um conjunto de critérios previamente estabelecidos, quais sejam:

- endemismo;
- status de conservação;
- hábito de migração; e
- sensibilidade.

As espécies endêmicas foram pontuadas de acordo com a sua distribuição na bacia do Uruguai.

Para o critério "status de conservação", utilizou-se o enquadramento das espécies de peixes que constam no Dec. Estadual 41.672/2002, enquadrando-se em duas categorias: Criticamente em Perigo e Vulnerável.

Quanto ao critério "hábito de migração", as espécies foram enquadradas em grandes e pequenas migradoras, de acordo com as distâncias percorridas por cada uma delas em sua migração reprodutiva. Essa classificação foi baseada em informações disponíveis na literatura sobre o comportamento reprodutivo das espécies (VAZZOLER, 1996; CEMIG/CETEC, 2000; NAKATANI et al., 2001; PAIVA et al., 2002) e através da discussão com especialistas.

Por fim, o critério "sensibilidade" foi criado para enquadrar espécies cuja sensibilidade elevada a alterações do hábitat é conhecida.

b) Distância entre barramentos:

A distância entre barramentos de rios tem sido pouco discutida em avaliações de impacto de empreendimentos dessa natureza no Brasil. Em geral, distâncias mínimas entre empreendimentos têm sido arbitrados nos estudos sem subsídio teórico. Por exemplo, CEEE (2000) classifica intervalos entre barramentos maiores que 10 km como pouco impactantes enquanto BECKER & GUADAGNIN (2002) atribuíram 20 km como distância mínima entre barramentos na bacia do sistema Taquari-Antas no Rio Grande do Sul.

De acordo com AGOSTINHO et al. (2004), no trecho do rio Paraná existente entre o limite superior do reservatório da UHE Itaipu e a UHE Porto Primavera existe 250 Km de rio livre nos quais ocorrem condições para a reprodução dos grandes migradores. A distância referencial de 80 km adotada nesta análise baseia-se também na informação do mesmo autor (AGOSTINHO et al., 2004), de que em trecho de 80 km do rio Paranapanema existente entre os Reservatórios das

UHE Capivara e Salto Grande, mantêm-se populações de dourado (*Salminus maxillosus*) após 15 anos da construção dessas barragens.

#### 4 – Critérios Relativo ao Meio Físico:

Tendo em vista a carência de dados relativos ao meio físico para a área de estudo, a partir do universo de informações disponíveis foram selecionadas variáveis espacializáveis e compatíveis com a escala adotada neste estudo, tais como: Solos, Geomorfologia, Áreas Minerais e qualidade das Águas.

##### a) Solos:

São diversos os processos químicos e físicos causadores da degradação do solo. A erosão está diretamente relacionada a problemas de assoreamento de corpos hídricos, manifestada em taxas elevadas de material em suspensão, na redução da profundidade da camada eufótica e na modificação da qualidade da água, afetando a produtividade primária e toda a rede trófica do sistema.

O grau de resistência dos solos aos impactos ambientais, estabelecida em FEPAM (2001) foi utilizado como indicador de fragilidade ambiental. Este critério estabeleceu uma hierarquia entre os tipos de solos e a sua fragilidade.

##### b) Geomorfologia:

Com base na descrição do RADAM-BRASIL estabeleceu-se uma análise a partir da ocorrência das unidades geomorfológicas e das suas caracterizações. Esta análise constituiu-se basicamente em confrontar as características da unidade geomorfológica com os possíveis efeitos da implantação de barramentos, considerando-se a alteração dos processos erosão - transporte - deposição.

Tendo como princípio que toda a intervenção por barramento de curso de água, independente da escala, ocasiona uma elevação do nível de base, considerado o trecho fluvial a montante do barramento, estes processos estabelecem um envelhecimento dos cursos fluviais.

c) Áreas Minerais:

Na área do estudo foi executado levantamento junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) para mapear as áreas licenciadas, seja na modalidade de licença mineral, seja na de pesquisa mineral.

As áreas concedidas para a pesquisa mineral foram consideradas como mais importantes do que as áreas concedidas para o licenciamento mineral.

A modalidade de pesquisa mineral determina o aprofundamento de estudos tais como gênese, concentração, cubagem e vida útil da jazida.

d) Qualidade das Águas:

A qualidade da água é um dos fatores mais restritivos para a implantação de barragens. De acordo com COOTE & GREGORICH (2000), a qualidade da água deve ser avaliada de forma holística.

Face à carência de dados de monitoramento sistemático, situação da maior parte do território, a avaliação da qualidade da água deve buscar indicadores possíveis de serem obtidos para toda a área em estudo (DBO esgotos, DBO indústria, DBO rebanhos, área agrícola e carga metálica remanescente), possibilitando uma avaliação de cargas poluidoras urbanas e rurais e devem ser obtidos a partir de dados espacializáveis, ao menos, na escala da malha municipal.

Como resultado da análise de viabilidade nas bacias estudadas dos aproveitamentos hidrelétricos definidos previamente nos inventários realizados pela CEEE (2000) e CERILUZ

(2000), contemplando 41 (quarenta e um) AHEs, 04 (quatro) AHE's são comuns a ambos os inventários, o que reduziu a análise a 37 (trinta e sete), dos quais 03 (três) já estão em processo de implantação e/ou já foram implantados. Assim, a análise final contemplou 34 (trinta e quatro) AHEs.

Portanto, com base no cruzamento e análise de todos os critérios, o número de AHEs inviabilizados para o licenciamento ambiental foi de vinte (20) AHEs enquanto catorze (14) foram considerados viáveis.

Parece ter sido um drástico corte para o setor elétrico, no entanto se observarmos em termos de área alagada (impacto ambiental muito negativo), do total previsto, se todos os empreendimentos fossem viabilizados, 78% da área total prevista para alague foi excluída. Em contrapartida, do total de energia firme a ser gerada, com 100% de aproveitamentos implantados, foram mantidos 59% de geração.

Neste contexto, fica a constatação de que os procedimentos metodológicos adotados e acima descritos permitem que seja efetuada uma análise integrada do ambiente, ao nível de bacia hidrográfica, previamente ao licenciamento ambiental pontual, otimizando os procedimentos de licenciamento, e apontando para a sua replicabilidade em outras situações.

#### 2.3.4 – Bacia do Rio Caveiras

O estudo realizado pela PROSUL (2002-2003), sob a coordenação do Engenheiro Agrônomo Wilfredo Brillinger, denominado: Estudo de Sustentabilidade Ambiental para a Implantação de Empreendimentos Hidrelétricos na Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, também será importante contribuição para a proposição de critérios ambientais para o licenciamento de empreendimentos hidrelétricos na SBH do rio Benedito. A bacia Hidrográfica do Rio Caveiras esta localizada na região Sudeste do Estado de Santa Catarina, compreendendo os municípios de Paineira, Lages, Capão Alto, Campo Belo do Sul, Cerro Negro e São José do Cerrito.

Esse estudo visa analisar a viabilidade da implantação dos aproveitamentos inventariados na bacia do rio Caveiras de forma integrada.

As PCHs denominadas Pinheiro, Itararé, João Borges e Portão, possuem um potencial hidroenergético de 50,6 MW.

O ambiente foi caracterizado em seus aspectos físicos, bióticos e antrópicos. Sendo assim, foram definidos os componentes-síntese como: Ecossistema Terrestre, Ecossistema Aquático, Modos de vida, Organização Territorial e Base econômica.

Estes componentes-síntese são estruturados a partir da inter-relação entre vários elementos do sistema ambiental. Sua definição conceitual e a estrutura de seu conteúdo analítico, tem como premissas:

- Possibilitar a compreensão da globalidade dos processos segundo os quais os elementos ambientais interagem;
- Colocar em evidência as questões de maior relevância que emergem das interações, aproveitamento hidrelétrico - área de estudo.

### 1 - Ecossistema Terrestre:

- Vegetação;
- Avifauna;
- Mastofauna;
- Herpetofauna;
- Uso do solo; e
- Unidades de Conservação.

### 2 – Ecossistema Aquático:

- Ictiofauna;
- Unidades ambientais relacionadas ao ecossistema aquático;
- Disponibilidade hídrica; e
- Unidades prioritárias para a preservação.

### 3 – Modos de Vida:

Os estudos de diagnóstico, apoiados por observações feitas em campo possibilitaram a identificação de três modos de vida característicos existentes na bacia do rio Caveiras. São eles:

- modos de vida vinculados ao cultivo de erva mate;
- modos de vida vinculados ao cultivo e a transformação da madeira; e
- modos de vida vinculados a atividades agro-pastoris.

#### 4 – Organização Territorial:

Dos oito municípios que compõem a área da bacia apenas quatro possuem suas sedes dentro da bacia.

A cidade de Lages é o maior aglomerado populacional da bacia possuindo uma densidade demográfica de 53,15 hab/km<sup>2</sup>, e não possui sistema de tratamento de esgotos, além de dispor dos resíduos sólidos de maneira inadequada e é o maior indutor da concentração populacional e industrial da região serrana.

Tais fatores levaram a considerar a região conurbada da cidade de Lages como crítica em relação ao componente – síntese organização territorial.

#### 5 – Base Econômica:

Um fato relevante que merece ser destacado em relação à base econômica da região está relacionado a concentração da população economicamente ativa (PEA).

Aproximadamente 49% da PEA da região da AMURES está concentrada na cidade de Lages, no qual estão concentrados os setores secundários e terciários, enquanto nos demais municípios da bacia a principal atividade está concentrada no setor primário.

Dando seqüência no estudo a partir do cruzamento das características dos empreendimentos e os condicionantes ambientais, foi realizado uma análise dos Impactos ambientais e enquadramento dos empreendimentos.

O sistema ambiental foi representado por uma estrutura analítica, composta pelos componentes síntese caracterizados com base nos estudos de diagnóstico ambiental e sintetizados nos estudos de análise integrada.

#### Hierarquização dos componentes – síntese:

- Compartimentação espacial;
- Magnitude dos impactos ambientais (MI);
- Situação espacial dos empreendimentos (SE); e
- Criticidade ambiental dos empreendimentos.

Os resultados realizados visando avaliar a viabilidade da implantação de empreendimentos hidroenergéticos na bacia do rio Caveiras, a partir de critérios de sustentabilidade ambiental através de uma análise integrada, demonstraram que o rio apresenta trechos onde o potencial energético é sustentavelmente viável.

Dos 50,6 MW inventariados no rio Caveiras 38,0 MW foram considerados viáveis correspondendo a 75% do potencial inventariado.

Estes estudos de casos descritos anteriormente serviram de base para a geração da Lista de critérios ambientais para a sub-bacia do rio Benedito.

## 2.4 – LISTA DE CRITÉRIOS AMBIENTAIS RESULTADO DA ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO.

Como resultado, dos estudos da Bacia do Taquari-Antas, Bacia hidrográfica do Rio Chopim, Análise das Fragilidades ambientais da Bacia 75 e da Bacia hidrográfica do Rio Caveiras foi criado uma lista, onde os critérios ambientais foram divididos em: Ecossistema Terrestre, Ictiofauna, Usos Antrópicos, e Uso e Qualidade da água.

Dentre os critérios relacionados ao Ecossistema Terrestre temos: Espacialização de Unidades de Conservação, Áreas de remanescentes Florestais, Corredores ecológicos e Presença potencial ou confirmada de espécies ameaçadas de extinção ou vulneráveis.

Quanto aos critérios relacionados a Ictiofauna temos: Disponibilidade hídrica, Classificação por diferentes habitats e a presença de matas ciliares, Representatividade e perda de habitat, Fragmentação do rio com a presença de barragens e grandes quedas, Conservação sem barragens de um rio representativo de sub-bacia de encosta e de planalto, Presença de espécies migratórias e Classificação dos habitats segundo o tamanho dos rios.

Quanto aos usos Antrópicos foram relacionados os seguintes critérios: Atividades diretamente ligadas à rede hidrográfica da região (captação, rafting, pesca) – Estrutura econômica, Áreas indígenas, Identificação e localização de ocupações humanas, Mapeamento da malha viária nas áreas próximas aos rios, Identificação dos municípios que apresentam atividades associadas aos cursos d'água (usos múltiplos), Existência de bens de valor histórico cultural e Áreas de interesse turístico e paisagístico.

Quanto ao Uso e Qualidade da Água, temos: Análise do potencial de estratificação térmica dos reservatórios, Potencial de aporte de cargas poluidoras devido às atividades econômicas na bacia (estimativa de cargas de poluição pontual e não pontual), Análise dos sistemas de transporte e transformação de poluentes no sistema bacia - rio - reservatório, Potencial de eutrofização (estimativa das taxas de aplicação superficiais de nitrogênio e fósforo) dos reservatórios, Estimativa das cargas poluidoras potenciais para cada reservatório, Análise da relação carga de poluição/volume do reservatório, IQA em diferentes trechos do rio e Identificação de barragens previamente existentes para identificar a perda de capacidade de depuração do rio, conforme pode ser visto no quadro 1.

Quadro 1 – Lista de critérios ambientais.

Lista de Critérios Ambientais		Estudo de Casos			
		Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas	Bacia Hidrográfica do Rio Chopim	Análise das Fragilidades Ambientais da Bacia 75	Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras
ECOSSISTEMA TERRESTRE	Espacialização de Unidades de conservação	X	X	X	X
	Áreas de remanescentes Florestais/Vegetação em Estados de Conservação	X	X	X	X
	Corredores Ecológicos ( conectividade florestal)	X	X	X	
	Presença potencial e ou confirmada de espécies ameaçadas de extinção ou vulneráveis		X	X	X
ICTIOFAUNA ECOSSISTEMA AQUÁTICO)	Disponibilidade hídrica				X
	Classificação por diferentes habitats e a presença de matas ciliares		X		
	Representatividade e Perda de Habitat	X			X
	Fragmentação do rio com a presença de barragens e grandes quedas.	X	X	X	X
	Conservação sem barragens de um rio representativo de sub-bacia de encosta e de planalto	X			
	Presença de espécies migratórias		X	X	
	Classificação dos habitats segundo o tamanho dos rios		X		
USOS ANTRÓPICOS	Atividades diretamente ligadas à rede hidrográfica da região (captação, rafting, pesca).	X	X	X	X
	Áreas indígenas/ Quilombolas		X	X	X
	Identificação e localização de ocupações humanas ou áreas urbanizadas		X	X	X
	Mapeamento da malha viária nas áreas próximas aos rios		X	X	
	Identificação dos municípios que apresentam atividades associadas aos cursos d'água ( usos múltiplos)	X	X		X
	Existência de bens de valor histórico cultural .	X	X		X
	Áreas de interesse turístico e paisagístico.	X	X		X
USO E QUALIDADE DA ÁGUA	Análise do potencial de estratificação térmica dos reservatórios.	X			
	Potencial de aporte de cargas poluidoras devido as atividades econômicas na bacia. Estimativa das cargas de poluição pontual e não pontual.	X	X	X	
	Análise dos sistemas de transporte e transformação de poluentes nos sistemas bacia - rio - reservatório.	X		X	
	Potencial de eutrofização. Estimativa das taxas de aplicação superficiais de nitrogênio e fósforo dos reservatórios.	X	X		
	Estimativa das cargas poluidoras potenciais para cada reservatório	X			X
	Análise da relação carga de poluição/volume do reservatório	X			
	IQA em diferentes trechos do Rio		X	X	X
	Identificação de barragens previamente existentes para identificar a perda de capacidade de depuração do rio.		X		

### 3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A sub-bacia hidrográfica do rio Benedito, área do estudo, está localizada na região Norte da bacia hidrográfica do rio Itajaí, é compreendida pelos municípios de Timbó, Rodeio, Benedito Novo, Doutor Pedrinho, Rio dos Cedros e parte de Indaial.

Figura – 1 Localização da SBH do rio Benedito.



O acesso a sub-bacia hidrográfica se faz via Rodeio ou via Indaial, em direção a Timbó, Benedito Novo, Rio dos Cedros ou Doutor Pedrinho. A SBH do rio Benedito além de muitas vias sem pavimentação, que seguem geralmente paralelas aos rios, é cortada pela SC 416, SC 417, e um pequeno trecho pela BR e SC 470, no município de Indaial.

A SBH do rio Benedito apresenta forma semi-alongada, desenvolvendo-se na direção principal Noroeste para Sudeste. Os principais afluentes do rio Benedito são ribeirão São João e o rio Liberdade, pela margem direita, e os rios Santa Maria e dos Cedros, pela margem esquerda,

como pode ser visto no mapa do Enquadramento dos Cursos de Água (Figura 12). Segundo a Portaria SEPLAN/CG nº 24/79, foram enquadrados como rios de Classe 1 na sub-bacia o Rio Forçação, contribuinte da margem direita do rio Benedito e seus afluentes, dentro da área da Reserva Biológica Estadual do Sassafrás e o rio Novo e seus afluentes, também dentro da área da mesma reserva. Os demais rios foram considerados pela mesma Portaria como sendo de Classe 2.

A SBH do rio Benedito com 1.501 km<sup>2</sup> é uma das menores sub-bacias da bacia do rio Itajaí, no estado de Santa Catarina. No entanto, é nela que estão concentrados vários empreendimentos hidrelétricos, como pode ser visto no mapa 13 (Anexo-N), que traz a Localização dos Empreendimentos Hidrelétricos. Nos Estudos realizados pela ELETROSUL em 1994, foram apontados para esta sub-bacia os potenciais hidrelétricos de Dr. Pedrinho com 1,5 MW, Alto Benedito Novo com 12,0 MW, Benedito Novo com 16,0 MW e Timbó com 6,9 MW de energia firme. Destes, ainda não foram implantados o potencial de Benedito Novo, que segundo relatório de consulta à ANEEL de agosto de 2007, encontra-se na fase de Análise do Inventário do rio naquele trecho ( EL. 154m e EL. 277m) e Timbó, que foi considerado inviável pelo custo total das desapropriações. Além destes que foram descritos, encontram-se atualmente na SBH do rio Benedito instalados e em operação sete empreendimentos hidrelétricos enquadradas como CGH (Centrais Geradoras Hidrelétricas) e PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas).

No rio Benedito, no município de Doutor Pedrinho, encontram-se dois empreendimentos da Cooperativa de Eletrificação Rural Salto Donner. No mesmo rio, no município de Benedito Novo, são encontrados dois empreendimentos da Cooperativa de Energia Elétrica Santa Maria, um da CEESAM Geradora S/A e um da Hidrelétrica Sens LTDA. No rio dos Cedros no município de Rio dos Cedros, encontram-se dois empreendimentos da CELESC Geração S/A, totalizando uma potência instalada de 36,0 MW registrados na ANEEL.

Os rios Benedito e dos Cedros, principais rios da bacia em estudo, alternam trechos de alta declividade, com vale encaixado, concentrados no trecho de suas nascentes onde as cotas são superiores a 820 metros de altitude. Nos trechos médios, entre as cotas 440m e 820m, a largura do leito destes rios está próxima de 10 metros. Os trechos de baixa declividade com cotas abaixo de 400m de altitude, caracteriza-se por amplas planícies, correspondendo às áreas de maior ocupação humana na parte final da bacia, onde o leito desses rios chega a 50 metros.

A drenagem da área possui um padrão com forte condicionamento estrutural, refletido na sua angularidade e retilinidade, associado às zonas de fraqueza da rocha. A faixa sedimentar aflorante da bacia do Paraná apresenta características peculiares em Santa Catarina.

Segundo Scheibe (apud, FOES, 2001):

A área em estudo está localizada no quadro morfológico denominado patamares do trecho central da Serra Geral, que se encontra confinado pelo oriente, com o planalto do rio Itajaí-açú e a Ocidente com a escarpa da Serra Geral e o Planalto de Lages. Esta unidade age como intermediária entre ambas, alcançando-se o planalto basáltico por uma série de degraus escalonados nas rochas do grupo Guatá (formação Rio Bonito, especialmente) e Passa Dois, que iniciam em cotas de cerca de 300 m na calha dos afluentes do Itajaí-açú até 800 m, em média, nas proximidades da Serra Geral, onde localmente alcança cerca de 1.000 m.

Na região de Santa Maria, local de alguns destes empreendimentos, verifica-se que é muito importante a influência exercida pela tectônica quebrável atuando sobre as rochas graníticas do complexo granulítico, ocasionando o aparecimento de uma drenagem semi-controlada em corredeiras e cascatas.

O relevo na região é de Topo Ondulado em diferentes graus de dissecação, onde se encaixa o vale do rio Benedito e rio dos Cedros com seus afluentes, formando depressões. O rio Benedito passa por um vale semi-encaixado cujas bordas inclinam-se entre 20 e 40 graus sobre o leito do rio (SCHEIBE, apud, FOES, 2001).

O padrão da drenagem está intimamente associado ao condicionamento estrutural, refletido na retiliniedade e mudanças freqüentemente bruscas dos cursos d'água, relacionadas às zonas de fraqueza da rocha, sendo reduzida à presença de planícies aluvionares.

Segundo Scheibe ( apud, FOES, 2001):

O rio Benedito, bem como a bacia do rio Itajaí como um todo, se localiza na bacia do rio Paraná, que se caracteriza por ser uma bacia intracratônica, preenchida por rochas sedimentares e vulcânicas, cuja idade varia entre os períodos Siluriano e Cretáceo. Abrange uma área de 1.700.000 Km<sup>2</sup>, ocupando cerca de 1.100.000 Km<sup>2</sup> do território brasileiro, essencialmente a sua parte meridional. A origem da Bacia está relacionada ao fim do ciclo brasileiro, que deixou exposto um expressivo volume “aquecido” de crosta continental recém agrupada. Provavelmente, o subsequente alívio dos esforços, juntamente com o “esfriamento” da crosta, foi suficiente para a subsidência que levou à deposição da seqüência siluriana. A evolução da bacia do Paraná em todos os seus aspectos geológicos está intimamente relacionada com a distribuição do padrão de falhamentos, da situação temporal dos movimentos recorrentes destes falhamentos e do controle estabelecido pelas estruturas instáveis. Sob o enfoque sísmico, a região pode ser considerada como sendo de atividade pequena ou nula.

A SBH do rio Benedito pertence à zona subtropical. Não há uma diferença clara entre os períodos seco e úmido. A estação de inverno compreende os meses de Junho a Agosto e a de verão de Dezembro a Março.

A precipitação anual varia de 1.300 a 1.500 mm no centro da SBH do rio Benedito e de 1.600 a 1.800 mm nas partes Norte e Sul. A precipitação média anual na bacia varia de 1.500 a 1.600 mm.

A evaporação média anual na sub-bacia é de 800 mm, correspondendo à taxa de evaporação de 2,20 mm/dia. A umidade relativa media anual é de 77% em Indaial.

A vazão média mensal no exutório da SBH do rio Benedito é de 41,5m<sup>3</sup>/s, segundo dados de vazões médias, baseado na regionalização de vazões das bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina (Secretaria de Desenvolvimento Sustentável – SDS –, 2006).

Segundo Viebrans (2003), a situação do uso do solo na SBH do rio Benedito em 2000 dos seus 1.501 km<sup>2</sup>, cerca de 65,48% estava composta por Florestas, 23,06 % por pastagens e lavouras, 3,59% por capoeirinhas e capoeiras (mata com menos de 30 anos), 2,31% por áreas urbanas, 3,36% em reflorestamentos, 1,85% em Arrozeiras, 0,35% em corpos d'água e 0,17% não foram classificados.

A floresta localizada nas cotas mais elevadas da sub-bacia teve um acréscimo em sua área de cobertura de aproximadamente 15% entre 1986 e 2000. Destaca-se na área, por sua cobertura vegetal, a Reserva Biológica Estadual do Sassafrás, situada nos municípios de Benedito Novo e Doutor Pedrinho. No contexto regional, seus 5.043 hectares figuram como um importante refúgio para a proteção da fauna e flora, constituindo em valiosa reserva genética.

Destaca-se ainda no limite da SBH do rio Benedito (divisor de águas), a existência da Reserva Indígena Duque de Caxias localizada na SBH do rio Itajaí do Norte, entre a foz do rio Dollmann e o rio Deneke, no município de José Boiteux, ocupando área de 130 km<sup>2</sup>.

Quanto às áreas urbanas, estão localizadas mais intensamente junto aos principais rios na área central dos municípios de Timbó e Indaial (parte que integra a sub-bacia). Nos demais municípios da sub-bacia, as zonas urbanas são menores e mesclam-se com núcleos populacionais rurais.

Quanto aos usos da água na SBH do rio Benedito, de acordo com o cadastro de usuários da água do Comitê do Itajaí (ainda não disponível no SIBI), verifica-se uma

preponderância de usuários de água para fins de irrigação (rizicultura), criação animal e industrial. No setor industrial destaca-se o uso da água para fins de geração de energia elétrica.

Em relação ao potencial hidrelétrico da bacia do rio Itajaí, vários estudos foram realizados desde meados da década de 60. Dentre eles pode-se mencionar o estudo elaborado pela ENERSUL entre 1966 e 1969, o estudo realizado pela ELETROSUL entre 1977 e 1979, o estudo realizado pela CELESC entre 1990 e 1991, o estudo realizado pela ELETROSUL no ano de 1994, o estudo realizado pela Cooperativa de Eletrificação Rural de Salto Donner – CERSAD no ano de 2000 e estudo realizado pela JFOES Engenharia e Consultoria S/C LTDA, em Julho de 2001 por solicitação da COOPERATIVA DE ENERGIA ELÉTRICA SANTA MARIA LTDA.

Especificamente em relação ao potencial hidrelétrico da SBH do rio Benedito, interessa à presente pesquisa os quatro últimos estudos mencionados.

O estudo realizado pela CELESC (ELETROSUL, 1994) no período de junho de 1990 e outubro de 1991, sob a supervisão da JICA - Japan International Cooperation Agency, teve entre seus objetivos o levantamento do potencial hidrelétrico da SBH do rio Benedito. O estudo foi realizado em dois estágios, sendo o primeiro com caráter de inventário provisório e seleção de projetos, e, o segundo, de executar os projetos de pré-viabilidade dos aproveitamentos selecionados no estágio anterior para completar o inventário requerido.

No primeiro estágio foram identificados 4 aproveitamentos: Timbó (3,80 MW), Benedito Novo(12,50 MW), Alto Benedito Novo (12,90 MW) e Doutor Pedrinho (1,40 MW).

A análise foi efetuada pela comparação do custo unitário da energia garantida com o custo marginal de expansão do sistema. Assim, os aproveitamentos com custo unitário da energia garantida maior que o custo marginal de expansão do sistema (US\$ 64,00/MWh no ano 2011 em

diante) foram descartados. Dessa maneira, foram selecionados os aproveitamentos de Benedito Novo e Alto Benedito Novo.

O estudo realizado pela ELETROSUL (1994) no ano de 1994 na SBH do rio Benedito, foi motivado por mudanças de critérios econômico-energéticos e de enfoque na abordagem de questões sócio-econômicas, sobretudo ambientais, que ocorreram no âmbito de implantação de empreendimentos hidrelétricos. Tal estudo teve por objetivo a seleção final dos aproveitamentos hidrelétricos à nível de inventário, de forma a avaliar o potencial hidroenergético explorável, dentro dos padrões atualizados e recomendados pela ELETROBRAS e pelo DNAEE.

Desta forma foram realizados:

- Estudos de engenharia, utilizando critérios de projeto e avaliação de custos compatíveis com o porte e tecnologias envolvidas nas obras, e fornecimentos necessários para sua implantação e operação;
- Estudos de dimensionamento energéticos com critérios atualizados;
- Estudos das implicações de natureza sócio-econômicas e ambientais decorrentes da formação de reservatórios.

A metodologia utilizada neste estudo foi basicamente a mesma utilizada nos Estudos de Revisão do Inventário do Potencial Hidroenergético da Bacia do rio Uruguai, concluído pela ELETROSUL em 1979.

As alternativas estudadas não interferiam em usinas e barragens existentes ou obras de contenção de cheias planejadas ou em execução.

Os estudos energéticos foram realizados considerando os benefícios de cada usina operando de forma interligada no sistema Sul-Sudeste, através de simulações computacionais.

A comparação dos custos unitários da energia garantida com o custo marginal de expansão do sistema é o principal critério de seleção dos aproveitamentos exploráveis, ressaltando os impactos sócio-econômicos e ambientais, sendo estas últimas (análises dos impactos sócio-econômicos e ambientais) realizadas com base nos levantamentos realizados pela JICA.

Na alternativa selecionada para o pré-dimensionamento das obras, da estimativa das principais quantidades de serviços e o orçamento dos aproveitamentos mais viáveis, foram adotados os critérios estabelecidos no "Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas" (Setembro/1984).

A alternativa selecionada, considerando os aspectos econômicos, energéticos, técnicos e de impacto sócio econômico e ambiental, detectou o aproveitamento de 2 empreendimentos que apresentam capacidade de gerar cerca de 24,9 MW médios de energia firme. Comparados o custo-benefício desses aproveitamentos com o custo marginal para expansão do sistema (US\$ 70/MWh), ambos apresentam-se como viáveis e competitivos:

- Alto Benedito Novo com custo de 58,60 US\$/MWh e capacidade de geração de 10,7 MW médios de energia firme; e

- Benedito Novo, com custo de 46,80 US\$/MWh e capacidade de geração de 14,2 MW médios de energia firme.

Estes aproveitamentos, foram objeto de estudos mais detalhados do ponto de vista econômico-energético e considerada a necessidade de vertimento mínimo a fim de evitar que o rio fique sem escoamento nos trechos entre a tomada d'água e casa de força. Esta necessidade de

vertimento introduziu perdas significativas em relação ao custo da energia, porém, mesmo assim foram considerados economicamente viáveis dentro dos critérios adotados:

- Benedito Novo, com potencial de 20 MW e custo da energia de cerca de 64 US\$/MWh.

- Alto Benedito Novo, com potencial de 16 MW, custo de energia da ordem de US\$ 50/MWh.

As implicações sócio-econômicas da implantação destas obras e formação de seus reservatórios são relativamente menores que as usinas da bacia do rio Uruguai em função da pequena dimensão de seus reservatórios.

Não existem interferências destas obras com usinas de geração e contenção de cheias já existentes ou projetadas.

Mais recentemente em Outubro de 2000, a Cooperativa de Eletrificação Rural de Salto Donner – CERSAD – desenvolveu o Estudo de Inventário Hidroenergético do rio Benedito, entre as elevações 511m e 430m.

Para a elaboração deste Estudo de Inventário, foram utilizados os critérios de projeto vigentes no setor elétrico, consolidados em projetos e nos diversos manuais, como no manual de Inventário de Usinas Hidrelétricas (ELETROBRÁS, 1997), nas Diretrizes para Estudos de Inventários Hidrelétricos Simplificados (ANEEL, 1999) e nas Diretrizes para Estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (ELETROBRÁS, 1985).

Este estudo teve como objetivo principal subsidiar o processo de regularização da PCH Salto Donner I, de propriedade da CERSAD.

Outro objetivo do referido estudo foi analisar o potencial remanescente no trecho do rio situado entre a casa de força desta usina e o nível de montante da PCH Alto Benedito Novo, conforme definido no Inventário da CELESC/ELETROSUL (1994).

O estudo concluiu pela viabilidade do esquema de divisão de queda neste trecho, composto pelos aproveitamentos: Donner I (usina existente), com níveis de água de montante e jusante respectivamente, nas elevações 511m e 475m, com potência instalada de 3,09 MW; e Donner IV, com níveis de água de montante e jusante, respectivamente, nas elevações 473m e 439m, com potência instalada de 2,92 MW.

Outro estudo realizado para a SBH do rio Benedito, foi a Revisão do Estudo de Inventário Hidrelétrico do Rio Benedito, entre a EL 277m e a EL 430m, realizado pela JFOES Engenharia e Consultoria S/C LTDA, em Julho de 2001, por solicitação da Cooperativa de Energia Elétrica Santa Maria LTDA.

O Estudo foi registrado na ANEEL pela Cooperativa de Energia Elétrica Santa Maria LTDA, em 15 de Maio de 2000, sendo elaborado segundo as recomendações contidas na Resolução da ANEEL nº 393/98, no manual de Inventário de Usinas Hidrelétricas (ELETROBRÁS, 1997), nas Diretrizes para Estudos de Inventários Hidrelétricos Simplificados (ANEEL, 1999) e nas Diretrizes para Estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (ELETROBRÁS, 2000).

A área de estudo situa-se no rio Benedito, entre a sede da localidade de Barra do São João (elevação 430m) e a sede da localidade de Alto Benedito Novo (elevação 277m), no município de Benedito Novo, em Santa Catarina. Encontra-se entre as coordenadas geográficas 26°42' a 27°24'Sul e 49°24' a 49°35'Oeste, com uma área de drenagem de aproximadamente 573 Km<sup>2</sup>.

O resultado dos estudos de divisão de queda do rio Benedito, neste trecho, contemplou como viáveis os aproveitamentos: Alto Benedito Novo I com capacidade instalada de 15,0 MW e energia média de 8,49 MW; e Alto Benedito Novo II com capacidade instalada de 5,7 MW e energia média de 3,21 MW.

A partir dos dados levantados nos 4 estudos mencionados, pode-se verificar que a medida que critérios sócio econômicos e ambientais passaram a ser incluídos de forma mais detalhada nos estudos de inventário, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, houve uma maior divisão de quedas nos aproveitamentos e conseqüentemente aumento no custo unitário e redução da energia elétrica gerada, levando-se em conta o potencial hidrelétrico inventariado.

Atualmente na SBH do rio Benedito, os potenciais inventariados que não vem sendo explorados são o de Timbó (3,80), situado nas coordenadas geográficas 26°49' S e 49° 20' W (ELETROSUL, 1994), e Benedito Novo (el 277m e el 154m), situado nas coordenadas geográficas 26°47' S e 49° 24' W, a jusante cerca de 5 Km do município de Benedito Novo.

#### 4 METODOLOGIA

Tendo como fonte motivadora da presente dissertação as discussões realizadas nas reuniões do Comitê de Gerenciamento Hidrográfico da Bacia do Itajaí, a proposição de um modelo para aplicação de critérios ambientais para licenciamentos de empreendimentos hidrelétricos em uma bacia hidrográfica, de princípio seria para todos os seus 15.000 Km<sup>2</sup>. No entanto, logo de imediato percebeu-se a necessidade de adotar o critério de amostragem, como maneira de poder visualizar e dar maior detalhamento ao estudo que está se empreendendo. Desta maneira, decidiu-se tomar como amostra a SBH do rio Benedito, que com uma área de 1.501 Km<sup>2</sup>, representa 10% da Bacia do Itajaí. Outro motivo que leva a adoção desta área para realização do estudo, está baseado no último Inventário Hidrelétrico realizado em 1994 pela ELETROSUL, que dentre os 3(três) aproveitamentos hidrelétricos já considerados economicamente viáveis na bacia do rio Itajaí, 2 ( dois) estão na SBH do rio Benedito.

A metodologia neste trabalho tem como base os estudos realizados na bacia hidrográfica do Taquari-Antas, bacia hidrográfica do Rio Chopim, Análise das Fragilidades Ambientais da bacia 75 e da bacia hidrográfica do Rio Caveiras. Destes estudos, estruturou-se uma lista (Quadro1), onde os critérios ambientais foram divididos em: Ecossistema Terrestre, Ictiofauna, Usos Antrópicos, e Uso e Qualidade da água. Desta lista, alguns critérios não foram possíveis de ser trabalhados pela indisponibilidade de dados, ou por não se adequarem ao projeto de pesquisa proposto, dando origem a uma nova lista de critérios, denominada Lista de Critérios Ambientais para a SBH do rio Benedito (Quadro 2), estando claro que em outros casos poderiam ser adotados critérios que melhor se adequariam às realidades da área de estudo.

Estando selecionado os critérios ambientais, estes passaram por uma caracterização, geração de mapas base, definição de valores para geração do mapa de fragilidade para cada critério

ambiental, para depois ser efetuado o cruzamento destes, para a geração do mapa de criticidade da área estudada, ou seja, a SBH do rio Benedito.

Para geração dos mapas base, foi utilizado o programa computacional *ArcMap* 9.2, extensões *Spatial analyst* e *3D Analyst*.

Como base cartográfica, foi utilizado as cartas do Mapeamento Sistemático Brasileiro (IBGE) na escala de 1:50.000, projeção UTM e Datum SAD-69, fuso 22. Os mapas em formato *raster* (fragilidade e de criticidade), possuem resolução espacial de 30 metros.

Quanto aos mapas temáticos básicos (hidrografia, declividade, vegetação original, uso do solo, zonas urbanas, pontes existentes, qualidade de água, enquadramento dos cursos de água, disponibilidade hídrica), foram utilizados aqueles desenvolvidos pelo Comitê do Itajaí. Depois, estes foram recortados para a área de estudo utilizando a ferramenta *Clip* do *ArcMap*.

Em seguida, cada entidade dos mapas (Mapa 1 a 13) recebeu um valor. Estes poderiam ser: Valor 0 (zero), para áreas onde a fragilidade ambiental não permite a implantação de empreendimentos hidrelétricos, ou seja, Zona de exclusão. Valor 1 (um), para áreas de baixa fragilidade ambiental. Valor 2 (dois), para áreas de média fragilidade. Valor 3 (três), para as áreas de alta fragilidade ambiental (Quadro 3). Estes valores foram atribuídos levando em consideração referências bibliográficas, experiência do aluno, além da legislação pertinente.

Quadro 2 – Valores atribuídos aos mapas base.

NOME DO MAPA	VALORES			
	0	1	2	3
Espacialização de Unidades de Conservação	0	1	2	
Áreas de Remanescentes Florestais		1	2	
Corredores Ecológicos		1	2	
Classificação por diferentes habitats e presença de matas ciliares	0	1	2	3
Zonas Urbanas e Núcleos populacionais distribuídos no meio rural	0	1	2	
Mapeamento das pontes existentes		1	2	
Áreas de interesse turístico e paisagístico		1	2	
Parâmetro de qualidade da água (DBO)		1	2	
Parâmetro de qualidade da água (turbidez)		1		
Parâmetro de qualidade da água (coliformes fecais)		1	2	
Enquadramento dos cursos de água	0	1		
Disponibilidade de água levando em consideração o Plano de Bacia		1	2	3
Declividade		1	2	3

Deve-se ter muito claro que estes valores foram atribuídos para um projeto de pesquisa acadêmica, necessitando para o estabelecimento de critérios ambientais para um modelo passível de ser aplicado em uma bacia hidrográfica uma equipe técnica multidisciplinar.

Ao adotar o equacionamento produtivo dos mapas, o objetivo foi atribuir valores mais altos às zonas de alta fragilidade. Quando se adota tal equacionamento, possibilita tornar mais restritivo as áreas onde foram valoradas em 3 (três) e 2 (dois), sendo as mesmas mais frágeis sob o ponto de vista ambiental. Outra vantagem do equacionamento produtivo é a atribuição do valor 0 (zero) para as áreas de exclusão, pois este se mantém no resultado do produto (multiplicação).

Para realizar o cruzamento entre as informações dos diversos mapas, estes foram convertidos para *raster*, utilizando a coluna dos valores para atribuir informações aos *pixels*. O tamanho do *pixel* utilizado foi de 30 metros.

Para calcular o índice de criticidade ambiental, utilizando a ferramenta *raster calculator* do *ArcMap*, foi adotado a seguinte fórmula:

$$(\text{mapa1} * \text{mapa2} * [\dots] * \text{mapa13}) = \text{índice de criticidade}.$$

O equacionamento produtivo, ou seja, esta multiplicação gerou um mapa cujos valores foram divididos em três classes, denominada Zonas de Criticidade. A primeira denomina-se Zonas de exclusão, onde o valor atribuído é zero. A segunda, Zonas de baixa criticidade, cujos valores ficam abaixo ou igual a média, e a terceira, Zonas de estudos detalhados, onde os valores ficam acima da média.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Dentre os resultados da presente pesquisa foram elaborados: uma lista de critérios ambientais para a SBH do rio Benedito; a descrição de 11 critérios ambientais gerando para cada critério mapas de fragilidade ambiental; e a elaboração de um mapa de criticidade ambiental da SBH do rio Benedito.

### **5.1 – LISTA DE CRITÉRIOS AMBIENTAIS COM BASE EM DADOS DISPONÍVEIS NA SBH DO RIO BENEDITO**

Tendo como diretriz os trabalhos mencionados nos Estudos de Casos e os critérios levantados pelos mesmos, realizou-se nova pesquisa para ver quais destes critérios poderiam ser utilizados na sub-bacia do rio Benedito. Diante da disponibilidade de dados passíveis de serem mensurados confeccionou-se uma nova lista de critérios, conforme pode ser visto no Quadro 3.

Quadro 3 - Lista de Critérios para a SBH do rio Benedito.

<b>Lista de Critérios para a SBH do rio Benedito</b>		
	ECOSSISTEMA TERRESTRE	Espacialização de Unidades de Conservação (mapa 01).
		Áreas de Remanescentes Florestais (mapa 02).
		Corredores Ecológicos
Critérios Ambientais	ICTIOFAUNA (ECOSSISTEMA AQUÁTICO)	Classificação por diferentes habitats e a presença de matas ciliares (mapa 03).
		Conservação sem barragens de rios representativos.
	USOS ANTROPICOS	Identificação e localização de zonas urbanas e núcleos populacionais distribuídos no meio rural (mapa 04).
		Mapeamento das pontes existentes (mapa 05).
		Áreas de interesse turístico e paisagístico (mapa 06).
	QUANTIDADE E QUALIDADE DA ÁGUA	Parâmetros de qualidade da água (DBO - mapa 07), (Turbidez - mapa 08) e (Coliformes fecais - mapa 09).
		Enquadramento dos Cursos de água (mapa 10).
		Disponibilidade de água levando em consideração o Plano de Bacia (mapas 11 e 12).

## 5.2 – DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS AMBIENTAIS ADOTADOS NA SBH DO RIO BENEDITO.

### 5.2.1 – Espacialização de Unidades de Conservação.

Entende-se por Unidade de Conservação, de acordo com o artigo 2º, I, da Lei nº 9.985/00, o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo poder público, com objetivos de

conservação e limite definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Segundo a referida Lei, que instituiu no Brasil o sistema Nacional de Unidades de Conservação há duas categorias de Unidades de Conservação: a) Unidade de Proteção Integral – cujo objetivo básico é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos Naturais; b) Unidade de Uso Sustentável – cujo objetivo básico é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (artigo 7º).

O grupo de Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de Unidades de Conservação: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. Já o grupo de Unidade de Uso Sustentável, é composto por: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Da análise do Mapa 01 (Anexo A), que apresenta a espacialização das Unidades de Conservação na área objeto de estudo, verifica-se a existência da Reserva Biológica Estadual do Sassafrás (REBIO Estadual do Sassafrás), dividida em duas glebas, uma situada no Município de Doutor Pedrinho e outra situada entre os municípios de Doutor Pedrinho e Benedito Novo. Por se tratar de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, na elaboração do mapa de fragilidade ambiental decidiu-se considerar tal área como zona de exclusão de empreendimentos hidrelétricos, conforme Figura 2.

Por outro lado, há que se observar, segundo a Lei 9.985/00, que as Unidades de Conservação devem ter uma zona de amortecimento, entendido como o entorno de uma Unidade de Conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a Unidade. Os limites destas zonas de

amortecimento, segundo o parágrafo 2º, do Artigo 25 da referida Lei, poderão ser definidos no ato de criação da Unidade ou posteriormente. Porém, enquanto não for definido o limite da zona de amortecimento da Unidade, deverá ser observada a Resolução CONAMA nº 13/90, que em seu artigo 2º estabelece uma área circundante com um raio de dez quilômetros, onde qualquer atividade que possa afetar a biota, deverá ser obrigatoriamente licenciada pelo órgão competente, mediante a autorização do responsável pela administração da Unidade de Conservação.

Como não se identificou, no ato normativo de criação da Unidade de Conservação existente na área objeto de estudo, qualquer definição da área de abrangência da zona de amortecimento, optou-se pela aplicação da resolução CONAMA 13/90, ou seja, dez quilômetros de raio partindo dos limites da Unidade de Conservação. Assim, para fins de realização do mapa de fragilidade ambiental, atribui-se valor 2 para a zona de amortecimento (10 Km) da Unidade de Conservação; e valor 1 para as áreas onde não existem restrições para implantação de empreendimentos hidrelétricos, conforme Figura 2.

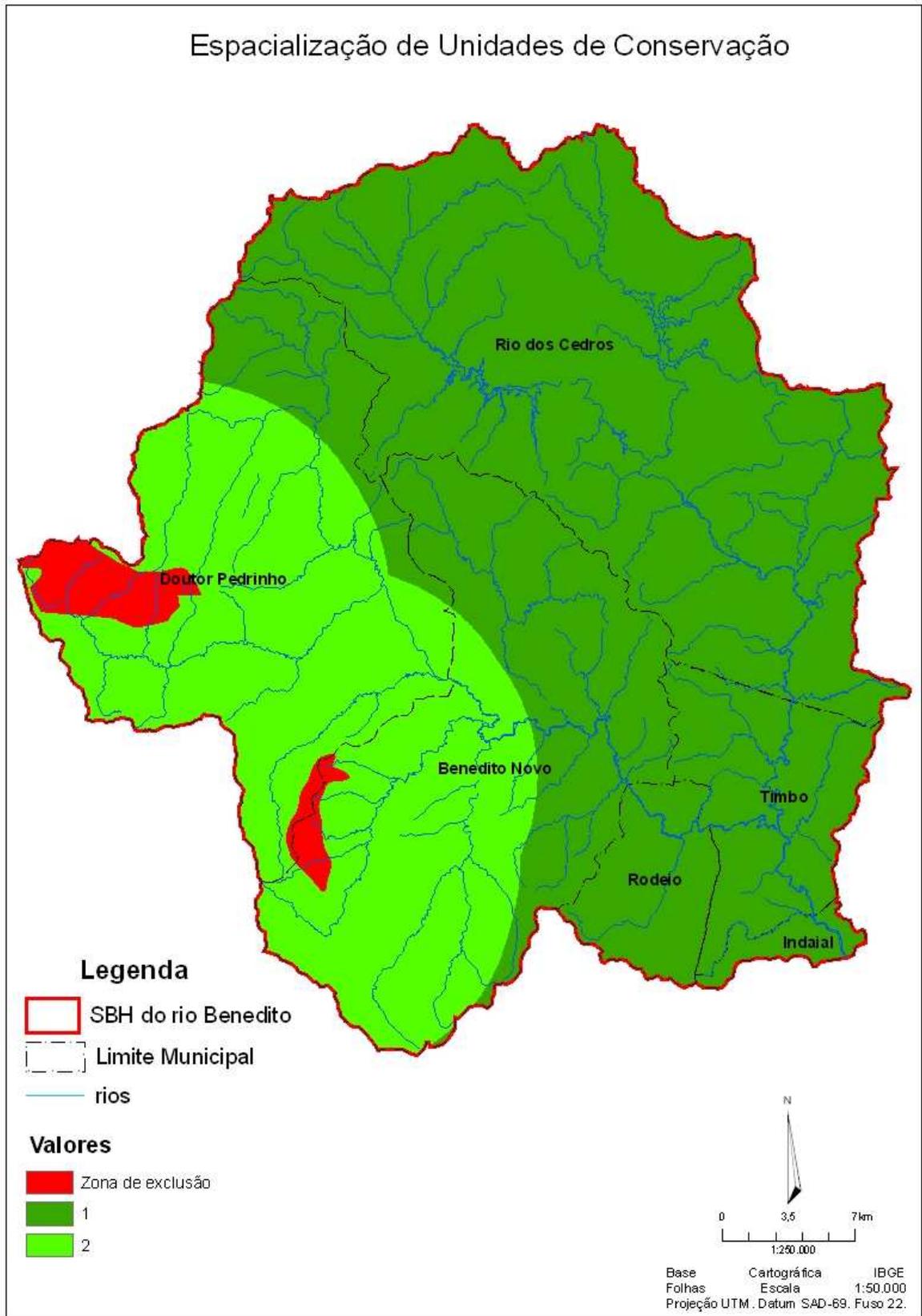


Figura 2. Espacialização de Unidades de Conservação.

### 5.2.2 – Áreas de Remanescentes Florestais.

A expansão agrícola e o crescimento urbano provocaram uma fragmentação da vegetação nativa, gerando muitas vezes danos irreversíveis. Segundo Forman e Godron, (1986), a sobrevivência de muitas espécies nos fragmentos é inviabilizada por dificuldades na cadeia alimentar.

Segundo Viana (1995), na Mata Atlântica, por exemplo, a maior parte dos remanescentes florestais, especialmente em paisagens intensamente cultivadas, encontra-se na forma de pequenos fragmentos, altamente perturbados, isolados, pouco conhecidos e pouco protegidos.

O interesse no estudo das conseqüências da fragmentação florestal sobre a conservação da biodiversidade tem aumentado significativamente nos últimos anos, visto a constatação crescente de que a maior parte da biodiversidade se encontra hoje localizada em pequenos fragmentos florestais, pouco estudados e historicamente marginalizados pelas iniciativas conservacionistas.

A fragmentação introduz uma série de novos fatores da história evolutiva de populações naturais de plantas e animais. Essas mudanças afetam de forma diferenciada os parâmetros demográficos de mortalidade e natalidade de diferentes espécies e, portanto, a estrutura e dinâmica de ecossistemas. No caso de espécies arbóreas, a alteração na abundância de polinizadores, dispersores, predadores e patógenos alteram as taxas de recrutamento de plântulas, e os incêndios e mudanças microclimáticas, que atingem de forma mais intensa as bordas dos fragmentos, alteram as taxas de mortalidade das árvores. Segundo Schellas e Greenberg, (1997), as evidências científicas sobre esses processos têm se avolumado nos últimos anos.

Segundo Viana et al. (1992), os principais fatores que afetam a dinâmica de fragmentos florestais são: tamanho, forma, grau de isolamento, tipo de vizinhança e histórico de perturbações. Esses fatores apresentam relações com fenômenos biológicos que afetam a natalidade e a mortalidade de plantas como, por exemplo, o efeito de borda, a deriva genética e as interações entre plantas e animais.

Segundo este mesmo autor, a distribuição das classes de tamanho dos fragmentos na paisagem é um elemento importante para o desenvolvimento de estratégias para a conservação da biodiversidade. Além deste elemento, a definição de fragmentos prioritários para a conservação deve incluir o grau de isolamento, forma, nível de degradação e risco de perturbação.

O fator de forma é a relação entre área de um fragmento florestal e o seu perímetro. É um parâmetro útil para a análise da vulnerabilidade dos fragmentos quanto a perturbações, especialmente através do efeito de borda. Portanto, quanto maior o fator de forma, maior é o valor ambiental de um fragmento.

O grau de isolamento de um fragmento afeta o fluxo gênico entre os mesmos e a sustentabilidade de populações naturais. Os limites geográficos para a definição de estratégias conservacionistas devem considerar unidades da paisagem homogêneas quanto às características de fragmentação dos ecossistemas naturais.

Podem ser identificadas diversas estratégias para o aumento da conectividade entre os fragmentos, destacando-se o estabelecimento de corredores em matas ciliares e encostas, uma vez que já é previsto por lei. Quanto mais largos os corredores, maior será o grupo de taxa beneficiado.

O tipo da vizinhança também pode interferir na identificação do efeito de borda de fragmentos florestais. Em estudos realizados na região de Arapori, no Paraná, em 1996, concluiu-se que as áreas vizinhas à pastagem estavam sujeitas a um efeito de borda mais intenso, dado que a

área basal média apresentou um aumento significativo a partir da borda e a altura média e número de espécies se manteve sempre inferior às áreas cuja vizinhança era ocupada por reflorestamentos de espécies exóticas.

Segundo Viana (1995):

Os fragmentos florestais não existem num vazio humano, e sim apresentam uma profunda relação com a sociedade envolvente. Um dos fatores que melhor explica a estrutura e a dinâmica de fragmentos florestais é o histórico de perturbações, que é complexo e longo. Inicia-se com as populações ameríndias e suas práticas de manejo e incluem todas as atividades de extração vegetal e animal.

O processo de fragmentação florestal pode ser descrito como o resultado de um processo de tomada de decisão dos proprietários e trabalhadores rurais, com base nas suas percepções do ambiente físico e biológico, suas oportunidades e limites para o uso econômico; do contexto social, cultural e institucional e da tecnologia disponível para o manejo florestal e agrícola.

Segundo Sevegnani (2002):

As florestas que cobriam o Vale do Itajaí em Santa Catarina, das quais atualmente só restam poucas manchas significativas, integram o Bioma Mata Atlântica e pertencem principalmente à Floresta Ombrófila Densa. Em alguns pontos ainda podem ser encontrados núcleos isolados de Floresta Ombrófila Mista (com presença de araucárias) e em menor escala Estepe Ombrófila ou Campos Naturais.

Tais florestas apresentavam diferentes fisionomias influenciadas pelas condições geológicas, geomorfológicas, edáficas e climáticas, bem como pela vida que nelas habitava.

Segundo Sevegnani (2002), nas encostas com 30m até 400m de altitude, encontra-se a Floresta Ombrófila Densa Submontana, com árvores bem desenvolvidas sobre solos bem drenados e com boa fertilidade. Florestas ricas em epífitos, como as bromélias, orquídeas samambaias e

cipós. Nestas áreas as espécies arbóreas encontram condições especiais para se desenvolverem atingindo entre 25m e 35m de altura. Analisando-se o mapa de Hipsometria da sub-bacia do rio Benedito, verifica-se que este tipo de floresta encontra-se nas cotas 40-440 metros, caracterizada como baixo curso do rio Benedito.

Nas áreas com altitudes de 400m até 800m, encontra-se a Floresta Ombrófila Densa Montana, com árvores desenvolvidas sobre solos em geral rasos, bem drenados e com freqüentes e abruptas ondulações do terreno. Os fatores climáticos agem sobre as comunidades florestais imprimindo fisionomias espelhadas nas diferentes estruturas das populações vegetais. Analisando-se o mapa de Hipsometria da sub-bacia do rio Benedito, verifica-se que este tipo de floresta encontra-se nas cotas 441-820 metros, caracterizada como médio curso do rio Benedito.

Nas áreas mais altas do Vale do Itajaí, acima de 800m de altitude, encontram-se encraves da Floresta Ombrófila Mista (com ocorrência de araucária), característica da região do planalto. Ocorrem também zonas de transição entre Floresta Ombrófila Densa e as Estepes ou Campos Naturais, locais dominados por comunidades herbáceas onde predominam gramíneas, leguminosas e ciperáceas. No mapa de Hipsometria da sub-bacia do rio Benedito, verifica-se que o tipo de vegetação mencionado encontra-se nas cotas 821 - 1.040 metros, caracterizada como alto curso do rio Benedito.

Segundo Medeiros (2002):

A Floresta Ombrófila Mista compõe uma vegetação de ocorrência praticamente restrita à região Sul do Brasil, e hoje seus remanescentes, extremamente fragmentados, não perfazem 5% da área original segundo dados do MMA (2000), ou 3% segundo FUPEF (1978), dos quais irrisórios 0,7% poderiam ser considerados como áreas primitivas, as chamadas matas virgens.

Segundo Klein (1963, apud Medeiros, 2002), a Floresta Ombrófila Mista constitui um ecossistema regional complexo e variável abrigando muitas espécies endêmicas desta tipologia florestal. É uma floresta tipicamente dominada pela Araucária angustifolia, que responde por mais de 40% dos indivíduos arbóreos.

Na área de entorno da sub-bacia do rio Benedito, divisa entre os municípios de Santa Terezinha, Vitor Meireles e Itaiópolis, encontra-se uma série significativa de remanescentes florestais. São aproximadamente 40.000 hectares onde ocorre a transição entre a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista (Medeiros, 2002).

Ainda na área de entorno da sub-bacia do rio Benedito, encontra-se a ARIE da Serra da Abelha, no município de Vitor Meireles. Este remanescente florestal mostra-se como uma das poucas áreas da região onde a cobertura florestal apresenta poucos sinais de perturbação antrópica, estando muito próxima de uma condição original.

Além destas, tem-se ainda na serra da Moema, numa área que abriga a Reserva Indígena Duque de Caxias, no município de José Boiteux divisa com Doutor Pedrinho, outro importante remanescente florestal.

Especificamente no interior da sub-bacia do rio Benedito, tem-se como remanescentes florestais importantes, àqueles da Reserva Biológica Estadual do Sassafrás, situada nos municípios de Doutor Pedrinho (Gleba 1) e Benedito Novo (Gleba 2). Em uma topografia bastante acidentada, destaca-se a cobertura vegetal significativa, com pequenas porções em estágio inicial de regeneração. No contexto regional, os 5.043 hectares da REBIO Estadual do Sassafrás, figuram como um importante refúgio para a proteção da fauna e flora, constituindo valiosa reserva genética.

Para fins de realização do mapa de fragilidade ambiental, optou-se por associar os remanescentes florestais acima de 100 hectares atribuindo valor 2 para estas áreas, onde a construção de empreendimentos hidrelétricos fica condicionada à realização de estudos ambientais mais detalhados, e para as áreas de remanescentes florestais com menos de 100 hectares e outros usos do solo, onde não existe restrição, atribuiu-se valor 1, conforme Figura 3.



Figura 3. Área de remanescentes florestais.

### 5.2.3 – Corredores Ecológicos

De acordo com a Lei 9.985/00, artigo 2º, XIX, define-se Corredor Ecológico como a porção do sistema natural ou semi-natural, ligando Unidades de Conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.

As Unidades de Conservação, nos termos da Lei 9.985/00, devem possuir quando conveniente, corredores ecológicos, cuja ocupação e uso dos recursos deverão ser estabelecidos pelo órgão responsável pela administração da Unidade.

Na área objeto de estudo, não se identificou a institucionalização de corredores ecológicos, no entanto, da análise do mapa espacialização de Unidades de Conservação evidencia-se a existência de condições propícias para a criação de um corredor ecológico que faça a conectividade entre as duas glebas da Reserva Biológica do Sassafrás, situadas na mesma sub-bacia e a Reserva Indígena Duque de Caxias, situada na bacia contígua, na linha do divisor de águas que também faz a divisa dos municípios de Doutor Pedrinho e Ibirama.

Segundo Brito (2006), o método de seleção de área do Corredor Ecológico envolve determinados pontos dentre os quais cabe destacar: áreas com grupos de Unidades de Conservação, análise dos fragmentos (tamanho, diversidade, proximidade, com espécies ameaçadas) e áreas de remanescentes florestais contínuas.

A área de estudo insere-se dentro do Bioma da Floresta Atlântica, mais especificamente, na abrangência da Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista, em cujas áreas de floresta secundária em estágio avançado de regeneração, encontra-se uma grande variedade de espécies vegetais.

Segundo Sevegnani (2000), podemos encontrar nesta região as seguintes espécies: laranjeira do mato (*Sloanea guianensis*), canela preta (*Ocotea catharinensis*), canela sassafrás (*Ocotea odorífera*), canela broto (*Cryptocarya moschata*), guamirim-ferro (*Calypttranthes lúcida*), cedro (*cedrela fissilis*), peroba (*Aspidosperma parvifolium*), guamirim (*Gomidesia tijuensis*), bicuíba (*Virola bicuhyba*) palmitreiro (*Euterpe dulis*), araucária (*Araucaria angustifolia*), imbuia (*Ocotea porosa*), sassafrás (*Ocotea odorífera*), sapopema (*Sloanea lasiocoma*), canela amarela (*Nectandra lanceolata*), canela-fogo (*Cryptocaria aschersoniana*), erva mate (*Ilex paraguariensis*), tanheiro (*Alchornea triplinervia*), entre outros.

Dentre a fauna existente na região pode-se mencionar a Jaguaririca (*Leopardus pardalis mitis*), Gato-do-mato (*Leopardus tigrinus*), Leão-baio (*Puma concolor capricornensis*), Veado-bororó-do-Sul (*Mazama nana*), Rato-do-mato (*Wilfredomys oenax*), Socó-jararaca (*Tigrisoma fasciatum*), Pato-mergulhão (*Mergus octecetaceus*), Gavião-pombo-pequeno (*Leucopternis lacernulata*), entre outros.

Da leitura da Portaria IBAMA nº 1.522/89, é possível verificar que parte das espécies de flora e fauna existentes na região constam da lista de espécies ameaçadas de extinção, sendo que algumas delas necessitam de grandes áreas para a sua sobrevivência, o que justificaria a criação do corredor ecológico. Para a definição desse corredor ecológico utilizou-se como critério a distância de 2 Km a partir do divisor de águas da SBH do rio Benedito, no trecho que liga as duas glebas da Reserva Biológica Estadual do Sassafrás, por se tratar de uma área de remanescentes florestais contínua.

Para a realização do mapa de fragilidades ambientais optou-se por atribuir valor 2 para a área situada no interior do corredor ecológico, onde a construção de empreendimentos hidrelétricos fica condicionada a realização de estudos ambientais mais detalhados, e para as demais áreas onde não existe restrição atribui-se valor 1, conforme Figura 4.

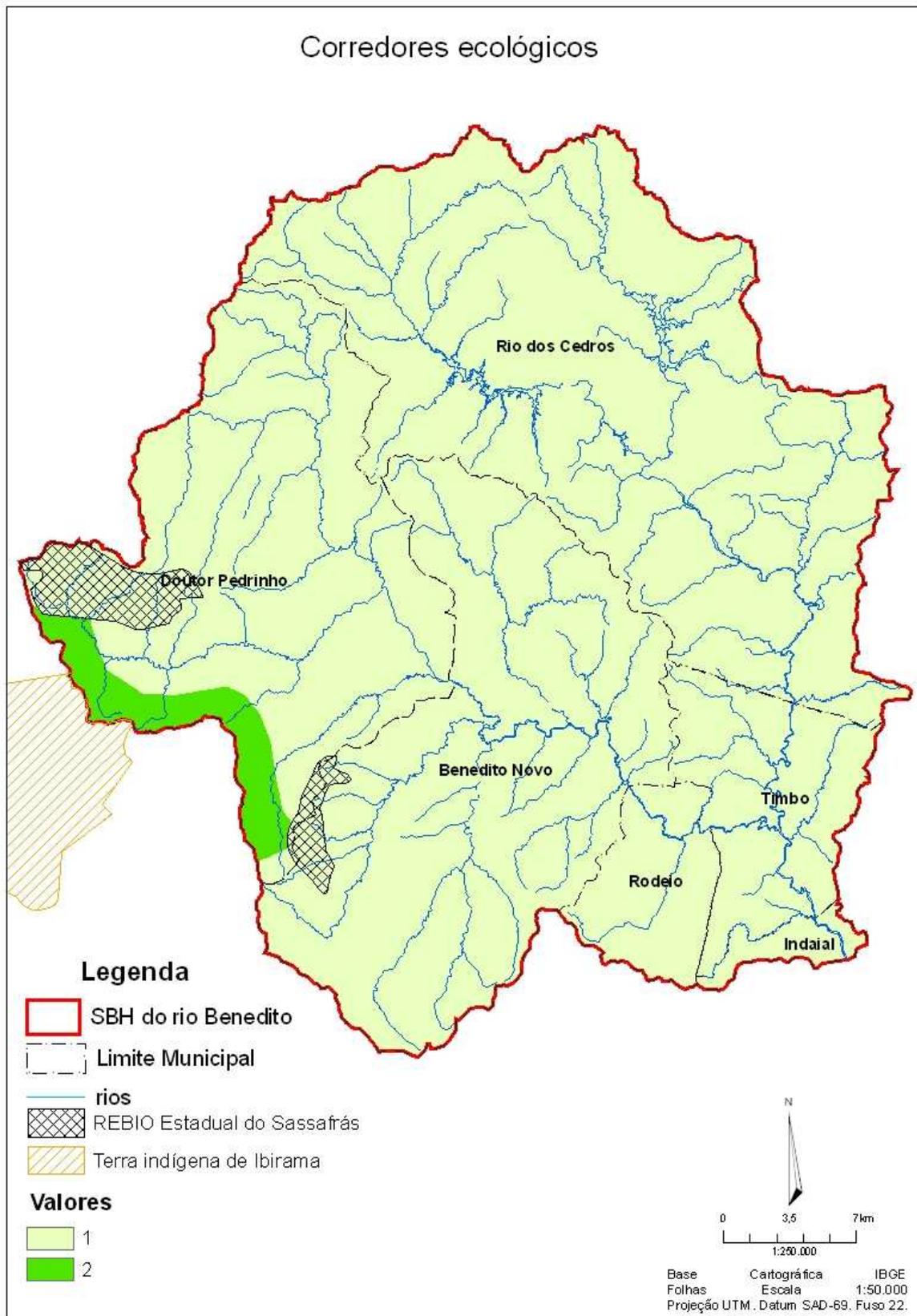


Figura 4. Corredores ecológicos.

#### 5.2.4. Classificação por diferentes habitats e a presença de matas ciliares.

São muitas as relações existentes entre os sistemas terrestres e aquáticos. As áreas ripárias apresentam importantes funções hidrológicas, ecológicas e limnológicas para a integridade biótica e abiótica do sistema.

Do ponto de vista da biologia de peixes, a mata ciliar possui as seguintes funções ecológicas: 1) proteção estrutural dos habitats; 2) regulação do fluxo e vazão de água; 3) abrigo e sombra; 4) manutenção da qualidade da água; 5) filtragem de substâncias que chegam ao rio; e 6) fornecimento de matéria orgânica e substrato de fixação de algas e perífiton.

Os cursos de água de cabeceiras são riachos pequenos e frágeis, onde a cobertura vegetal das margens é de extrema importância para a sua preservação, pois evita a erosão dos solos adjacentes, impedindo a sedimentação ou assoreamento do leito do rio.

O assoreamento provoca também o rebaixamento do lençol freático e a diminuição da quantidade de água que brota nos mananciais, trazendo como consequência à diminuição na vazão de água, principalmente nas porções superiores das bacias hidrográficas. Efeito dessa diminuição tem sido observado no Estado de São Paulo, inviabilizando inclusive diversas Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH (RODRIGUES & LEITÃO FILHO, 2000).

A mata ciliar e seu sistema radicular impedem o rápido escoamento superficial, reduzindo significativamente os efeitos que as inundações provocam nos sistemas aquáticos e contribuem para a retenção do solo e a preservação das margens dos rios e riachos. A queda de galhos e troncos de árvores e seu acúmulo em diferentes pontos dos riachos e ribeirões, dificulta o fluxo da água e provoca represamentos parciais, onde são formados poças, remansos e lagos marginais, condicionantes favoráveis para abrigar diferentes espécies de peixes (RODRIGUES & LEITÃO FILHO, 2000).

Barrella et al. (1994, apud, RODRIGUES & LEITÃO FILHO, 2000), verificaram diferenças morfológicas e comportamentais entre ictiofaunas de rios que apresentam diferentes graus de impactação e desmatamento. No rio melhor preservado, há uma comunidade de peixes com elevado grau de especialização morfológica, referente ao comportamento alimentar e atividade natatória, enquanto que em rios que possuem sua mata ciliar menos preservada ocorre a predominância de espécies generalistas.

Segundo Rodríguez & Leitão Filho (2000), o fornecimento de matéria orgânica proveniente da mata ciliar diminui a pressão de competição e predação da comunidade.

Numa relação mais direta, pode-se observar a utilização de frutos, folhas e flores como alimento de várias espécies de peixes. Além disto, toda a matéria orgânica de origem terrestre que entra no sistema aquático será decomposta e servirá como fonte de nutrientes para muitos tipos de organismos, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e da produtividade total do sistema.

Wellcome (1995, apud, RODRIGUES & LEITÃO FILHO, 2000), verificou que a queda das folhas das árvores da vegetação ciliar fornece uma das maiores fontes nutricionais para as comunidades aquáticas, principalmente nos trechos superiores dos rios, onde a produtividade primária é relativamente baixa devido ao alto grau de sombreamento exercido pela mata ciliar. Assim, as cadeias tróficas nos trechos superiores, tem origem no material alóctone derivado deste tipo de mata, visto que as condições ambientais limitam a produtividade primária do sistema aquático.

Lowe-McConnel (1987, apud, RODRIGUES & LEITÃO FILHO, 2000), também observou que os rios margeados por vegetação nativa fornecem grande variedade de itens alimentares, principalmente insetos e vegetais superiores. Estes itens são de grande importância na sobrevivência e na etologia de peixes tropicais de água doce.

Segundo Rodríguez & Leitão Filho (2000), a retirada da vegetação das margens dos rios é prejudicial não apenas devido ao assoreamento causado pela erosão do solo adjacente. As águas das chuvas arrastam material em suspensão, que irá interferir na qualidade da água do corpo receptor, pois as primeiras águas das chuvas torrenciais contém grandes cargas de detritos (animais, vegetais e humanos), além de poluentes tais como inseticidas e fungicidas, muitos dos quais causam mortandades de peixes.

Em virtude da importância da mata ciliar para a manutenção do equilíbrio ecológico, em especial dos sistemas aquáticos, a legislação ambiental brasileira lhe confere proteção jurídica específica. A mata ciliar é espécie do gênero Área de Preservação Permanente – APP, espaço territorial especialmente protegido, instituído pela Lei nº 4.771/65 (Código Florestal). Nos termos da referida Lei, define-se Área de Preservação Permanente como a área protegida nos termos dos artigos 2º e 3º do Código Florestal, coberta ou não por vegetação nativa com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

De acordo com Paulo Affonso Leme Machado (2006), a APP não é um favor da Lei, é um ato de inteligência social e é de fácil adaptação às condições ambientais.

Com o objetivo de garantir a efetividade das normas de Direito Material relacionadas às APPs, o legislador ordinário quando da elaboração da Lei de Crimes Ambientais ( Lei 9.605/98), estabeleceu nos artigos 38, 39 e 44, tipos penais específicos para coibir a degradação destas áreas, relevantes sob o ponto de vista legal.

Da análise do uso do solo nas áreas de APP (realizado em escala 1:50.000) ao longo dos cursos da água da SBH do rio Benedito, verifica-se que nos rios de primeira, segunda e terceira ordem há um predomínio de floresta, capoeira e capoeirinha. Já nos rios de sexta e sétima

ordem, com declividade variando de 0° a 5° prevalecem as atividades de rizicultura e áreas urbanas.

Para fins de realização do mapa de fragilidade ambiental, optou-se por privilegiar a proteção dos cursos de água de cabeceiras (primeira, segunda e terceira ordem), onde a vegetação tem maior contato com os sistemas aquáticos e, portanto, exerce maior influência na manutenção da integridade biótica e abiótica desses sistemas, denominando-se nestes trechos área de exclusão, portanto, consideradas zonas de exclusão de empreendimentos hidrelétricos.

Já nos cursos de água enquadrados como de quarta e quinta ordem verifica-se uma mescla de áreas de mata ciliar bem conservadas e áreas com diferentes tipos de uso, levando a atribuição de valor 3, onde a construção de empreendimentos hidrelétricos fica condicionada a realização de estudos ambientais mais detalhados, visto a fragilidade ambiental ainda ser alta.

Quanto aos cursos de água enquadrados como de sexta e sétima ordem, atribuiu-se valor 2, onde não existe restrição, não porque a vegetação ciliar seja menos importante nestas áreas, mas em razão da implantação de um novo equilíbrio dinâmico e delicado, oriundo do intenso processo de antropização que ali se instaurou.

Nas demais áreas da SBH do rio Benedito, foi atribuído valor 1, pois não estão enquadradas nos cursos de água, e portanto, não existe restrição, conforme pode ser visto na Figura 5.

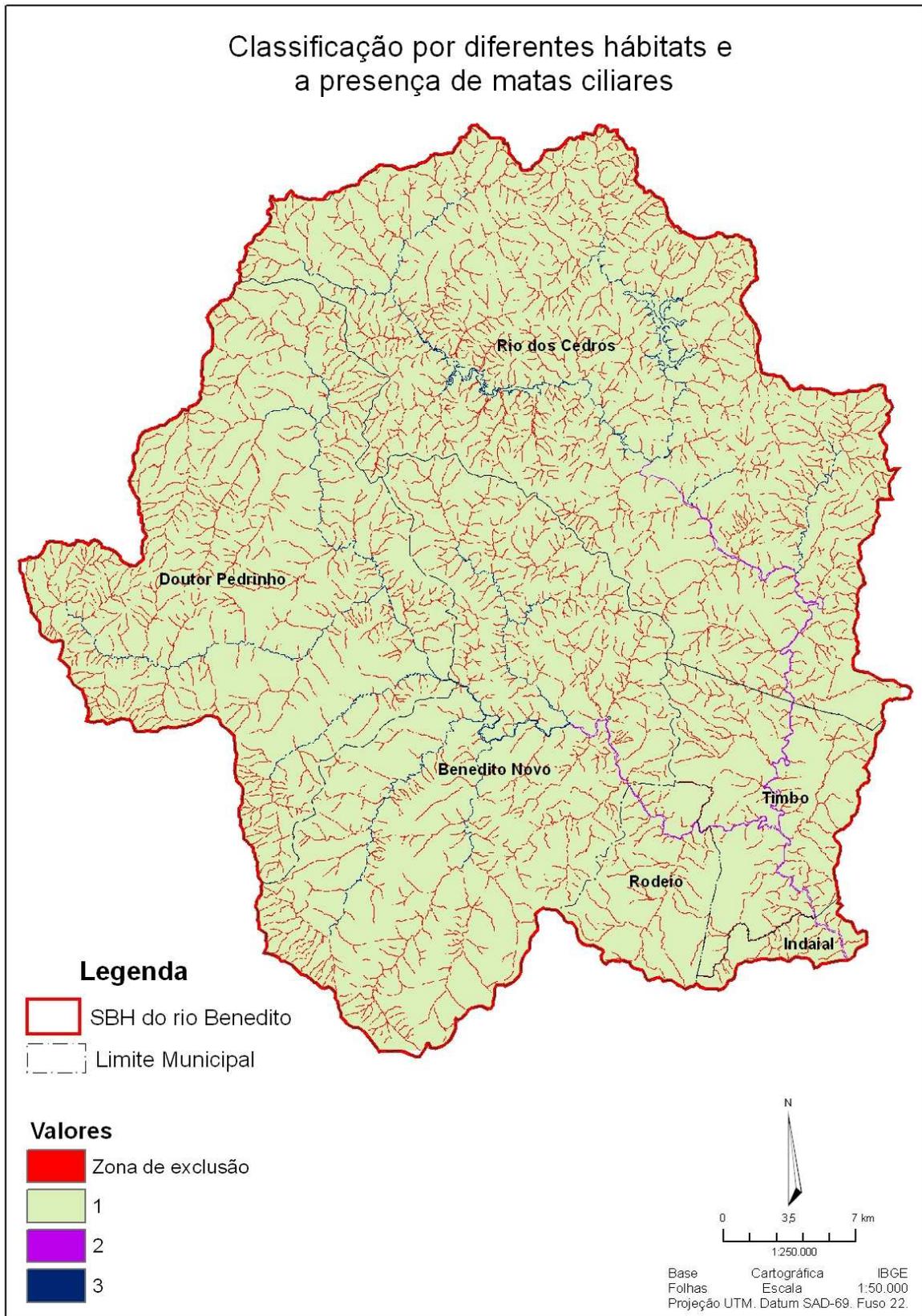


Figura 5. Classificação do rio por diferentes habitats e a presença de matas ciliares.

### 5.2.5 - Conservação sem barragens de rios representativos.

De acordo com os estudos elaborados pela FEPAM (2001), para o estabelecimento de diretrizes regionais para o licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos na bacia do Taquari Antas – RS, verificou-se que para a conservação da biota aquática da bacia hidrográfica, seria importante conservar pelo menos um rio nas bacias de planalto e nas bacias de encostas, com o objetivo de assegurar amostras dos regimes hidrológicos distintos e prováveis diferenças ecológicas em termos de hábitat para peixes.

Segundo Acot (1990), é a partir do final da primeira metade do século XX, com a fundação da ecologia de ecossistemas, que começam a surgir estudos para fundamentar uma valoração ecológica de rios, reconhecendo-se serviços prestados por eles.

Segundo Vannote et al., (1980), a tentativa de construção de uma teoria ecossistêmica de rios somente viria com a Hipótese do Rio Contínuo na década de oitenta, que previa um ajuste gradual dos seres vivos e dos processos ecossistêmicos de acordo com a perspectiva de mudanças graduais nas propriedades hidrológicas e geomorfológicas.

Bretschko (1995), reconhecendo as limitações da hipótese do rio contínuo, propõe a incorporação da dinâmica de manchas, oriunda da Ecologia de Paisagens, para uma atualização da hipótese do rio contínuo, surgindo a Hipótese do rio descontínuo, que aborda a heterogeneidade manifestada na distribuição não uniforme das manchas de hábitats, em escalas de metros para quilômetros. Nesta visão, a heterogeneidade espacial é manifestada no mosaico de manchas de hábitats ao longo do rio e a heterogeneidade temporal é a resposta do sistema para o regime de perturbações.

O reconhecimento desta heterogeneidade tem levado ao desenvolvimento da hipótese da dinâmica de rede, ou seja, leva à proposição de previsões que podem ser testadas sobre como os

arranjos de tributários em uma rede de drenagem interna interagem com processos estocásticos da bacia hidrográfica para influenciar os padrões espaço-temporais da heterogeneidade dos habitats.

Segundo Benda et al. (2002), analisando as três principais ciências que abordam os modelos conceituais de rios (a hidrologia de águas superficiais, a geomorfologia e a ecologia de rios), é possível diagnosticar que a hidrologia necessita de menor quantidade de parâmetros, estando mais desenvolvida na construção de modelos quantitativos. A geomorfologia necessita de um número maior de parâmetros, sendo limitada por relativamente inacuradas metodologias quantitativas e forçada a fazer previsões qualitativas. Já a ecologia de rios utilizaria um número ainda maior de parâmetros, estando limitada a previsões qualitativas e modelos conceituais.

Apesar da imensa rede hídrica sul-americana, bem como do Brasil, poucos são os estudos (HARO et al., 1991; SABINO & ZUANON, 1998; MISERENDINO, 2001) que tratam da diversidade, composição e abundância da comunidade aquática, considerando-se as dimensões longitudinal, lateral, vertical e temporal dos cursos da água. Mais escassos ainda, são aqueles trabalhos dedicados aos riachos localizados na Floresta Pluvial Atlântica (SABINO & CASTRO, 1990; UIEDA et. al., 2001; MAZZONI & LOBÓN-CERVIÁ, 2000).

Segundo Becker e Guadagnim (2001), existe uma forte variação de tipos e quantidade de habitat entre rios de tamanhos diferentes, mesmo quando localizados dentro da mesma região. Rios de diferentes tamanhos representam diferentes habitats para peixes devido à correlação de tamanho com vazão, profundidade, disponibilidade de refúgios, tipos e quantidades relativas de meso e microhabitats. Em consequência, em diferentes tamanhos de rios espera-se encontrar diferenças na composição de riqueza de espécies, estrutura trófica e abundância de indivíduos, ou seja, quanto maior o número de ordens que constituem determinado rio presume-se a existência de um ecossistema aquático mais complexo e diversificado, portanto, suscetível de maior proteção pela sua importância ecológica.

Em virtude do exposto, verifica-se a importância de se manter sem barragens um rio representativo de curso baixo, médio e alto na SBH do rio Benedito, tendo por objetivo, possibilitar o desenvolvimento de estudos de longa duração e em situações de contraste do estado de conservação dos sistemas aquáticos, permitir comparações e o estabelecimento de padrões de resposta destes ambientes às alterações impostas. Neste estudo foi possível identificar as diferentes ordens dos rios que compõem o sistema hidrográfico da bacia do Benedito. No entanto, não foi possível identificar quais destes rios poderiam ser escolhidos como representativos, ante a impossibilidade de se reunir equipe técnica multidisciplinar que fizesse tal seleção, por este motivo, não foi elaborado o mapa de fragilidade relativo a este critério.

5.2.6 – Identificação e localização de zonas urbanas e núcleos populacionais distribuídos no meio rural.

Zona urbana é a área de um município caracterizada pela edificação contínua e a existência de equipamentos sociais destinados às funções urbanas básicas, como habitação, trabalho, recreação e circulação.

No Brasil a Lei Nº 5.172/66 (Código Tributário Nacional), alterada pela Lei Complementar nº 118/05, em seu artigo 32, §1º, estabelece que zona urbana é aquela definida em Lei municipal; observado o requisito mínimo da existência de melhoramentos indicados em pelo menos dois dos incisos seguintes, construídos ou mantidos pelo poder público: I ) meio fio ou calçamento, com canalização de águas pluviais; II ) abastecimento de água; III ) sistema de esgotos sanitários; IV ) rede de iluminação pública, com ou sem posteamento para distribuição domiciliar; V ) escola primária ou posto de saúde a uma distância máxima de três quilômetros do local considerado.

A legislação municipal pode ainda considerar urbanas as áreas urbanizáveis, ou de expansão urbana, constante de loteamentos aprovados pelos órgãos competentes, destinados à

habitação, à indústria ou ao comércio, mesmo que localizados fora das zonas definidas nesses termos.

Observando o mapa 04 (anexo D), que mostra as zonas urbanas e os pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural na SBH do rio Benedito, percebe-se que a ocupação humana ocorre preferencialmente nas proximidades dos cursos d'água, com a existência de uma expressiva zona urbana nos municípios de Timbó e Indaial (parte que integra a sub-bacia) e zonas urbanas menores mesclando-se com núcleos populacionais rurais nos demais municípios da sub-bacia.

Segundo Cruz; Silveira e Cruz (2005):

A localização geográfica de sedes municipais e de localidades rurais constitui-se em uma das possíveis restrições para o posicionamento e desenvolvimento de barramentos. De forma a contemplar possíveis expansões, devem ser adotadas “áreas de exclusão” no entorno dos pontos de localização de áreas urbanizadas. Para as sedes municipais, pode-se adotar uma “área de exclusão” delimitada por uma distância de 2,5 Km no entorno da sede, contada a partir do limite da zona urbana do município. Para localidades rurais, a distância mínima pode ser estabelecida em 500 metros, contados a partir do ponto de localização do núcleo indicado no mapa. Esta distância pode ser avaliada para diferentes realidades regionais, utilizando-se de imagens de satélite e levantamentos aerofotogramétricos e o conhecimento dos membros da equipe técnica.

Para fins da realização do mapa de fragilidades da SBH do rio Benedito, denominou-se área de exclusão para as áreas urbanas e núcleos populacionais distribuídos no meio rural, sendo consideradas zonas de exclusão de empreendimentos hidrelétricos. Atribuiu-se valor 2 para o entorno das áreas urbanizadas, num raio de 2,5 Km para sedes municipais e 500m para os núcleos populacionais distribuídos no meio rural, onde deverão ser realizados estudos ambientais mais detalhados. Para as áreas onde não existe restrição atribui-se valor 1, conforme Figura 6.

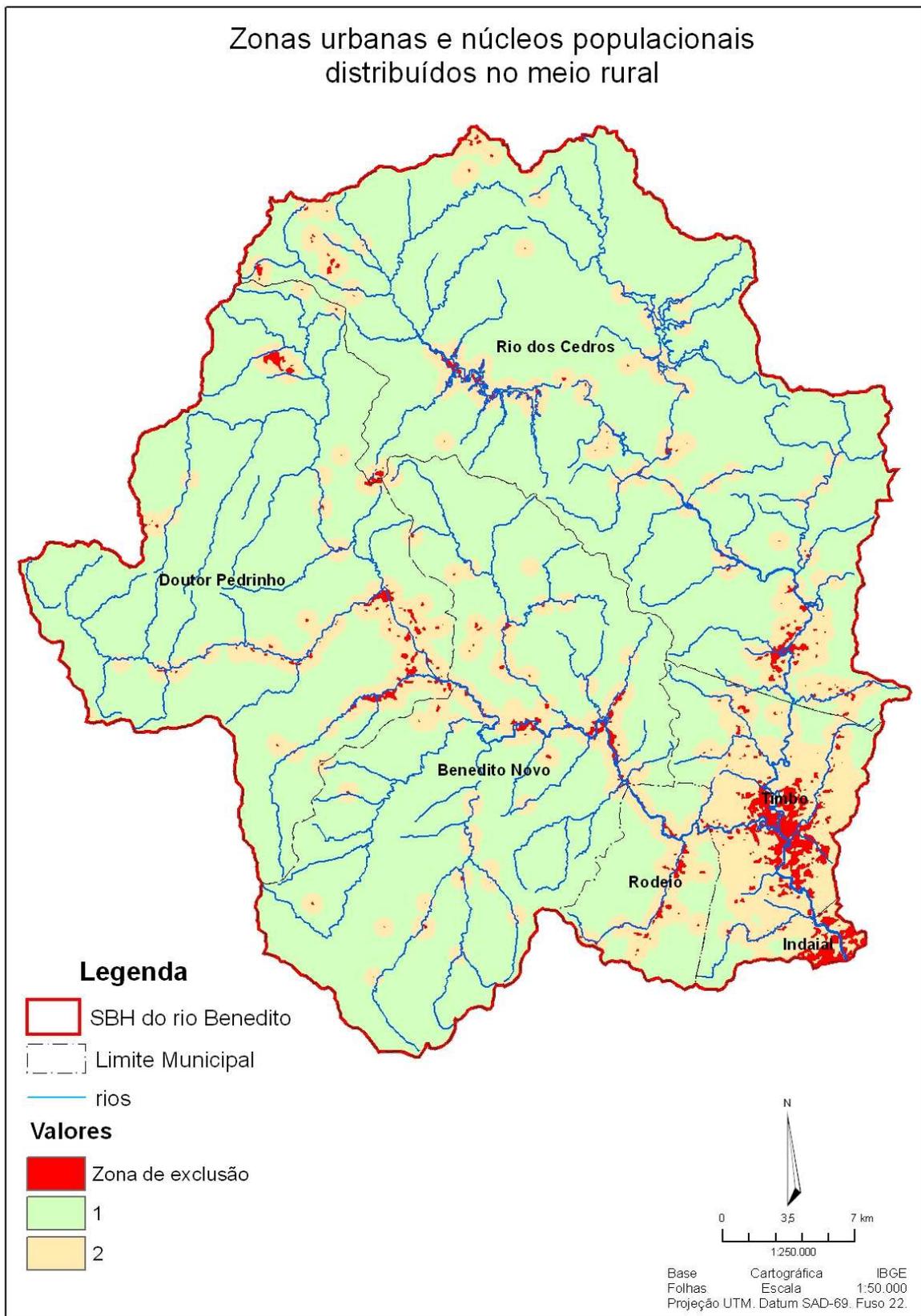


Figura 6. Identificação e localização de zonas urbanas e núcleos populacionais distribuídos no meio rural.

### 5.2.7 - Mapeamento das pontes existentes

Segundo o Inventário Hidrelétrico da ELETROBRÁS de 1997, torna-se imprescindível para a realização de estudos de uma determinada área, que se efetue o Levantamento dos Equipamentos de Infra-estrutura na área de influência direta do empreendimento para a efetiva comprovação da viabilidade técnica e econômica.

O levantamento dos equipamentos de infra-estrutura, que tem por objetivo a caracterização dos elementos e equipamentos que sofrerão impactos diretos, que serão inundados ou relocados em função da implantação do empreendimento, serve também como base para a identificação dos impactos e a quantificação dos respectivos custos de recomposição. Tal levantamento contempla, informações sobre: sistema de distribuição de energia; malha viária atingida, incluindo estradas secundárias e vicinais; sistemas de transposição (viadutos, pontes, balsas, atracadouros); estruturas produtivas; equipamentos de serviços públicos (estações de tratamento de água e esgoto, depósito de resíduos sólidos); sistemas de comunicações; entre outros.

Dentre estas informações interessa ao presente estudo, aquelas relacionadas aos sistemas de transposição, especificamente as pontes. Por se tratarem de pontos fixos de referência, é possível a partir delas, determinar um perímetro gradativo de restrição, objetivando a proteção desta obra de infra-estrutura em relação ao empreendimento proposto.

Segundo Cruz, Silveira e Cruz (2005), a localização de pontes para a travessia de cursos de água se constitui em restrição para implantação de reservatórios. Pode-se adotar como critério geral, a não interferência destes sistemas nas pontes existentes em rodovias federais e estaduais mapeadas em sistemas de informação geográfica disponível. A área de exclusão para a implantação de barragens pode ser definida como um trecho de 2 Km de comprimento do curso de água atravessado, contados a partir do ponto de travessia para jusante. Esse trecho recebe notas

que venham evitar a construção de futuros barramentos. Os demais trechos recebem peso menor possibilitando sob este critério a implantação destes empreendimentos. A proposição desta distância leva em consideração a declividade média dos leitos dos rios, de forma que cada região terá seus próprios valores.

No estudo efetuado por Cruz, Silveira e Cruz (2005), para a parte Norte do Rio Grande do Sul, cujo objetivo principal era a irrigação, ficou estabelecido a princípio, que a seleção dos eixos de barramento ficasse restrita a áreas de planaltos, com coxilhas suavemente onduladas, localizadas nos trechos iniciais dos rios e arroios. Esta conformação orientou a definição de uma distância em relação às pontes, de 2 Km de comprimento do curso de água atravessado, contados a partir do ponto de travessia para jusante.

Partindo da variável de declividade e do objetivo principal do barramento, optou-se no caso da sub-bacia do rio Benedito, propor duas alternativas para a confecção do mapa de fragilidade em relação às pontes existentes: 1) barramentos para geração de energia elétrica em áreas com declividade entre  $0^\circ$  e  $15^\circ$  definiu-se adotar uma distância de 2 Km a jusante do ponto de travessia; e, 2) barramentos para geração de energia elétrica em áreas com declividade  $> 15^\circ$  definiu-se adotar uma distância de 200 metros do ponto de travessia; sendo que ambos receberam valor 2, pois deverão ser realizados estudos ambientais mais detalhados previamente à realização de empreendimentos hidrelétricos nestes locais. Para as demais áreas onde não existe a exigência de estudos mais detalhados e nem restrição definiu-se o valor 1, conforme Figura 7.

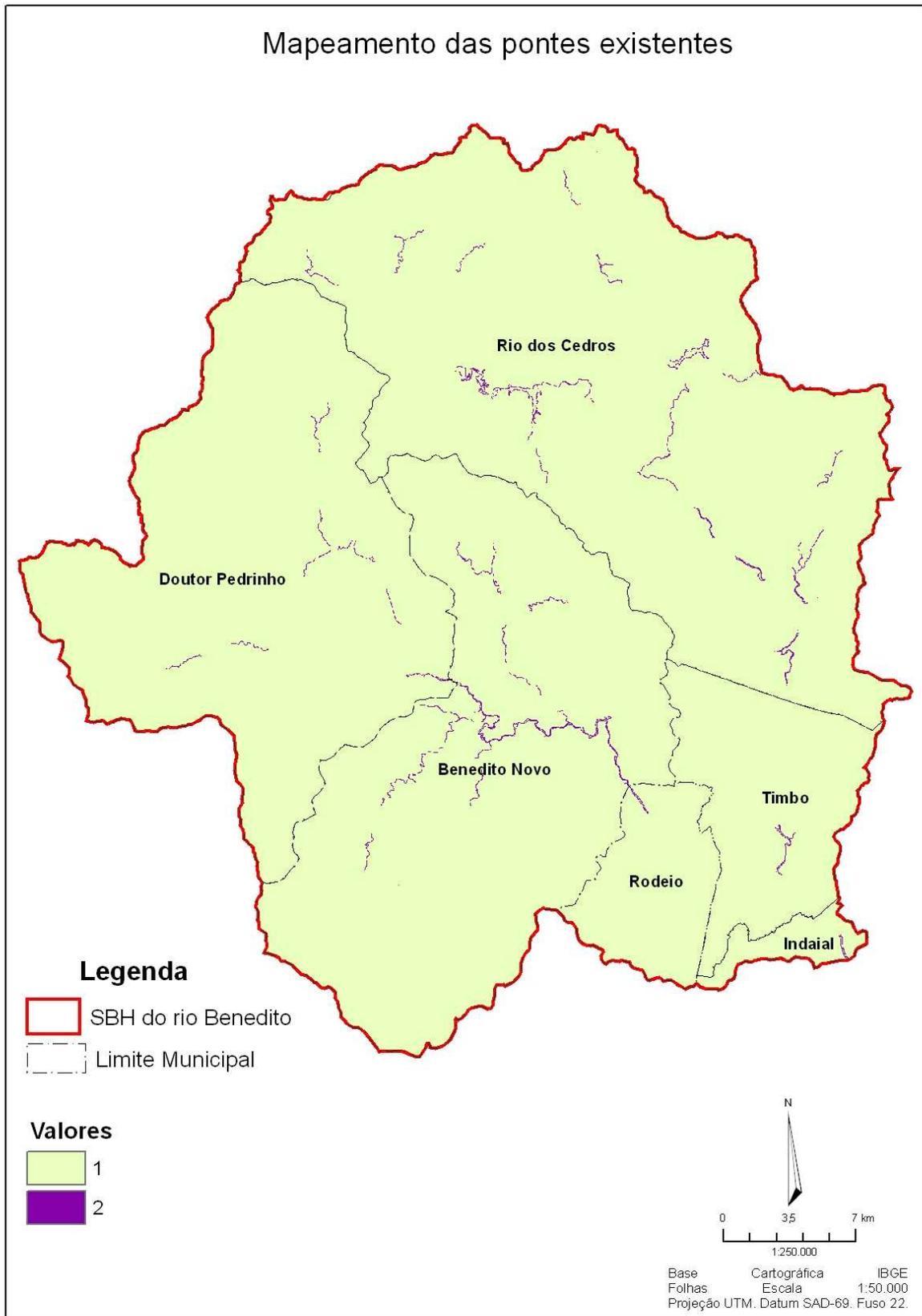


Figura 7. Mapeamento das pontes existentes.

### 5.2.8 - Áreas de interesse turístico e paisagístico.

Segundo a Lei 6.513/77, em seu artigo 1º, consideram-se de interesse turístico as Áreas Especiais e os Locais instituídos na forma da presente Lei, os bens de valor cultural e natural, protegidos por legislação específica e especialmente: I) os bens de valor histórico, artístico, arqueológico ou pré-histórico; II) as reservas e estações ecológicas; III) as áreas destinadas à proteção dos recursos naturais renováveis; IV) as manifestações culturais ou etnológicas e os locais onde ocorram; V) as paisagens notáveis; VI) as localidades e os acidentes naturais adequados ao repouso e a prática de atividades recreativas, desportivas e ou de lazer; VII) as fontes hidrominerais aproveitáveis; VIII) as localidades que apresentem condições climáticas especiais; e, IX) outros que venham a ser definidos, na forma desta Lei.

Em seu artigo 2º, detalha e denomina como poderão ser instituídas estas áreas, enquanto que no artigo 3º, conceitua as Áreas Especiais de Interesse Turístico, como sendo trechos contínuos do território nacional, inclusive suas águas territoriais, a serem preservados e valorizados no sentido cultural e natural, e destinados à realização de planos e projetos de desenvolvimento turístico. No artigo 4º, evidencia que os Locais de Interesse Turístico são trechos do território nacional, compreendidos ou não em Áreas Especiais, destinados por sua adequação ao desenvolvimento de atividades turísticas, e à realização de projetos específicos, compreendendo bens não sujeitos a regime específico de proteção e os respectivos entornos de proteção e ambientação.

Segundo o Artigo 21 da Lei 6.513/77, poderão ser instituídas Áreas Especiais de Interesse Turístico e Locais de Interesse Turístico, complementarmente, a nível estadual, metropolitano ou municipal, nos termos da legislação própria, observadas as diretrizes fixadas na presente Lei.

Na sub-bacia do rio Benedito, foi possível identificar a presença de Zonas de Interesse Ambiental e Turístico (ZIAT) nos municípios de Rio dos Cedros, Timbó e Benedito Novo.

De acordo com a Lei Complementar Municipal nº 109/2006, que instituiu o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município de Rio do Cedros, em seu artigo 37, verifica-se que foram criadas duas Áreas de Interesse Turístico: 1) Área Especial de Interesse Turístico e Ambiental do Pinhal (AEITA – Pinhal); 2) Área Especial de Interesse Turístico e Ambiental do Rio Bonito ( AEITA - Rio Bonito). A Criação destas áreas tem por objetivo: I) Controlar a ocupação e o adensamento construtivo e populacional destas áreas; II) Disponibilizar áreas para atividades de lazer, recreação e para equipamentos sociais; III) Promover o uso controlado do solo de forma compatível com a proteção do meio ambiente, em especial dos recursos hídricos; IV) Incentivar a implantação de chácaras de lazer e atividades turísticas.

As AEITAS mencionadas acima, correspondem às áreas de contribuição das barragens do Pinhal e do Rio Bonito. De acordo com o referido Plano Diretor, artigo 49 parágrafo único, tais áreas serão objeto de estudo ambiental específico o qual, definirá parâmetros de uso e ocupação de acordo com a capacidade de suporte das mesmas.

De acordo com o plano Diretor do município de Timbó, foi identificado a Zona de Interesse Turístico, formada pelos morros Arapongas e Azul, com potencial turístico, desde que desenvolvido de maneira sustentável, garantindo a preservação das características naturais e do patrimônio natural.

De acordo com a Lei Complementar nº 48/2006, que instituiu o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável de Benedito Novo, artigos 29 e 30 foi identificada a existência de Zonas de Interesse Ambiental e Turístico (ZIAT), no município tendo por objetivos: I) controlar a ocupação e o adensamento construtivo e populacional dessas áreas; II disponibilizar áreas para atividades turísticas, de lazer, recreação e para equipamentos urbanos e sociais; III) promover o

uso controlado do solo em áreas rurais compatibilizando-as com a proteção do meio ambiente; IV) incentivar a implantação de chácaras de lazer e de atividades turísticas; e V) permitir atividades agrícolas de baixa intensidade, em especial, a agricultura familiar.

As ZIATs são áreas que devido a sua localização e pelos seus atributos naturais devem ser destinadas preferencialmente ao uso turístico, incentivando sempre que possível o turismo ecológico de baixo impacto.

Pela leitura das normas municipais expostas evidenciou-se o interesse do poder público em proteger determinadas áreas do município com forte potencial turístico. Por si só, a criação destas áreas a princípio, não é um impeditivo legal para a implantação de empreendimentos hidrelétricos, mas apenas uma condicionante que deverá ser levada em consideração quando da realização dos estudos ambientais para fins de licenciamento, por isso definiu-se valor 2 para estas áreas. Esta condicionante tem por objetivo compatibilizar o empreendimento com a vocação turística da área, de forma que deverá ser contemplada quando da elaboração do Termo de Referência dos Estudos Ambientais. Para as demais áreas onde não existe esta condicionante, definiu-se o valor 1, conforme Figura 8.

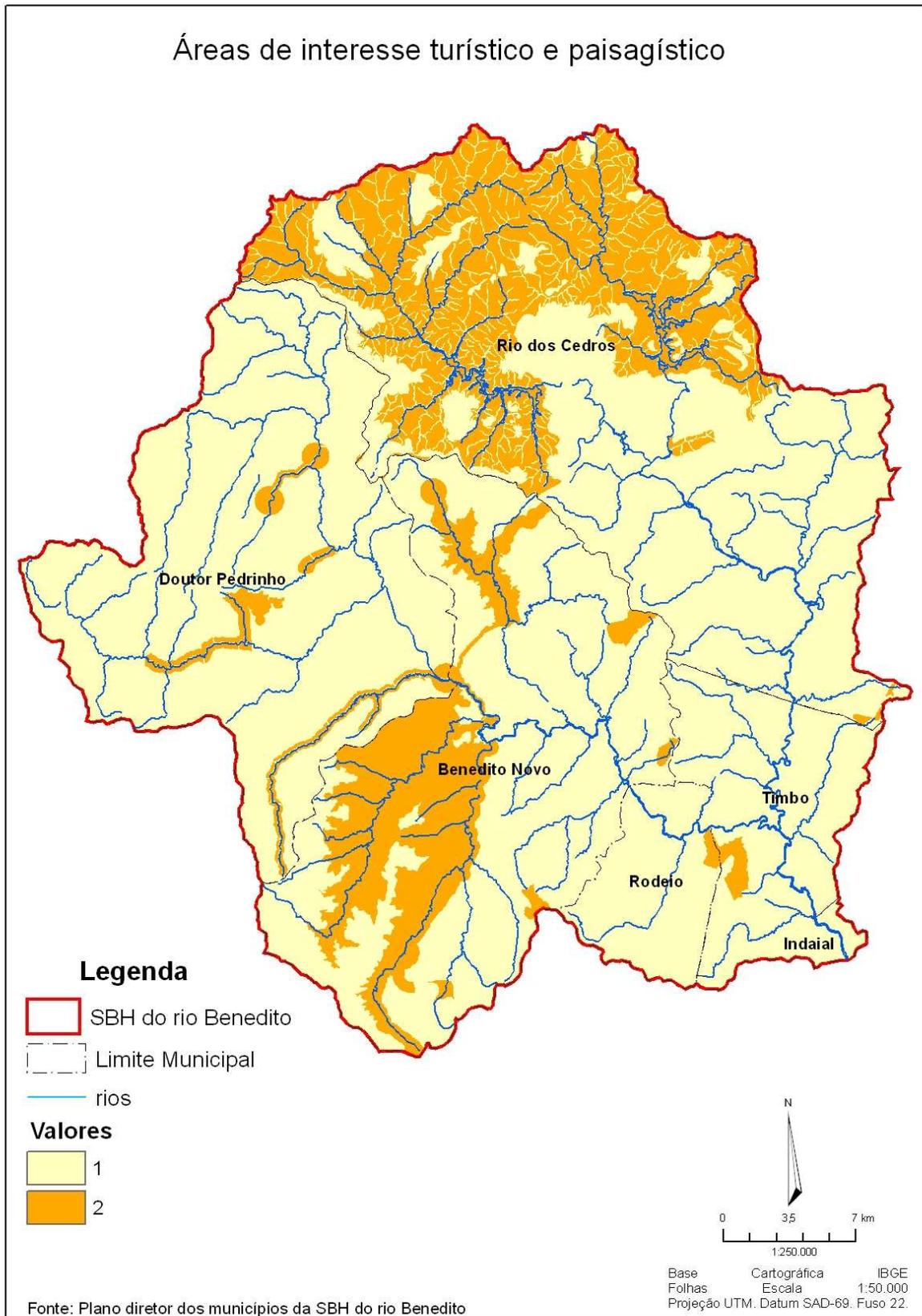


Figura 8. Áreas de interesse turístico e paisagístico.

### 5.2.9 - Parâmetros de Qualidade da Água.

A qualidade da água pode ser representada por diversos parâmetros que traduzem as principais características físicas, químicas e biológicas. As características desejáveis da água dependem do uso que dela será feito.

Segundo Pinheiro (2004), as características físicas estão relacionadas, principalmente, com o aspecto estético da água. Nelas se incluem a cor, a turbidez, o sabor e o odor. As análises químicas determinam tais características de modo mais preciso. Uma série extensa de parâmetros pode ser analisada, tais como pH, dureza, alcalinidade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), fenóis e compostos tóxicos (metais pesados e pesticidas). As características biológicas da água são usualmente determinadas por indicadores da presença de matéria fecal. As bactérias utilizadas como indicadores são os coliformes.

A avaliação da qualidade da água tem por objetivo agrupar um grande número de informações em uma forma que possibilite pronta interpretação e reconhecimento das tendências ao longo do tempo e do espaço. Segundo Bollman & Marques (2000, apud Pinheiro, 2004), os indicadores da variação da qualidade da água são considerados uma aproximação válida das alterações ambientais.

Para Walker e outros (1996, apud Pinheiro, 2004), os indicadores ambientais são conceitualmente similares aos indicadores econômicos que todos os dias aparecem na imprensa. Um programa de monitoramento baseado em poucos indicadores representativos oferece um caminho rápido e de baixo custo para a identificação de tendências das condições dos recursos naturais.

Na área de estudo, os dados disponíveis sobre qualidade de água foram extraídos do “Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí: fase A – Diagnóstico e

Prognóstico” (Comitê do Itajaí, 2006), que se baseou nos estudos de Locatelli (2003), Pinheiro (2002) e Ortiz (2003). Dentre estes dados foi possível identificar apenas um parâmetro para cada uma das características da água: físico, químico e biológico.

O mapa 7 (anexo G) apresenta o parâmetro DBO. Nos pontos de coleta da sub-bacia estudada, as análises de água demonstraram que este parâmetro encontra-se dentro dos padrões de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, nos três pontos situados a montante da cidade de Timbó, não atendendo aos padrões desta resolução somente no ponto situado a jusante dessa cidade.

O mapa 8 (anexo H) apresenta o parâmetro de Turbidez. Nos pontos de coleta da sub-bacia estudada, as análises de água demonstraram que este parâmetro encontra-se dentro dos padrões de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05.

O mapa 9 (anexo I) apresenta o parâmetro de Coliformes Fecais. Na sub-bacia estudada, as análises de água demonstraram que este parâmetro encontra-se fora dos padrões de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05 em todos os pontos de coleta.

Assim, para fins de realização do mapa de fragilidade ambiental definiu-se aplicar valor 2 nos pontos onde o parâmetro de qualidade de água medido não atende ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, enquanto que nos pontos onde o parâmetro de qualidade de água medido atende ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 o valor é 1, conforme Figuras 9,10 e 11.

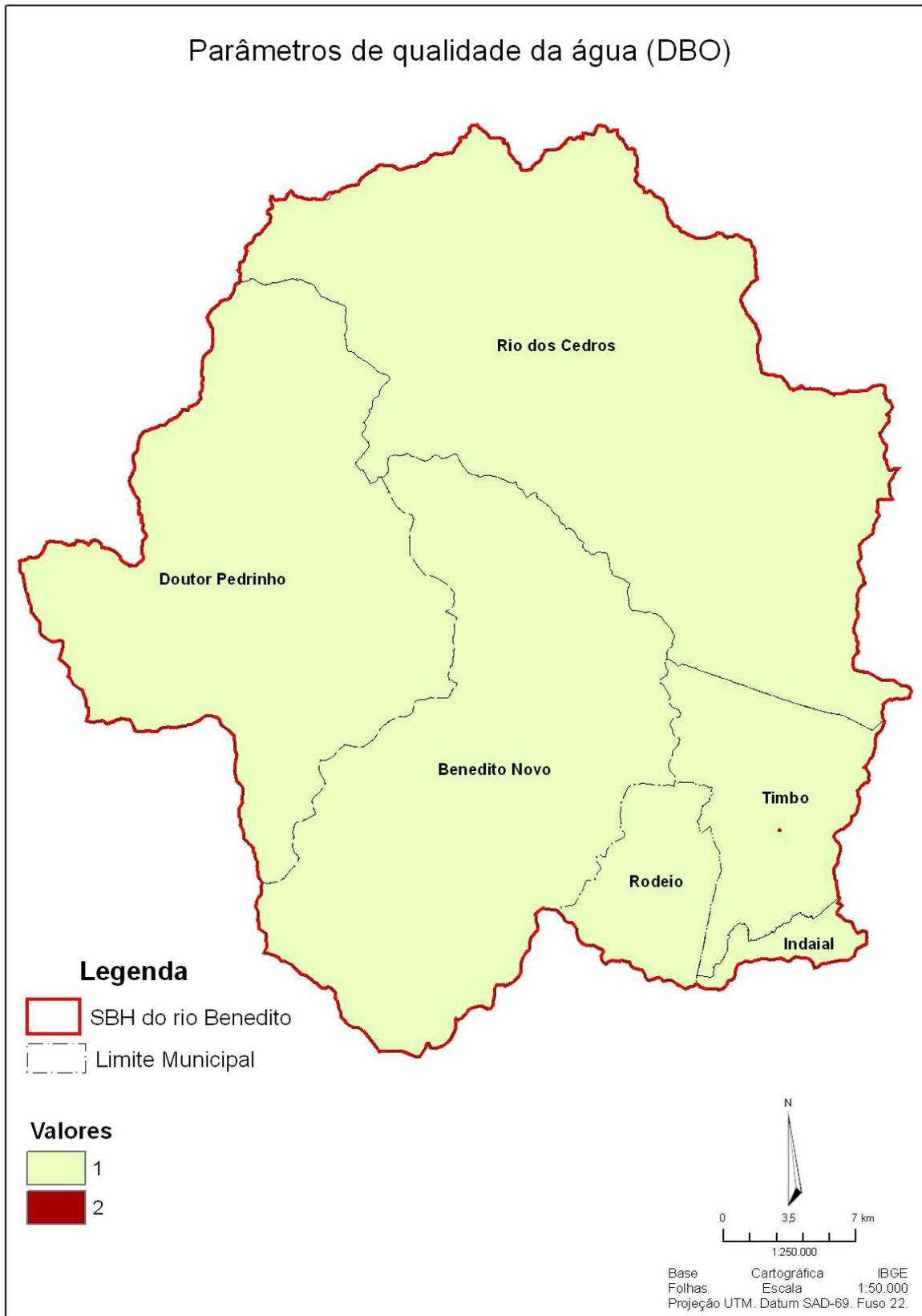


Figura 9. Parâmetros de qualidade da água (DBO)

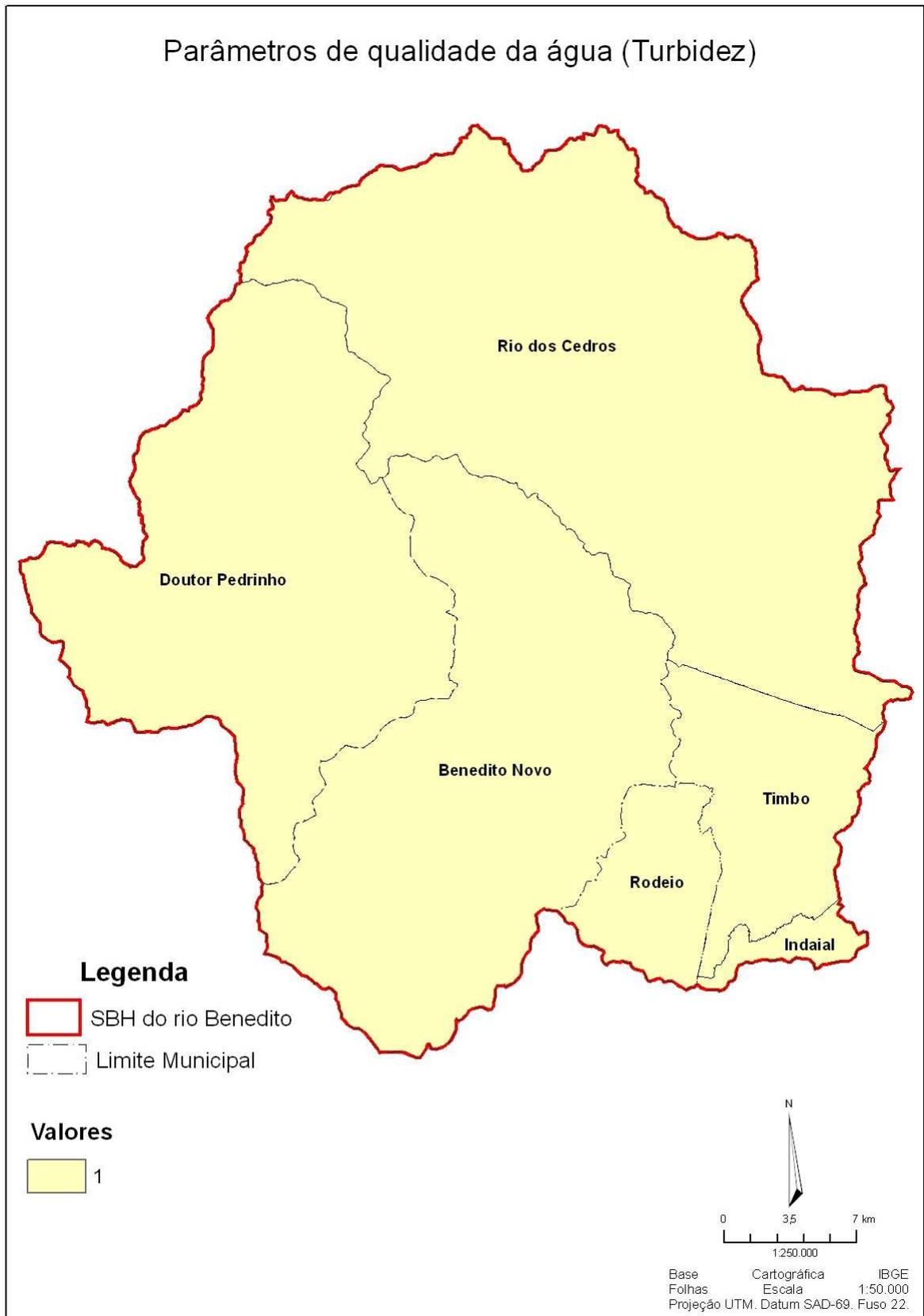


Figura 10. Parâmetros de qualidade da água (turbidez)

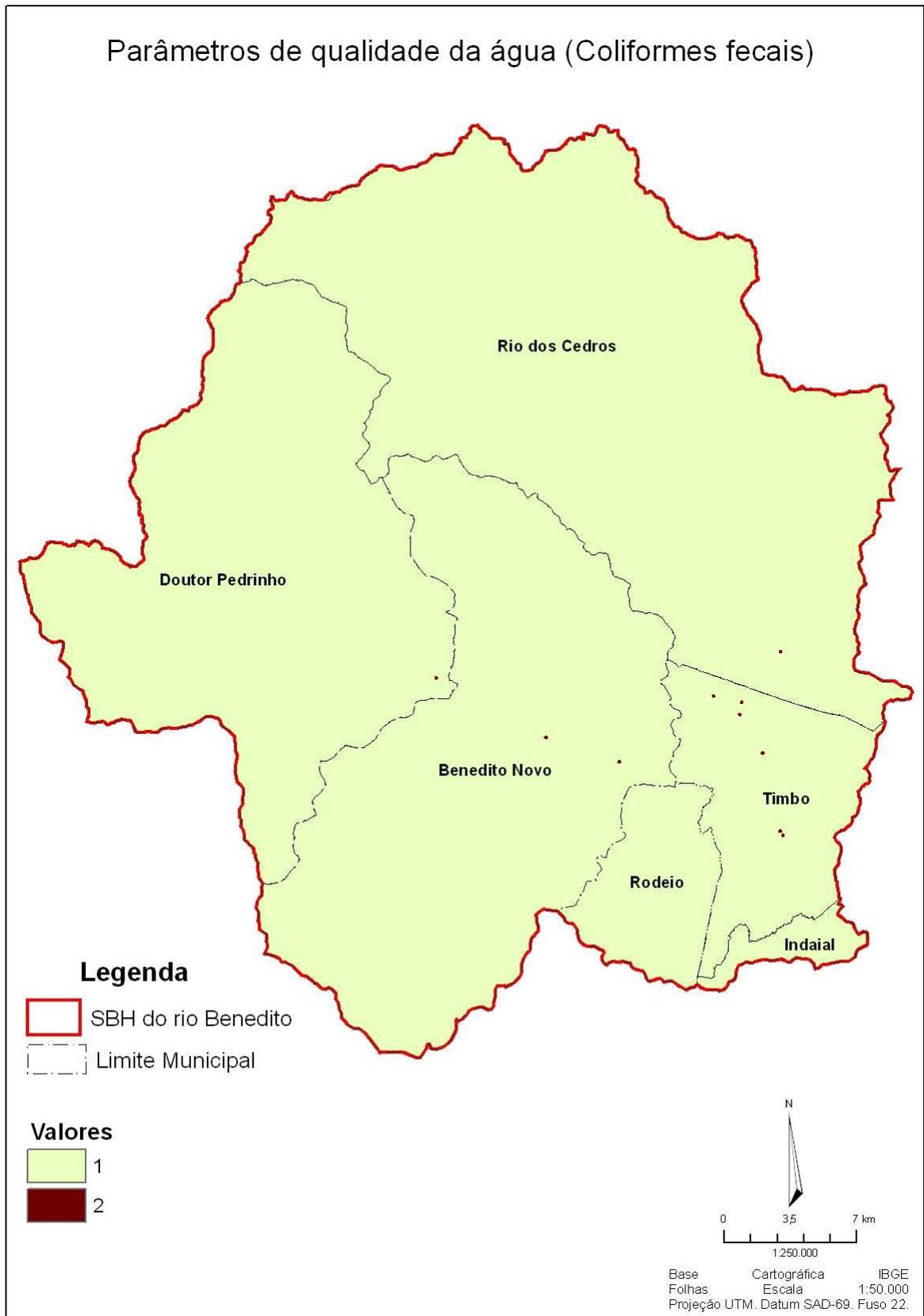


Figura 11. Parâmetros de qualidade da água (coliformes fecais)

#### 5.2.10 - Enquadramento dos Cursos de água.

A proteção dos mananciais é, sem dúvida, a melhor maneira de ser assegurada a qualidade da água destinada ao consumo humano. Para impedir sua contaminação deve-se evitar excesso de despejos que contenham organismos (bactérias, vírus, protozoários, parasitas) e substâncias ou elementos químicos tóxicos.

A Lei 9.433/97, em seu artigo 9º, I, estabelece que o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas.

A Resolução CONAMA 357/05, classifica os corpos de água no Brasil em treze classes, cinco para águas doce (com salinidade igual ou inferior a 0,5%), quatro para águas salobras (com salinidade entre 0,5% e 30%) e quatro para águas salinas ( com salinidade igual ou superior a 30%).

As águas doces se dividem em classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. Cada classe é associada a valores limites e condições para cada parâmetro de qualidade da água. A cada uma dessas classes corresponde uma determinada qualidade a ser mantida no corpo da água. A qualidade da água é expressa na forma de padrões que constam na Resolução CONAMA nº 357/05. Padrões de qualidade da água são, portanto os limites máximos de impurezas (perceptíveis através da análise das características físicas, químicas e biológicas) que a água pode conter para cada tipo de uso (Bohn, 2003).

Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados (Resolução CONAMA n 357/2005, art. 32). Nas classes de 1 a 4 são tolerados lançamentos de efluentes, desde que atendam às condições e padrões de lançamento

de efluentes; não ocasionem a ultrapassagem dos parâmetros estabelecidos para as respectivas classes; e atendam outras exigências aplicáveis.

Segundo o Mapa 10 (anexo J), que contempla o enquadramento dos cursos de água da área em estudo, com base na Portaria SEPLAN/CG n° 24/79, encontramos rios de classe 1, e classe 2. No entanto, há que se ter em conta que o enquadramento existente atualmente no Estado de Santa Catarina, expresso por meio da Portaria retro-mencionada fundamentou-se na Portaria GM n° 13/76 do Ministério do Interior, a qual estabelecia apenas quatro classes para as águas doces, classes 1, 2, 3 e 4. Sendo que os usos permitidos para os rios de classe 1, nos termos da Portaria GM n° 13/76 correspondem atualmente aos usos permitidos para os rios de classe especial da Resolução CONAMA n° 357/05, em especial, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral, por estarem situados dentro de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, ou seja, a Reserva Biológica Estadual do Sassafrás (REBIO do Sassafrás).

Verifica-se, portanto, a presença na área de estudo de rios enquadrados como classe 1 e classe 2. Sendo considerados de classe 1, o Rio Forção, contribuinte da margem direita do Rio Benedito e seus afluentes, dentro da área da REBIO do Sassafrás e o rio Novo e seus afluentes, também dentro da área da REBIO do Sassafrás, situados no município de Doutor Pedrinho, e, de classe 2, todos os demais cursos de água existentes na sub-bacia.

Para fins de realização do mapa de fragilidade ambiental, optou-se por denominar área de exclusão para os rios enquadrados como classe 1, considerados como área de exclusão de empreendimentos hidrelétricos. Para os demais rios, todos enquadrados como classe 2, onde não existe restrição definiu-se o valor 1, conforme Figura 12.

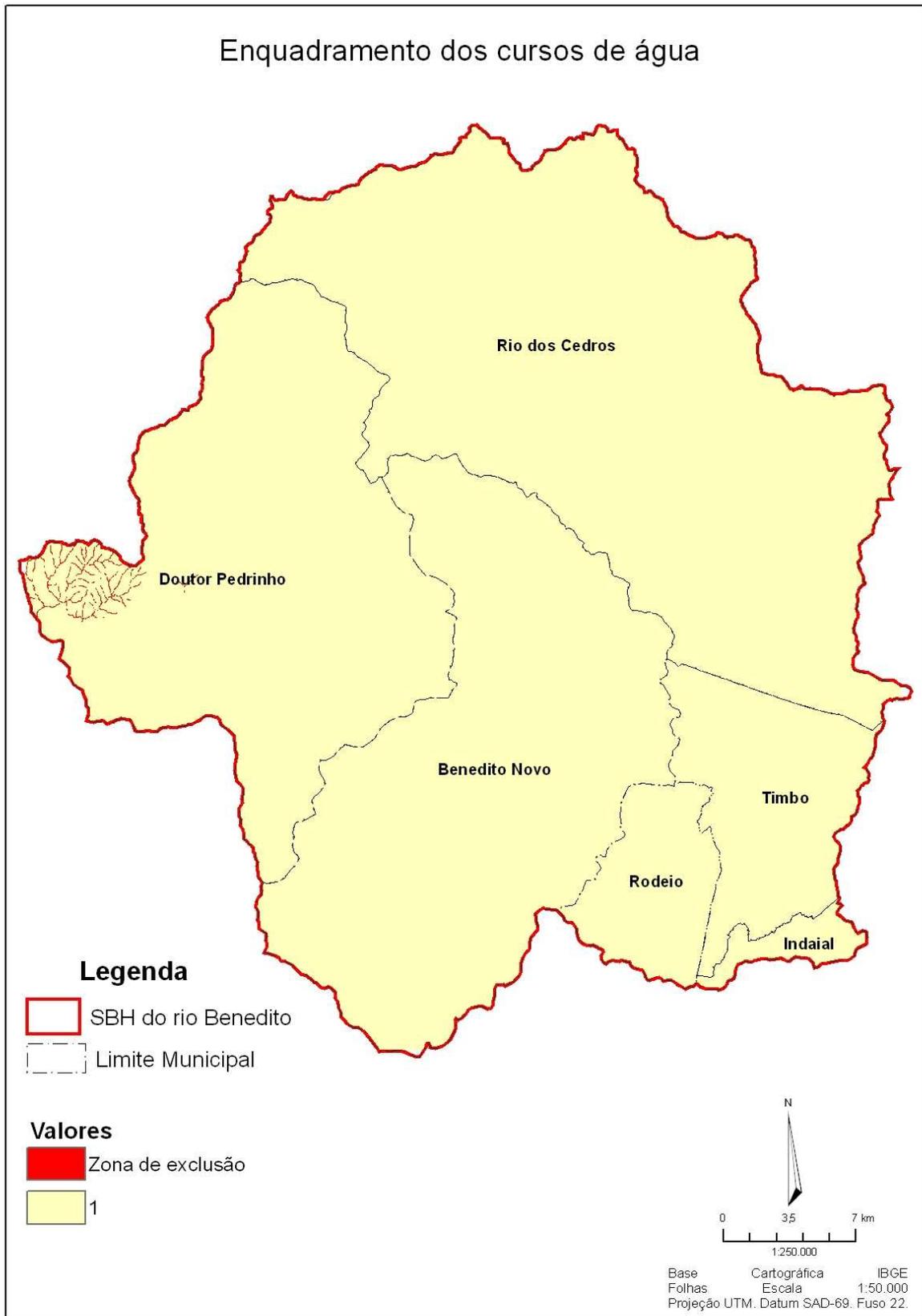


Figura 12. Enquadramento dos cursos de água.

### 5.2.11 – Disponibilidade de água levando em consideração o Plano de Bacia.

Com a instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos pela Lei nº 9.433/97, introduziu-se no ordenamento jurídico brasileiro, uma série de instrumentos voltados para a gestão da água, dentre os quais, para o presente estudo, interessa analisar o plano de recursos hídricos e a outorga de direito de uso de recursos hídricos.

De acordo com a Lei nº 9.433/97, em seu art. 6º, os planos de recursos hídricos (PRH) são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento de recursos hídricos. Os planos serão concebidos por bacia hidrográfica, por Estado e para o País (art. 8º). A Lei nº 9.433/97 estabelece o conteúdo mínimo destes planos, que devem conter dentre outros, o balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação dos conflitos potenciais e estabelecer prioridades para outorga de direitos de usos de recursos hídricos.

Conceitua-se a outorga de direito de uso de recursos hídricos, como o ato administrativo de autorização, mediante o qual o Poder Público outorgante faculta ao outorgado o direito de uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato (Instrução Normativa MMA nº 04/00, art. 2º, XVI).

O objetivo do regime de outorga é assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a água (Lei nº 9.433/97, art. 11). Nos termos do art. 12, da Lei nº 9.433/97, estão sujeitos à outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos: I) derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; II) extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo; III) lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; IV) **aproveitamento**

**dos potenciais hidrelétricos (grifo nosso); V) outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.**

Assim, a partir da análise dos conceitos de plano de recursos hídricos e outorga, verifica-se que eles estão diretamente relacionados à gestão da disponibilidade e demanda hídrica. De forma que, na bacia onde já existe plano de recursos hídricos e critérios de outorga estabelecidos, os mesmos deverão ser considerados na elaboração do mapa de criticidade ambiental, quando se aborda o critério “quantidade de água disponível”.

Na Bacia do rio Itajaí, da qual faz parte a SBH do rio Benedito, a Agência de Água vem trabalhando na elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, tendo concluído e aprovado a primeira etapa (fase A). A segunda etapa (fase B), do Plano da Bacia foi concluída, porém ainda não foi aprovada pelo Comitê do Itajaí. Nesta etapa (fase B), são sugeridos os seguintes critérios de outorga:

Vazão de referência =  $Q_{98}$

Vazão outorgável = 50% da  $Q_{98}$

Vazão ecológica = 50% da  $Q_{98}$

Entende-se por vazão de referência, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, art. 2º, XXXVI, aquela vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGRH. Um exemplo de vazão de referência é a  $Q_{7,10}$ , ou seja, a média das vazões mínimas de sete dias consecutivos de duração e tempo de retorno de 10 anos. Outro exemplo de vazão de referência é a  $Q_{90}$ , onde a vazão de referência pode ser definida pela estimativa da curva

de permanência das vazões naturais; curva que relaciona cada vazão à frequência com que foi igualada ou ultrapassada no período de tempo de observações.

Entende-se por vazão outorgável, aquela que poderá ser autorizada por meio de ato administrativo próprio para satisfazer aos diversos usos da água na bacia.

Entende-se por vazão ecológica, aquela mínima necessária para garantir a preservação do equilíbrio natural e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos (Instrução Normativa MMA n° 04/2000, artigo 2°, XXXIII).

A partir da análise do Mapa 11 (anexo L), verifica-se que a disponibilidade hídrica na SBH do rio Benedito no alto curso, varia de 2.000 a 7.500 l/s; no curso médio de 7.500 a 16.000 l/s e no baixo curso maior que 16.000 l/s. Resolveu-se atribuir valor 3 para a menor disponibilidade de água por se tratar de uma restrição natural à implantação de empreendimentos hidrelétricos. Atribui-se valor 1, para a maior disponibilidade de água por se tratar de uma variável favorável a realização destes empreendimentos, e valor 2 para disponibilidade média, conforme Figura 13.

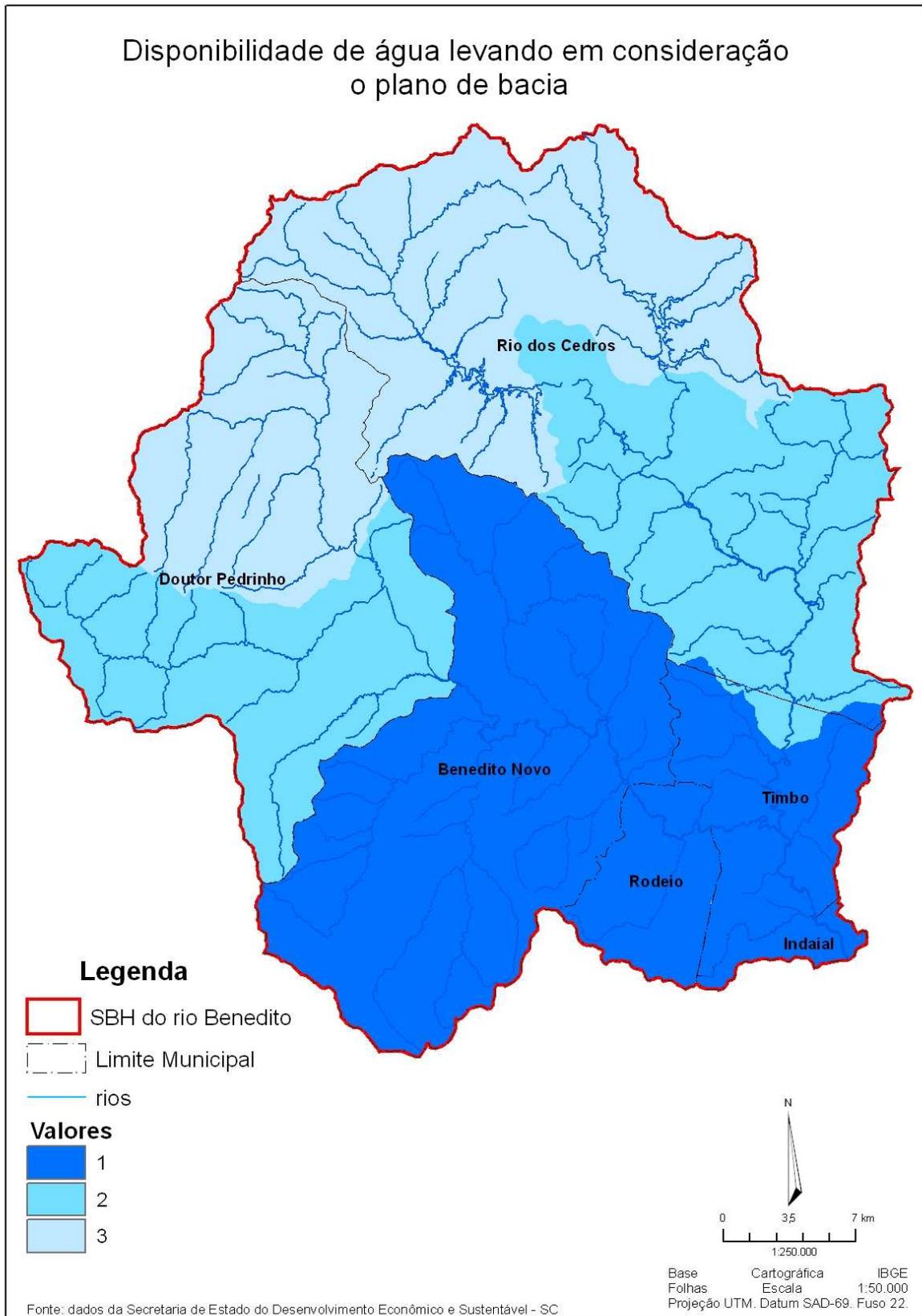


Figura 13. Disponibilidade de água levando-se em consideração o Plano de Bacia.

Em uma bacia hidrográfica a disponibilidade hídrica média, extraída de medidas de vazões durante períodos hidrológicos longos, bem como as declividades encontradas em seu relevo, são variáveis importantes para subsidiar a elaboração de qualquer análise energética mais detalhada, possibilitando estimar parâmetros como potência, energia média e energia firme em uma área ou empreendimento. A energia firme de uma usina, é calculada em função da queda e da vazão média no local do aproveitamento, obtidas de dados de períodos hidrológicos críticos da bacia (ELETROSUL, 1994).

Analisando-se o mapa 12 (anexo M), verifica-se que a SBH do rio Benedito compreende três patamares com características homogêneas. O primeiro patamar que ocupa em torno de 60% da SBH do rio Benedito localizado entre Sudoeste e Norte/Noroeste compõe-se de uma mescla de diferentes declividades. O segundo patamar ocupa em torno de 25% da sub-bacia, localizada entre Sudoeste/Nordeste, compõe-se de um relevo montanhoso com declividades variando entre  $15^\circ$  e mais que  $25^\circ$ . O terceiro patamar, ocupa em torno de 15% da área e está localizado na região Leste da sub-bacia, compõe-se basicamente de áreas com declividade entre  $0^\circ$  e  $15^\circ$ .

Atribuiu-se valor 3 para as áreas com maior declividade e conseqüente maior fragilidade ambiental, valor 2 para as áreas de declividades médias variando de  $15^\circ$  a  $25^\circ$ , e valor 1 para as áreas mais planas onde a fragilidade ambiental é menor, conforme figura 14.

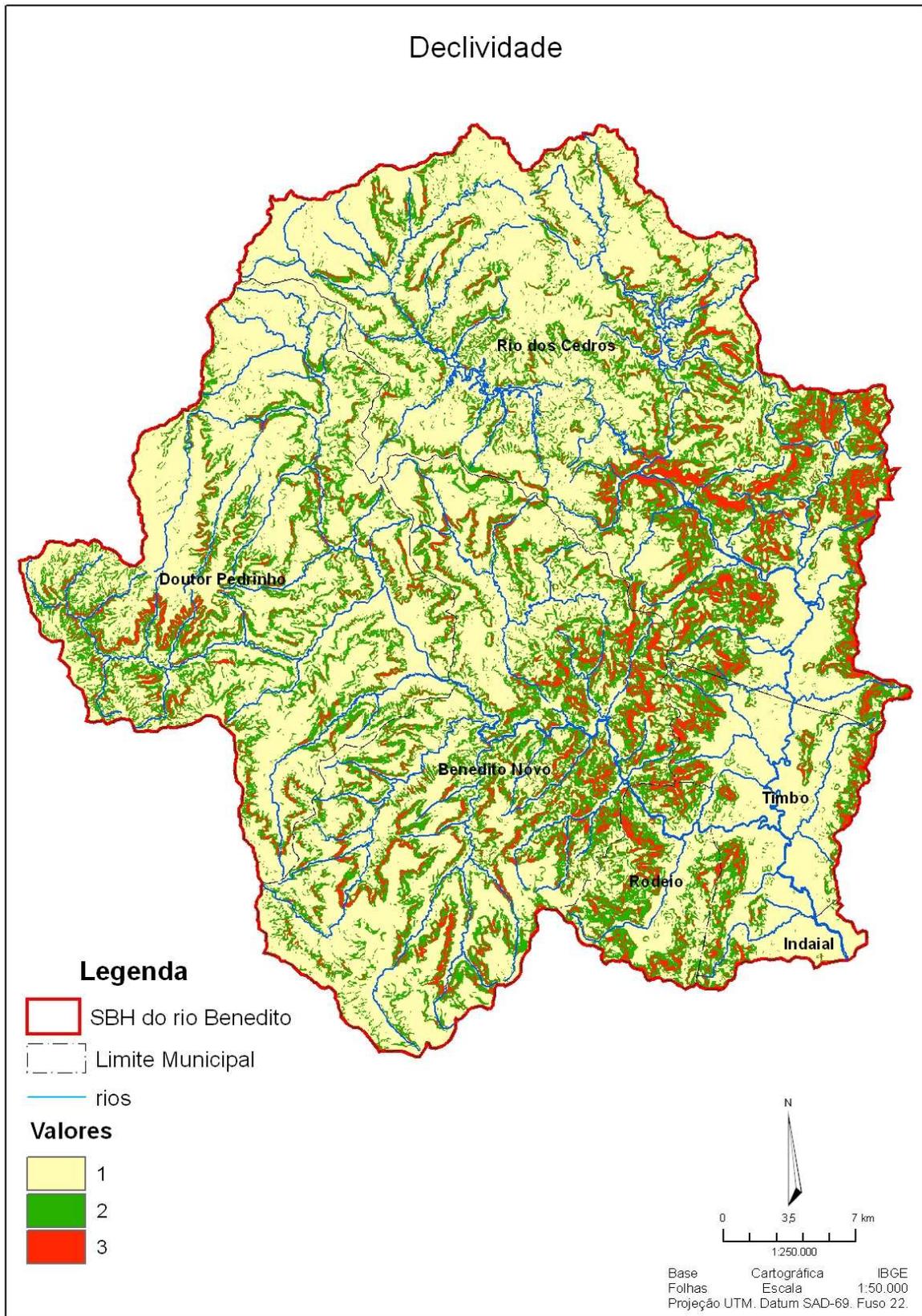


Figura 14. Declividade

### 5.3 – INTERSECÇÃO ENTRE OS CRITÉRIOS ADOTADOS E GERAÇÃO DO MAPA DE CRITICIDADE AMBIENTAL PARA A SBH DO RIO BENEDITO

De acordo com os mapas base, gerados a partir da Lista de critérios da SBH do rio Benedito, e da geração dos mapas de fragilidades apresentados neste capítulo, foi possível com auxílio da ferramenta computacional *raster calculator* do *ArcMap*, gerar o mapa de criticidade ambiental da SBH do rio Benedito (Figura 15), cujo cruzamento gerou valores de *pixels* que variaram de 1 a 216, e também uma área de exclusão (zero). O valor 0 (zero) passou a ser denominado Zona de exclusão. Os valores dos *pixels* de 1 a 216 foram divididos em duas Zonas. Foi denominado como Zona de baixa criticidade, às áreas cujos valores variaram de 1 a 4, que representam a média, e Zona de estudos detalhados, para as áreas que os *pixels* variaram de 5 a 216. Este mapa tem dentre as finalidades, demonstrar a criticidade da área de estudo para a implantação de empreendimentos hidrelétricos, além de desencadear novas discussões sobre os critérios que foram adotados.

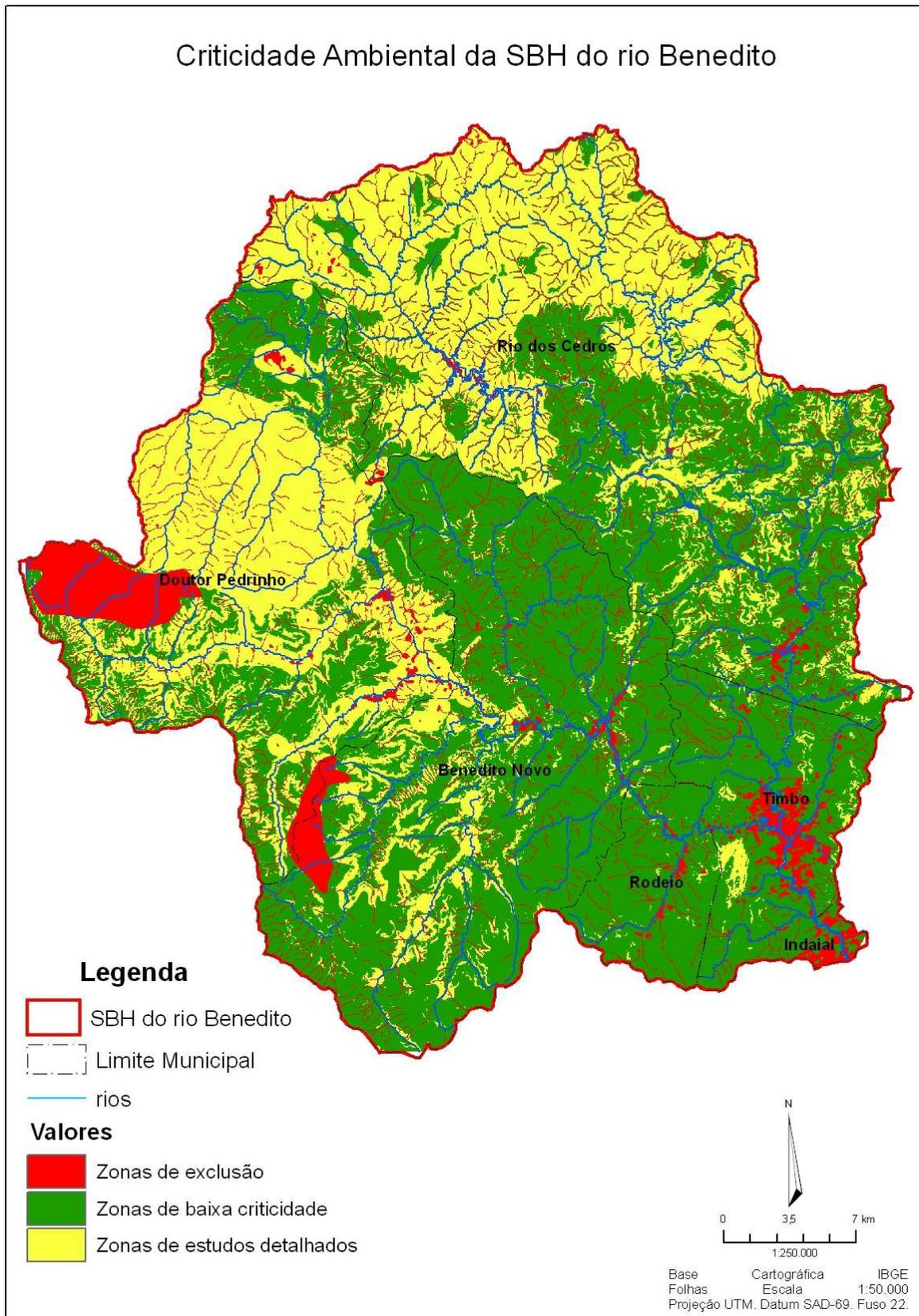


Figura 15. Criticidade ambiental da SBH do rio Benedito.

Da análise do mapa de criticidade ambiental da SBH do rio Benedito, é possível tecer as seguintes considerações:

- a) Verificam-se zonas de exclusão bem definidas nas Unidades de Conservação, áreas urbanas, núcleos populacionais distribuídos no meio rural e nos cursos de água enquadrados como de primeira, segunda e terceira ordem. Com relação às áreas urbanas ressalta a primeira vista os centros urbanos de Timbó e Indaial, na seqüência, não tão expressivos, mas significativos, as sedes dos municípios de Rio dos Cedros, Benedito Novo, Doutor Pedrinho e Rodeio. Com relação aos cursos de água de primeira, segunda e terceira ordem, é possível verificar que os mesmos não se concentram apenas no alto curso e próximo aos divisores de água, mas encontram-se distribuídos de forma relativamente homogênea em toda a SBH do rio Benedito.
- b) Quanto às zonas de estudos detalhados, que representam aproximadamente 40% da área da SBH do rio Benedito, é possível perceber que estas concentram-se, na região Centro-Oeste em direção a Noroeste e Norte, abrangendo os municípios de Rio dos Cedros, Doutor Pedrinho e parte de Benedito Novo. Os critérios que mais contribuíram para a formação destas zonas foram, as áreas de interesse turístico e paisagístico, o corredor ecológico, a disponibilidade de água e a zona de amortecimento da Unidade de Conservação. De forma que, na etapa de licença ambiental prévia (LP), onde normalmente se procedem os estudos de viabilidade ambiental do empreendimento hidrelétrico, Relatório Ambiental Preliminar (RAP), Estudo Ambiental Simplificado (EAS), Estudo de Impacto Ambiental (EIA), conforme o porte do empreendimento, o órgão ambiental deverá fazer constar no Termo de Referência dos respectivos estudos a necessidade de uma análise mais detalhada em relação a estes critérios.
- c) Quanto às zonas de baixa criticidade, que representam aproximadamente 50% da SBH do rio Benedito, é possível perceber que estas concentram-se na região Sul/Sudeste e Centro-Leste. Os critérios

que mais contribuíram para a formação destas zonas foram, disponibilidade hídrica e a declividade.

Ao propor critérios ambientais que fossem levados em consideração para o processo de licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos, a idéia sempre foi ter uma visão holística da bacia onde estará se empreendendo tais investimentos, saindo de uma análise do projeto, como faz a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), e avançando para uma análise de critérios ambientais, com a geração de um mapa de criticidade igual ao que foi realizado para a SBH do rio Benedito. Estudos semelhantes a este, poderão servir de suporte ao órgão ambiental para uma atuação pró-ativa, procurando evitar o licenciamento de atividades em áreas inadequadas, incorporando procedimentos de análise ambiental já nas etapas de planejamento a exemplo da Avaliação Ambiental Integrada (AAI) e da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE).

Tendo como base os estudos da Bacia do Taquari-Antas, Bacia Hidrográfica do Rio Chopim, Análise das Fragilidades Ambientais da Bacia 75 e da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, que deram origem a matriz de critérios ambientais, pode-se perceber que dos 26 (vinte e seis) critérios enumerados pelos referidos estudos, apenas 11 (onze) foram possíveis de ser utilizados para a presente dissertação.

Dentre as dificuldades encontradas, para a geração dos mapas de fragilidades pode-se citar:

- a) a não disponibilidade de dados relacionados a certos critérios em um sistema de informações geográficas (SIG), passível de ser trabalhado;
- b) a não disponibilidade em relação a alguns critérios, da descrição da metodologia adotada para definição de valores e pesos para a geração do

mapa de fragilidade das zonas urbanas e núcleos populacionais distribuídos no meio rural e do mapa de fragilidade das pontes existentes;

- c) a existência de dados pontuais que não permitiram identificar e demonstrar a situação de uma área (polígono), diminuindo sua abrangência na caracterização de um trecho ou área, como foram os parâmetros de qualidade de água;
- d) a impossibilidade de formação de uma equipe multidisciplinar para definição de parâmetros adequados e que pudesse avaliar alguns dos critérios que a ferramenta computacional pôde identificar como importante, mas incapaz de definir com clareza em que zona poderia classificá-lo, como por exemplo o rio que representaria melhor o alto, médio e baixo curso, para permanecer livre de empreendimentos hidrelétricos;
- e) a existência de uma equipe multidisciplinar teria dado uma consistência maior para um adequado dimensionamento da largura do corredor ecológico, visto que em relação a extensão, o critério de interligação entre unidades de conservação, por si só não acarretava dúvidas. Tal equipe, poderia ter contribuído também, para a definição de outras áreas para a manutenção de corredores ecológicos na SBH do rio Benedito, em virtude do bom estado de conservação dos seus remanescentes florestais;
- f) no critério de remanescentes florestais, a dificuldade em definir o tamanho do fragmento florestal, que poderia ser utilizado como base, para que o programa computacional efetuasse a classificação e definição dos mais importantes para a SBH do rio Benedito;

Por outro lado, pode-se também relacionar algumas contribuições apresentadas pelo estudo, que podem ser aqui destacadas:

- a) Cuidados devem ser observados na elaboração do mapa base de Unidades de Conservação, para verificar junto aos órgãos públicos a

legalidade destas unidades, e se no instrumento normativo de sua criação está definida a zona de amortecimento. Caso não estiver, deverá ser observada a Resolução CONAMA n° 13/90, que em seu artigo 2° estabelece a necessidade de observância de uma área de entorno de unidades de conservação, de no mínimo dez quilômetros de raio, onde qualquer atividade que possa afetar a biota, deverá ser obrigatoriamente licenciada pelo órgão competente, mediante consulta ao responsável pela administração da Unidade de Conservação;

- b) a pesquisa inovou quando utilizou para classificar os diferentes tipos de habitats, as ordens dos rios, que na SBH do rio Benedito variam de primeira a sétima ordem;
- c) ao sobrepor o mapa de empreendimentos hidrelétricos (existentes e potenciais) ao mapa de criticidade, constante no Anexo O (Mapa 14), foi possível constatar a eficácia deste instrumento, pois ele permitiu a visualização dos possíveis impactos, de acordo com a zona em que tais empreendimentos estão ou serão implantados;
- d) a importância para este estudo, da existência de Planos Diretores em todos os municípios integrantes da SBH do rio Benedito, com respectiva base cartográfica passível de ser espacializada, facilitando assim a integração dos dados relacionados às áreas de interesse turístico e paisagístico;
- e) a existência de dados de regionalização de vazões de períodos hidrológicos de longo termo, disponibilizados no site da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável (SDS), propiciou maior consistência para elaboração do mapa de disponibilidade de água levando em consideração o Plano de Bacia.

## 6 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se afirmar que ele atingiu seu objetivo principal que era propor um mapa de criticidade ambiental, que poderá servir de modelo metodológico para ser levado em consideração pelo órgão ambiental, no processo de licenciamento de empreendimentos hidrelétricos, deixando evidente a necessidade da formação de uma equipe técnica multidisciplinar para a realização dos ajustes necessários, principalmente nos parâmetros subjetivos.

Quanto às hipóteses formuladas, verificou-se o que segue:

Hipótese 1- No Estado de Santa Catarina não existem critérios ambientais pré-definidos, que façam uma avaliação integrada dos empreendimentos hidrelétricos, para servir de subsídio aos tomadores de decisão no processo de licenciamento ambiental destes empreendimentos.

Esta hipótese confirmou-se apenas parcialmente, pois foi identificado que na bacia hidrográfica do rio Caveiras foi elaborado um estudo de avaliação ambiental estratégica (AAE), que a partir de uma visão holística da bacia, indicou áreas críticas para a implantação de empreendimentos hidrelétricos e estabeleceu diretrizes para o seu licenciamento ambiental. No entanto, para as demais bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina, não foram identificados estudos semelhantes, sendo possível afirmar que o órgão ambiental estadual não dispõe de critérios ambientais pré-definidos que possam subsidiar a tomada decisão nos processos de licenciamento de empreendimentos hidrelétricos.

Hipótese 2 - O número de empreendimentos hidrelétricos existentes na SBH do rio Benedito é maior do que aqueles constantes nos inventários hidrelétricos aprovados pela ANEEL para esta sub-bacia.

Esta hipótese se confirmou, com base na análise comparativa entre os estudos dos potenciais inventariados para a geração de energia hidrelétrica apresentados no capítulo 3, e o Mapa 13 (Anexo N), que apresenta os empreendimentos hidrelétricos existentes na SBH do rio Benedito. Tal diferença, se deve a existência de aproveitamentos denominados de Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), que estão condicionadas a estudos menos exigentes e detalhados, portanto normalmente não inseridas nos estudos de inventário.

Hipótese 3 - Determinados potenciais hidrelétricos da SBH do rio Benedito, podem não ser viáveis levando em consideração o mapa de criticidade ambiental.

Esta hipótese não se confirmou, pois não foi possível identificar potenciais remanescentes inventariados que pudessem ser inviabilizados pela utilização dos critérios ambientais, sintetizados no mapa de criticidade ambiental resultante deste estudo.

No entanto, analisando os empreendimentos existentes, percebe-se a partir da análise do Mapa 14 (Anexo O) que as PCHs da Cooperativa de Eletrificação Rural Salto Donner, encontram-se em uma zona de exclusão, devido a sua localização em áreas consideradas no presente estudo como núcleos populacionais distribuídos no meio rural.

Hipótese 4 - Existem conflitos pela utilização da água para geração de energia elétrica.

Com a aplicação do presente estudo, não foi possível evidenciar conflitos pela utilização da água para geração de energia elétrica, visto, não se ter dados consistentes sobre a quantidade de água utilizada a montante destes empreendimentos.

Finalizando o presente estudo cumpre ainda fazer as seguintes recomendações:

Quando da elaboração do mapa de enquadramento dos cursos de água, observar que os rios enquadrados como Classe 1, pela Portaria SEPLAN/CG n° 24/79, no Estado de Santa Catarina correspondem aos rios de Classe Especial da Resolução CONAMA n° 357/05.

Quando do levantamento da disponibilidade de água baseado no estudo de regionalização de vazões, disponibilizado pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável (SDS) do Estado de Santa Catarina, para cálculo do potencial hidráulico, deverá ser levado em consideração os demais usuários a montante e a quantidade de água já outorgada para o trecho do rio, devendo subtrair estes valores, para fins de determinação do potencial, visto sob este aspecto não ter sido possível detalhar e gerar um mapa de usos devido a não consistência dos dados gerados pelo cadastro de usuários da Bacia Hidrográfica do Itajaí, da qual faz parte a SBH do rio Benedito.

Que se efetuem maiores pesquisas com relação a ictiofauna, pois quanto a este critério, muito pouco foi possível encontrar de referência ou base bibliográfica, sobretudo a respeito dos táxons na SBH do rio Benedito, e mesmo na bacia hidrográfica do rio Itajaí, não possibilitando, dentre outras comparações analisar se existe alguma relação entre os táxons do rio Itajaí e os existentes nas áreas de cabeceiras do rio Benedito e Cedros.

Que muitos foram os critérios não aplicados ao presente estudo, pela falta de uma metodologia capaz de mensurar seus efeitos sobre as áreas, impossibilitando sua aplicação em ferramentas computacionais, possíveis de gerar mapas temáticos e de fatores que dão ao pesquisador, subsídios para visualizar diferenças e homogeneidades importantes em uma bacia hidrográfica.

E por fim, deixar claro a imprescindível necessidade da existência de uma equipe técnica multidisciplinar, proporcionando maior consistência, além de um adequado dimensionamento aos parâmetros aplicados aos diferentes critérios analisados, contribuindo para

geração de um estudo que possa analisar uma bacia hidrográfica de maneira holística, sustentável e estratégica.

## REFERÊNCIAS

ACOT, P. 1990. **História da Ecologia**. Rio de Janeiro: Campus.

AGMARN - Agência Goiânia de Meio Ambiente e Recursos Naturais. **Termo de Ajustamento de Conduta para Estudo Integrado de Bacia Hidrográfica no Estado de Goiás –EIBH**. <[http://www3.agenciaambiental.go.gov.br/site/estudosprojetos/pag\\_eibh.php](http://www3.agenciaambiental.go.gov.br/site/estudosprojetos/pag_eibh.php)> Acesso em Fevereiro 2006.

AGOSTINHO, A. A.; L. CARLOS GOMES; H. I. SUZUKI & H. F. JÚLIO JUNIOR. **Migratory Fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil**. IN: J. CAROSFELD, B. HARVEY, A. BAER, C. ROSS (eds). *Migratory Fishes of South America: Biology, social importance and conservation status*. World Fisheries Trust, 2004.

ANA – AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Caderno de Recursos Hídricos – Aproveitamento do Potencial Hidráulico para Geração de Energia**. Brasília – DF, ANA - CDOC, 2005.

ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. Despacho nº 173/1999. Publicado no D.O. de 11 de Maio de 1999. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2006.

ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nºs 5.655, de 20 de Maio de 1997, 8.631, de 4 de Março de 1993, 9.074, de 7 de Julho de 1995, 9.427, de 26 de Dezembro de 1996, 9.478, de 6 de Agosto de 1997, 9.648, de 27 de Maio de 1998, 9.991, de 24 de Julho de 2000, 10.438, de 26 de Abril de 2002, e dá outras providências. Lei nº 10.848/2004. Publicada no D.O. de 16 de Março de 2004. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2006.

ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético(CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis nº 9.427, de 26 de Dezembro de 1996, nº 9.648, de 27 de Maio de 1998, nº 3.890-A, de 25 de Abril de 1961, nº 5.655, de 20 de Maio de 1971,

nº 5.899, de 5 de Julho de 1973, nº 9.991, de 24 de Julho de 2000, e dá outras providências. Lei nº 10.438/2002. Publicada no D.O. de 29 de Abril de 2002. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2006.

ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. Estabelece as condições para implantação, manutenção e operação de estações fluviométricas e pluviométricas associadas a empreendimentos hidrelétricos. Resolução nº 396/1998. Publicada no D.O. de 07 de Dezembro de 1998. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2006.

ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Lei nº 9.074/1995. Publicada no D.O. de 28 de Setembro de 1998. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2006.

ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. Estabelece os critérios para enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH). Resolução nº 652/2003. Publicada no D.O. de 10 de Dezembro de 2003. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2006.

ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. Estabelece os procedimentos gerais para registro e aprovação dos estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas. Resolução nº 393/1998. Publicada no D.O. de 07 de Dezembro de 1998. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2006.

ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. Estabelece os procedimentos gerais para registro e aprovação dos estudos de viabilidade e projeto básico de empreendimentos de geração hidrelétrica, assim como da autorização para exploração de centrais hidrelétricas até 30 MW e dá outras providências. Resolução nº 395/1998. Publicada no D.O. de 07 de Dezembro de 1998. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2006.

ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. Estabelece os requisitos gerais para apresentação dos estudos e as condições e os critérios específicos para análise e comparação de Estudos de Inventários Hidrelétricos, visando no caso de estudos

concorrentes. Resolução nº 398/2001. Publicada no D.O. de 24 de Setembro de 2001. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2006.

ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. **Normas e Procedimentos para Estudos e Projetos Hidrelétricos**. 1999.

ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. Decreto nº 5.163/2004. Publicada no D.O. de 30 de Julho de 2004. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2006.

ARMOUR, A. 1991. **Impact Assesment and the Planning Process**. Em Impact Assesment Bulletin, Vol. 9, pp. 27-33.

BARRELLA, W.; BEAUMORD, A. C.; PETRERE, M. 1994. **Comparison between the fish communities of Manso River (MT) and Jacare Pepira River (SP), Brazil**. Acta Biologica Venezuelica 12(2):11-20.

BECKER, G.; GUADAGNIM, D. **Análise dos Impactos Regionais Potenciais dos Múltiplos Barramentos de Rios na Bacia Taquari-Antas sobre a Biodiversidade e Orientação para o Processo de Licenciamento**. Porto Alegre, 2001. (não publicado).

BENDA, L.E.; BIGALOW, P.; WORSLEY, W. 2002. **Recruitment of in-stream large wood in old-growth and second-growth redwood forests, northern California, U.S.A.** Can. J. For. 32: 1460-1477.

BENDA, L.E.; POF, N.L.; TAGUE, C.; PALMER, M.<sup>a</sup>; PIZZUTO, J.; COOPER, S.; STANLEY, E. & MOGLEN, G. 2002. **How to Avoid Train Wrecks When Using Science in Environmental Problem Solving**. *BioScience*, vol. 52, nº12, p. 1127 – 1136.

BERKMAN, H. E.; RABENI, C. F. 1987. **Effects of siltation on stream fish communities**. Environmental Biology of Fishes. 18(4):285-294.

BOHN N. **Análise interpretativa da Lei 9.433/97 a partir do contexto significativo do Direito Ambiental**. São Paulo, 2003. Tese (Doutorado em Direito) Pontifícia Universidade Católica.

BOLLMANN, H.A.; MARQUES, D.M. 2000. **Bases para a estruturação de indicadores de qualidade de água, RBRH. 5 (1): 37-60.**

BORDIGNOM, N. J. **Proposta de Procedimentos para Definição de Critérios de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos e de Usos Insignificantes para a Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí.** Blumenau, 2005. Dissertação (Mestrado de Engenharia Ambiental) Universidade Regional de Blumenau.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental.** São Paulo, Prentice Hall. 2004. p. 239 – 240.

BRASIL, MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE – MMA. 2004. **Termo de Referência elaborado pelo MMA em 15 de Setembro de 2004, que determinou a elaboração da Avaliação Ambiental Integrada dos aproveitamentos hidrelétricos na bacia do rio Uruguai pelo MME/EPE.** <[www.epe.gov.br/](http://www.epe.gov.br/)>.

BRASIL, MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - MME. 2002a. **Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico 2001 –2010,** MME, Brasília.

BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanço Energético Nacional 2004.** Brasília. 2004. 169 p. il.

BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanço Energético Nacional 2005: Ano base 2004.** Rio de Janeiro: EPE, 2005. 188 p. 10 il.

BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanço Energético Nacional 2003.** Brasília. 2003. 168 p. il.

BRASIL. Lei nº 9.984/2000. In: MEDAUAR, Odete (Org.). **Constituição Federal , coletânea de legislação de direito ambiental.** 4 ed. rev. e atual. Sao Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. p.375-384.

BRASIL. Lei nº 9433/1997. In: MEDAUAR, Odete (Org.). **Constituição Federal , coletânea de legislação de direito ambiental.** 4 ed. rev. e atual. Sao Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. p.355-365.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 01/1986. In: MEDAUAR, Odete (Org.). **Constituição Federal , coletânea de legislação de direito ambiental.** 4 ed. rev. e atual. Sao Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. p.623-626.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 06/1986. In: MEDAUAR, Odete (Org.). **Constituição Federal , coletânea de legislação de direito ambiental.** 4 ed. rev. e atual. Sao Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. p.627-628.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 237/1997. In: MEDAUAR, Odete (Org.). **Constituição Federal, coletânea de legislação de direito ambiental.** 4 ed. rev. e atual. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. p.630-638.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 279/2001. In: MEDAUAR, Odete (Org.). **Constituição Federal, coletânea de legislação de direito ambiental.** 4 ed. rev. e atual. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. p.638-642.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 302/2002. In: MEDAUAR, Odete (Org.). **Constituição Federal , coletânea de legislação de direito ambiental.** 4 ed. rev. e atual. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. p.499-501.

BRETSCHKO, G. 1995. **River/Land Ecotones: Scales and Patterns.** Hydrobiologia, Vol. 303, p. 83-91.

BRITO, Francisco A. **Corredores ecológicos: uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas.** Florianópolis : Ed. da UFSC, 2006. 273 p, il.

BRITTO, Karen Fonseca Lose. **Estudo de aplicação do método de estabelecimento de vazões ecológicas.** Building Blockes Methodology – B.B.M. – Para o caso da PCH estação Indaial.

BURIAN, P. P. 2004. **Avaliação Ambiental Estratégica como Instrumento de Licenciamento para Hidrelétricas – O caso das bacias do rio Chopim no Paraná.** Trabalho apresentado na 2ª reunião do ANNPAS – Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. São Paulo. Maio 2004.

CANAMBRA ENGINEERING CONSULTANTS LIMITED – **Power Study of South Brazil.** Appendix XII. August 1969.

CEC, 1993. **Report from the Commission of the Implementation of Directive 85/337/EEC**, COM (93), 28 Final, Vol. 12, Brussels.

CEEE. **Companhia Estadual de Energia Elétrica. Inventário Hidrelétrico da sub-bacia 75**. Porto Alegre: Geolinks, Convênio SOPHS/DRH/CRH-RS-SEMC/CEEEE. 4 tomos, 9 vols. 2000.

CELESC – CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S.A. Disponível em: <<http://www.celesc.com.br>>. Acesso em 15 de Janeiro de 2006.

CELESC/ELETROSUL. **Bacia Hidrográfica do rio Itajaí-Açu**: estudo de inventário hidroenergético. ELETROSUL, Florianópolis, 1994.

CEMIG/CETEC. **Companhia Energética de Minas Gerais/Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais**. Guia ilustrado de peixes da bacia do Rio Grande. 2000. 144 p.

CEPEL – Centro de Pesquisa de Energia Elétrica e MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/Secretaria da Qualidade Ambiental. Projeto: Definição de Instrumentos Auxiliares de Gestão Ambiental para Bacias Hidrográficas. **Procedimentos Gerais para a Avaliação Ambiental Estratégica de Bacias Hidrográficas**. Relatório Etapa 5. Brasília. 2003

CEPEL – Centro de Pesquisa de Energia Elétrica e MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/Secretaria da Qualidade Ambiental. Projeto: Definição de Instrumentos Auxiliares de Gestão Ambiental para Bacias Hidrográficas. **Diretrizes e procedimentos para o acompanhamento dos Estudos de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas, utilizando a Avaliação Ambiental Estratégica**. Relatório Etapa 2. Brasília. 2002.

CERILUZ. Cooperativa Regional de Energia e Desenvolvimento Ijuí Ltda. **Bacia Hidrográfica do Alto Ijuí**. Revisão dos Estudos de Inventário Hidroenergético Trecho Compreendido entre as Cotas 220 e 300 m. 2000. 81p.

CERSAD. Cooperativa de Eletrificação Rural de Saltop Donner. **Estudo de Inventário Hidroenergético do rio Benedito, entre as elevações 511 e 430m**. 2000.

COMITÊ DO ITAJAÍ. Disponível em: <<http://www.comiteitajai.org.br>>. Acesso em: 08 de Fevereiro de 2006.

- COOTE, D.R. & GREGORICH, L.J. (eds). **The Health of our Water: toward sustainable agriculture in Canada.** 187 p. ([http:// res2.agr.ca/research-researche/science/Healthy\\_Water/toc.html](http://res2.agr.ca/research-researche/science/Healthy_Water/toc.html)). 2000.
- CRUZ, Jussara Cabral; SILVEIRA, Geraldo Lopes da; CRUZ, Rafael Cabral. **Estudos preliminares.** In. Seleção ambiental de barragens: análise de favorabilidades ambientais em escala de bacia hidrográfica. Geraldo Lopes da Silveira e Jussara Cabral Cruz (orgs.) Santa Maria: Ed. UFSM, 2005.
- DARRIEUTORT, J.P. 1991. **Les Evaluations Environnementales des Politiques, Plans et Programmes.** Aménagement et Nature, Vol. 102, Part Eté, pp.8-9.
- ECE. 1992. **Application of Environmental Impact Assessment Principles to Policies, Plans and Programmes.** Economic Commission for Europe, Environmental Séries n° 5, United Nations Publications, New York.
- EGLER, P.C.G. **Perspectivas de uso no Brasil do Processo de Gestão Ambiental Estratégica.** Parcerias Estratégicas, Brasília, n°11. Centro de Estudos Estratégicos do Ministérios da Ciência e Tecnologia. Jun. 2002.
- ELETROBRÁS. 1997a. **Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas da ELETROBRÁS,** Manual ELETROBRÁS. Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS. **Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas.** 2000.
- ELETROBRÁS. **Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas da ELETROBRÁS.** 1984.
- ELETROBRÁS. **Manual de Minicentrais Hidrelétricas.** Edição Especial autorizada pela ELETROBRÁS para distribuição aos associados da ABRH - Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos.1993.
- ELETROBRÁS. **Manual de Pequenas Centrais Hidrelétricas.** 1985.
- ELETROSUL. **Estudo de Inventário Hidroenergético da Bacia do Rio Itajaí-Açú.** Relatório Geral.1994. 132 p.

ELETROSUL/CNEC, 1979. **Relatório da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai** – Estudo de Inventário Hidroenergético. Vol. 1,2,3 e 4. 1979.

ENERSUL/CANAMBRA. **Relatório Power study of South Brazil**. Engineering Consultants limited, 1968.

FATMA – FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br>>. Acesso em 11 de Novembro de 2005.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. **Mapa de classificação dos solos do Estado do Rio Grande do Sul quanto à Resistência a Impactos Ambientais**. Porto Alegre: FEPAM. 13p. (n.publ.) Mapa em meio digital. 2001.

FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 2. ed. ver. Amp. São Paulo: Nova Fronteira, 1986.

FISTAROL, O. **Sistema de Informações de Recursos Hídricos da bacia do Itajaí**. Blumenau, 2004. Dissertação (Mestrado de Engenharia Ambiental) Universidade Regional de Blumenau.

FOES, Jayme Antônio dos Santos. **Revisão do estudo de inventário hidrelétrico do rio Benedito**. Benedito Novo: CEESAM, 2001.

FRANK, B. **Uma abordagem para o gerenciamento ambiental da bacia hidrográfica do Rio Itajaí, com ênfase no problema das enchentes**. 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1995.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – FEPAM/RS – **Análise das Fragilidades Ambientais e da Viabilidade de Licenciamento de Aproveitamentos Hidrelétricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Ijuí e Butuí -Piratinim-Icamaquã- Região da bacia do Rio Uruguai – RS**, in cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental nº 5, Porto Alegre – RS, 2003.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – FEPAM/RS – **Diagnóstico Ambiental da Bacia do Taquari Antas – RS**. Diretrizes Regionais para o Licenciamento Ambiental das hidrelétricas, Porto Alegre – RS. 2001 (não publicado).

HARO, A.J. 1991. **Thermal preferenda and behavior of Atlantic eels (genus *Anguilla*) in relation to their spawning migration.** Env. Biol. Fish. 31, 171-184.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em Outubro de 2005.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. **The study on Itajai river basin hydroelectric power Potential Inventory Project.** Main Report. Master Plan Study. v. II. 102p. 1991.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. **The study on Itajai river basin hydroelectric power Potential Inventory Project.** Main Report. Pre-feasibility Study on Salto Pilão(1), Dalbergia and Benedito Novo Hydropower Schemes. v. III. 179p. 1991.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. **The study on Itajai river basin hydroelectric power Potential Inventory Project.** Suporting Report. Master Plan Study. v. IV. 1991.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. **The study on Itajai river basin hydroelectric power Potential Inventory Project.** Main Report. Pre-feasibility Study on Salto Pilão(1), Dalbergia and Benedito Novo Hydropower Schemes. v. V. 1991.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. **The study on Itajai river basin hydroelectric power Potential Inventory Project.** Executive Summary. v. I. 66p. 1991.

KLEIN, R. **Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina.** Itajaí. Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

LEE, N.; HUGHES, J. 1995. **Strategic Environmental Assessment: Legislation and Procedures in the Community.** Final Report, Vol I and II, EIA Centre, University of Manchester.

LEE, N.; WALSH F.1992. **Strategic Environmental Assessment: Na Overview.** Project Appraisal, Vol. 7, N° 3, pp. 126-136.

LOCATELLI, Nei Dionísio. **Uma contribuição à gestão de recursos hídricos na bacia do rio Itajaí:** avaliação da qualidade das águas. 2003.72 p. Dissertação ( Mestrado em Engenharia

Ambiental). Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2003.

LOWE-MCCONELL, R. H. 1987. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge, Cambridge University. 382p.

MACHADO, P.A L. **Audiência pública realizada no Município de Bertioga no dia 29 de Agosto de 2006**.

MAZZONI, R.; LOBON-CERVIÁ, J. 2000. **Longitudinal structure, density and production rates of a neotropical stream fish assemblage: the river Ubatiba in the Serra do mar, southeast Brazil**. *Ecography* 23: 588-602.

MISERENDINO, M. L. 2001. **Macroinvertebrate assemblages in Andean Patagonian rivers and streams: environmental relationships**. *Hydrobiologia* 444: 147-158.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUGARTNER, G.; BIALETZKI, A., SANCHES, P.V., MAKRAKIS, M.C., PAVANELLI, C.S. **Ovos e larvas de peixes de água doce. Desenvolvimento e manual de identificação**. Ed. da Universidade Estadual de Maringá, 2001. 378 p.

NEPPEL, Maristela. **Sucessão secundária da vegetação em diferentes modelos de recuperação ambiental na planície aluvial do Rio Benedito, em Timbó, SC.** , 2003. 79p, il. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2003.

ORTIZ, Amado Insfrán. **Indicadores da qualidade da água em micro bacias agrícolas**. 2003. 144p. Dissertação ( Mestrado em Engenharia Ambiental). Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2003.

PAIVA, J.B. et al. **Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. Porto Alegre, 2001. Ed. Evangraf.

PAIVA, M.P.; ANDRADE-TUBINO, M.F.; GODOY, M.P. **As represas e os peixes nativos do Rio Grande, bacia do Paraná, Brasil**. Ed. Interciência, 2002. 78p.

- PARTIDÁRIO, M.R. 1999. **Strategic Environmental Assessment** – principles and potencial. Em Petts, Judith (Ed.), Handbook on Environmental Impact Assessment, Blackwell, Londres: pp. 60-73.
- PINHEIRO, Adilson. **Monitoramento e avaliação da qualidade das águas**. In: Avaliação e contabilização de impactos ambientais. Ademar Ribeiro Romeiro (org.) Campinas: Editora da UNICAMP; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004.
- PINHEIRO, Adilson; BRAMORSKI, Julieta; CRESPO, Patrícia Grassiani. **Quantificação da produção de sedimentos em suspensão na bacia do rio Itajaí**. In: revista Estudos Ambientais, v.4, n.1, p.115-122, jan./abr.2002.
- PROSUL/RTK (2002-2003) **Estudo de Sustentabilidade Ambiental – Empreendimentos hidrelétricos no rio Caveiras – SC**. p. 144.
- RAMOS, S.M.F.G. **Avaliação Ambiental Estratégica no Planejamento do Setor Elétrico Brasileiro**. In: **XVI SIMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRICOS**. Integrando a Gestão de Águas às Políticas Sociais e de Desenvolvimento Econômico. Anais Nov/2005.
- REVISTA TÉCNICO CIENTÍFICA. **Por que fazer o Estudo de Impacto Ambiental do Projeto JICA**. Universidade Regional de Blumenau. Vol. 4 – nº 17. Ed. Furb.1996.
- ROCHA, C.H.B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2000. 220 p. il.
- RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; LEITÃO FILHO, Hermógenes de Freitas. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Sao Paulo : EDUSP : FAPESP, 2000. 320p, il.
- SABINO, J.; CASTRO, R.C.M. 1990. **Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta atlântica (Sudeste do Brasil)**. Ver Brasil. Biol., 50 (1): 23-36.
- SABINO, J.; ZUANON, J. 1998. **A stream fish assemblage in Central Amazônia: distribution activity patterns and feeding behaviour**. Ichthyol. Explor. Freshwaters 8 (3): 201-210.
- SACHS, Ignacy. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000. 144p.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, Manejo e Conservação do Solo e da Água. Projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em micro bacias.** 2 ed. Florianópolis:EPAGRI. 1994. 384 p.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina: diagnóstico geral.** Florianópolis: Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. 1997.

SCHAFER, W. B.; PROCHNOW, M. **A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira.** Brasília : APREMAVI, 2002.

SCHEIBE, L. F. 1986. **A Geologia de Santa Catarina – Sinopse Provisória-** Ver. Geosul, nº1, p 7-39.

SCHELLAS, J.; GREENBERG, R. **Forest patches in tropical landscapes.** Washington; Island Press, 1997. 426 p.

SEVEGNANI, L.; SANTOS, L.S. **Contribuição à ecologia das planícies aluviais do Rio Itajaí-açu: relações entre cotas de inundação e espécies vegetais.** Revista Estudos Ambientais. Blumenau. 2 (1): 5-15.2000.

SHEAT. W.R. 1992. **Lobbying for Effective Environmental Assessment:** Long Range Planning, Vol. 25, pp. 90-98.

SHEAT. W.R.; CERNY, R.J. 1993. **Legislating for EIA: Learning the Lessons** Paper presented at the International Association for Impact Assessment – IAIA, 13 th. Annual meeting, Shangai, China, 11-15 June 1993.

SIMONE, G.A. **Centrais e Aproveitamentos Hidrelétricos.** Uma Introdução ao Estudo. São Paulo: Érica, 2000.

SOMA – SOLUÇÕES EM MEIO AMBIENTE, **Avaliação Ambiental Estratégica como instrumento de licenciamento para hidrelétricas – o caso das bacias do rio Chopim no Paraná,** SOMA, 2002.

THÉRIVEL, R., et all. 1992. **Strategic Environmental Assesment.** Earthscan Publications Ltd., London.

THÉRIVEL, R.; PARTIDÁRIO M. R. 1996. **The Practice of Strategic Environmental Assessment**. Earthscan Publications Ltd., London.

TUCCI, C. E. M.(2006). **Avaliação Ambiental Integrada de Bacias Hidrográficas**. 1a. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente-MMA e PNUD ((Projeto PNUD 00/20), Apoio a Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental. Brasília-DF. 362 p.

TUCCI, C.E.M. Regionalização de vazões. In: TUCCI, C.E.M. (org.) 1993. **Hidrologia. Ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. Da Universidade: ABRH: EDUSP, 1993. p.573-619.

UIEDA, V.S.; UIEDA, W. 2001. **Species composition and spatial distribution of a stream fish assemblage in the east coast of Brazil: comparison of two field study methodologies**. Brazilian Journal of Biology 61 (3): 377-388.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R.; CUSHING, C.E., 1980. **The river continuum concept**. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol.37. p. 130-137.

VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática**. Ed. da Universidade Estadual de Maringá, 1996.169 p.

VIANA, V.M. **Conservação da Biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensivamente cultivadas**. In: Abordagens interdisciplinares para a conservação da biodiversidade e dinâmica do uso da terra no novo mundo. Belo Horizonte/Gainesville: Conservation International do Brasil/Universidade Federal de Minas Gerais/ University of Florida, 1995. p. 135-154.

VIANA, V.M. TABANEZ, A.A.J.; MARTIS, J.L.A. **Restauração e Manejo de fragmentos florestais**. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2, São Paulo, 1992, Anais. São Paulo: Instituto florestal de São Paulo, 1992, p. 400-407.

VIBRANS, A. C. **A cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí: Elementos para uma análise histórica**. 2003. 225 p. Tese ( Doutorado em Geografia) – Departamento de Geociências, Curso de Doutorado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

VIVACQUA, M. D. **Gestão de Recursos Hídricos, Comitês de Bacia Hidrográfica e o Processo Administrativo de Arbitragem de Conflitos pelo Uso da Água**. Blumenau,

2005. Dissertação (Mestrado de Engenharia Ambiental) Universidade Regional de Blumenau.

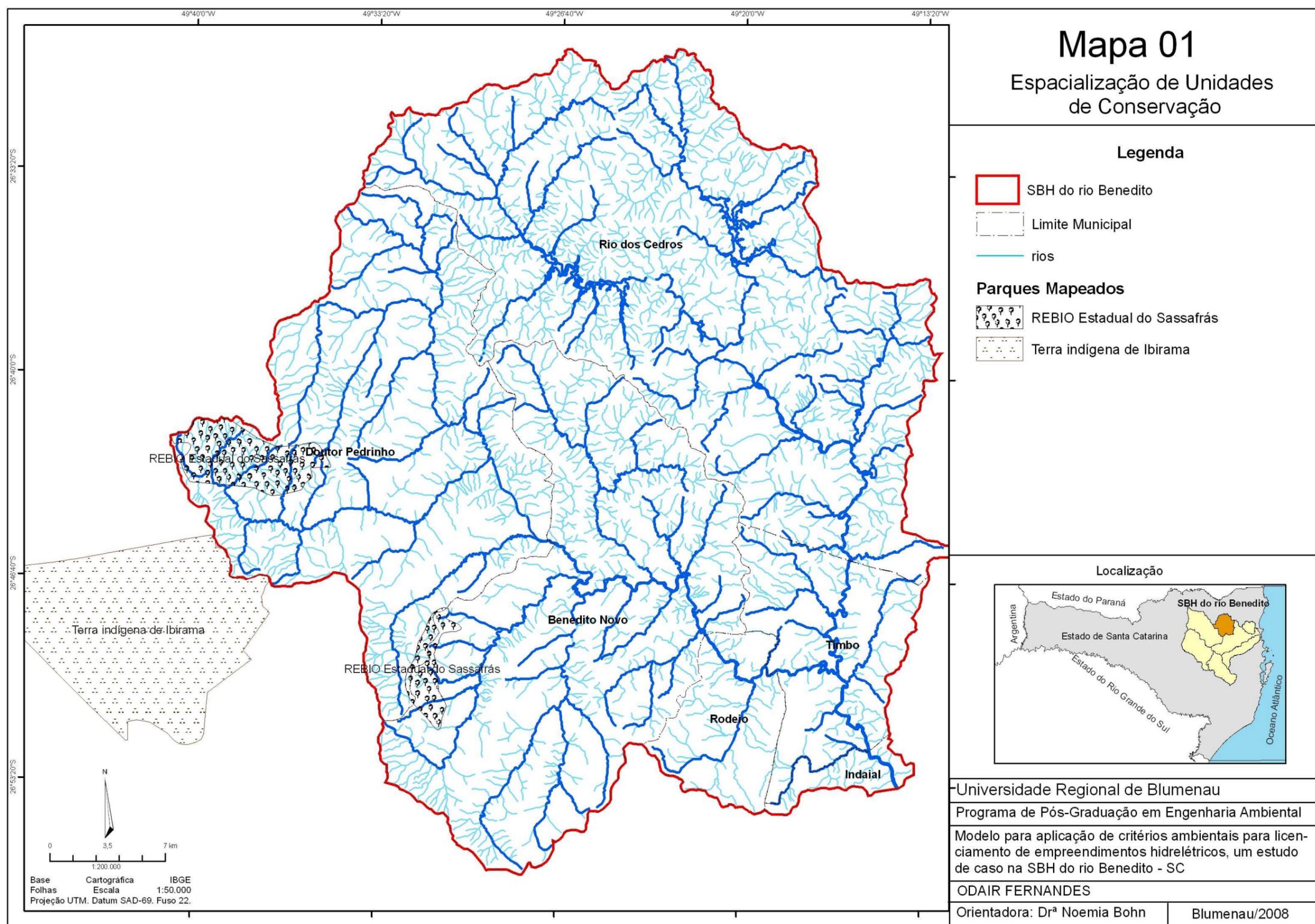
WALKER, C.H.; HOPKIN, S.P.; SIBLY, R.M.; PEAKALL, D.B. 1996. **Principles of Ecotoxicology**. Taylor & Francis, Londres, UK.

WELCOMME, R.L. 1995. **Relationships between fisheries and the integrity of rivers systems**. Regulated rivers: research and management, London, (11): 121-136.

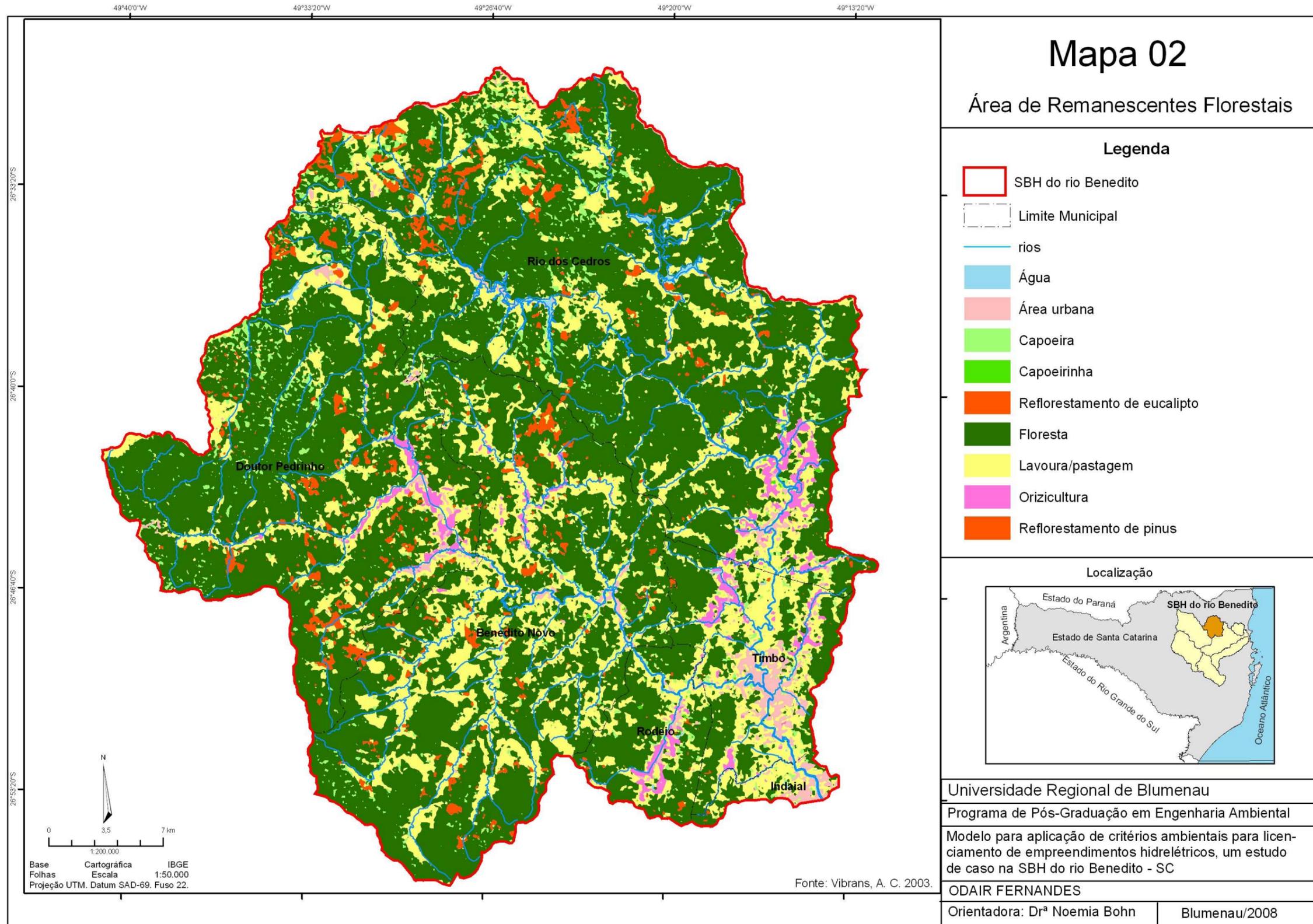
WILSON, E. 1993. **Strategic Environmental Assessment: Evaluating the Impacts of European Policies, Plans, and Programmes**. European Environment, Vol. 3, Part 2, pp. 2-6.

WORD BANK, Agricultural Sector Survey, 1993.

## Anexo A - Espacialização de Unidades de Conservação



Anexo B - Áreas de remanescentes florestais



# Mapa 02

## Área de Remanescentes Florestais

### Legenda

- SBH do rio Benedito
- Limite Municipal
- rios
- Água
- Área urbana
- Capoeira
- Capoeirinha
- Reflorestamento de eucalipto
- Floresta
- Lavoura/pastagem
- Orizicultura
- Reflorestamento de pinus

### Localização

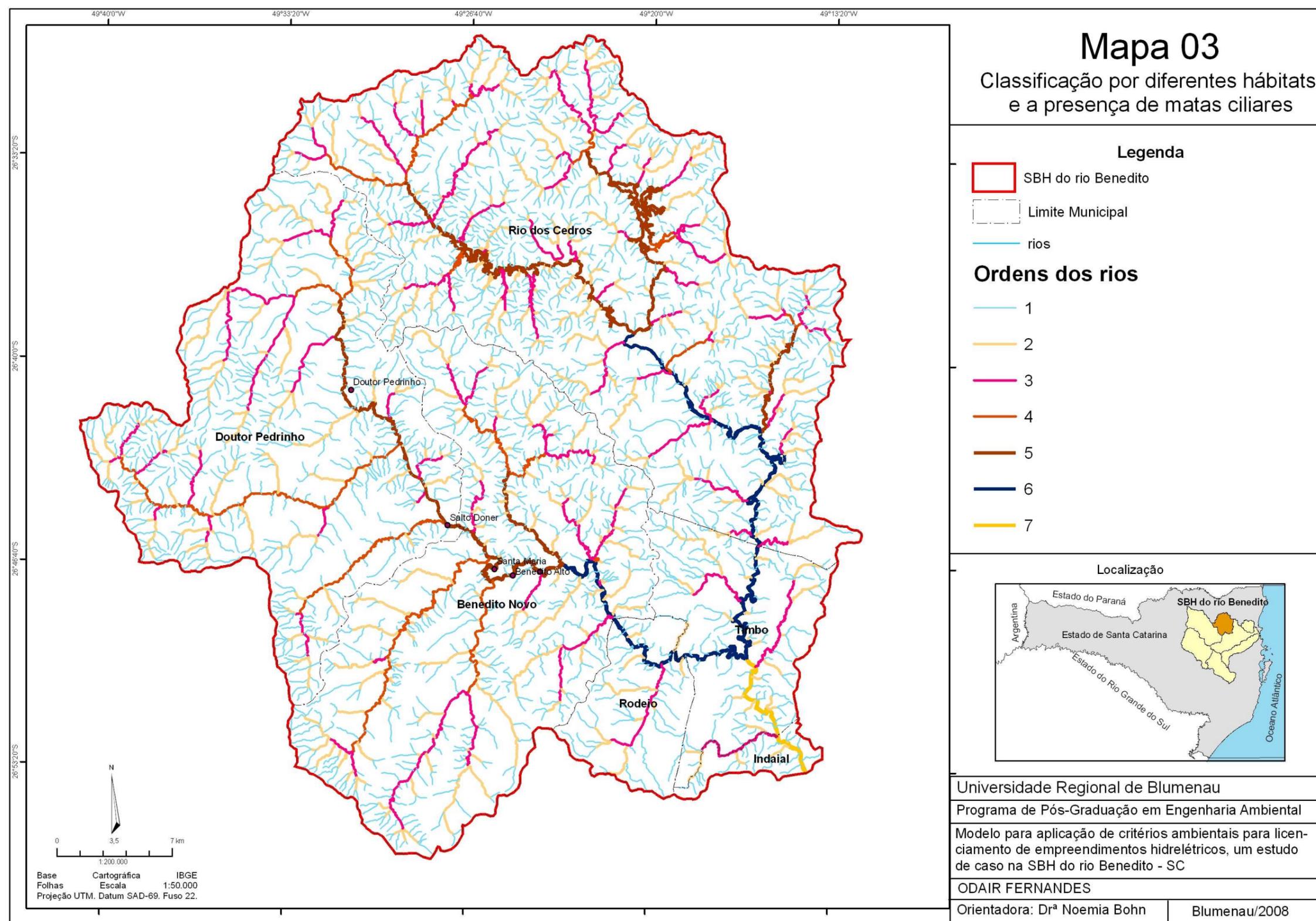


Base Cartográfica IBGE  
 Folhas Escala 1:50.000  
 Projeção UTM. Datum SAD-69. Fuso 22.

Fonte: Vibrans, A. C. 2003.

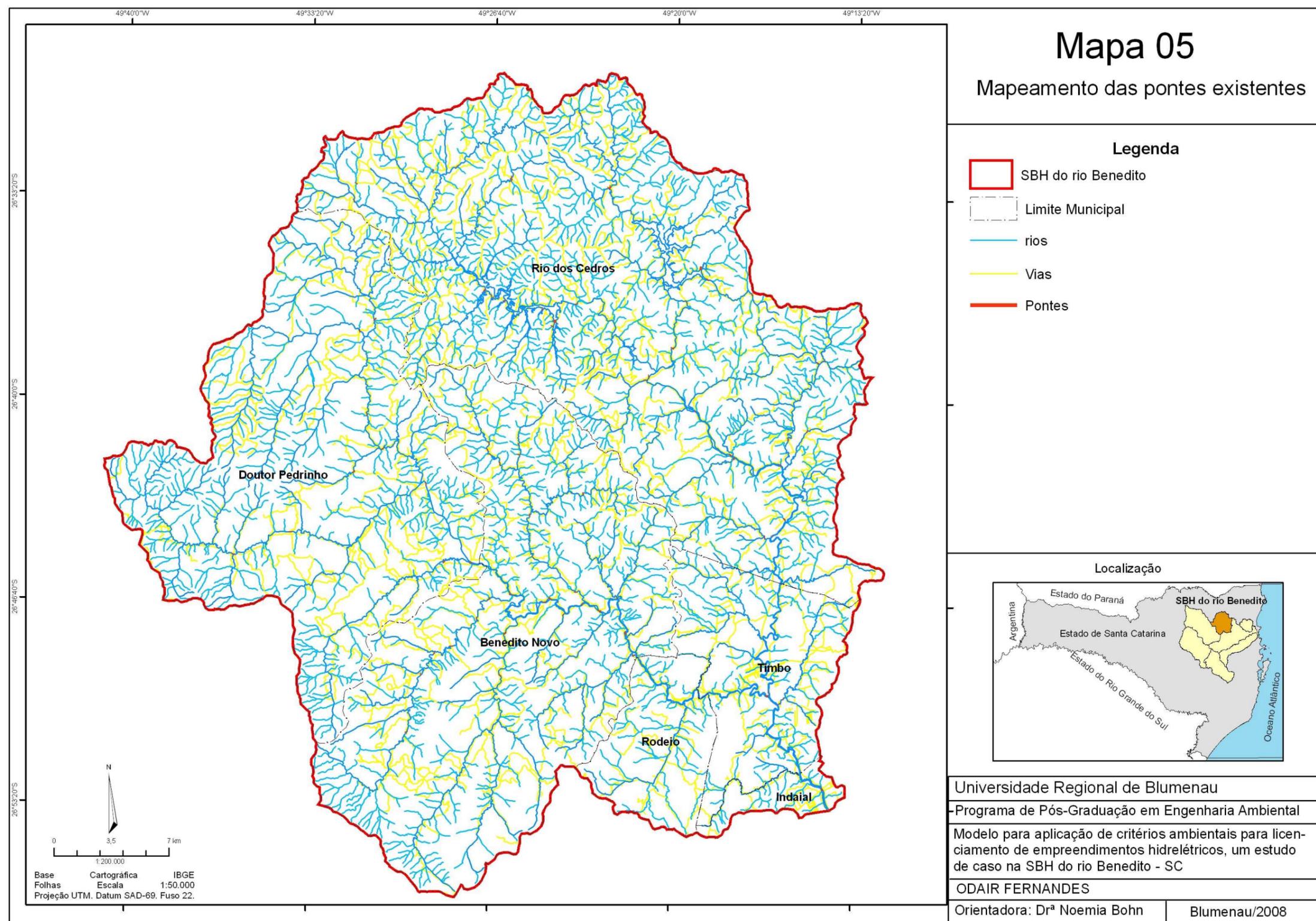
Universidade Regional de Blumenau  
 Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental  
 Modelo para aplicação de critérios ambientais para licenciamento de empreendimentos hidrelétricos, um estudo de caso na SBH do rio Benedito - SC  
 ODAIR FERNANDES  
 Orientadora: Dr<sup>a</sup> Noemia Bohn | Blumenau/2008

Anexo C – Classificação por diferentes habitats e a presença de matas ciliares

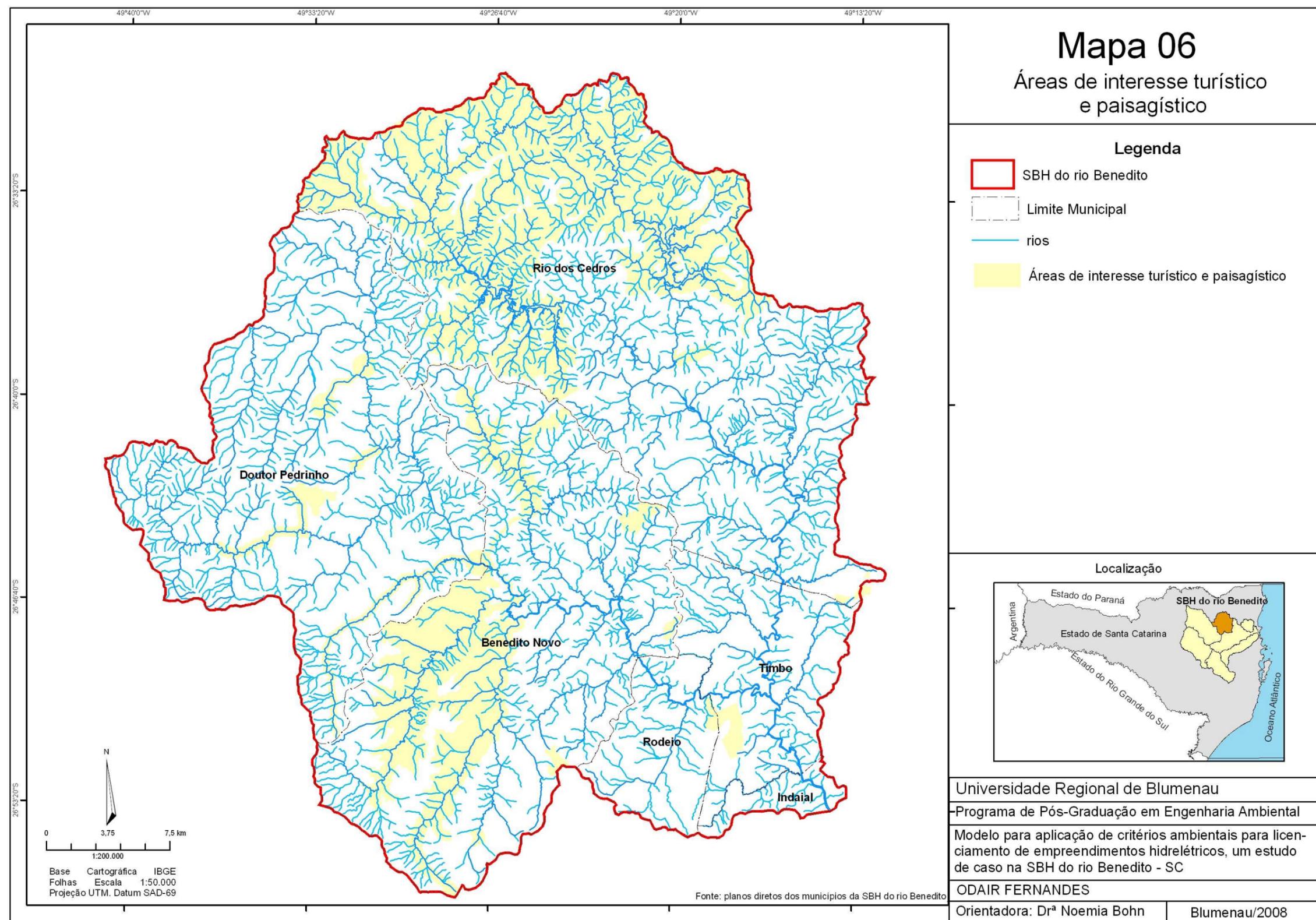




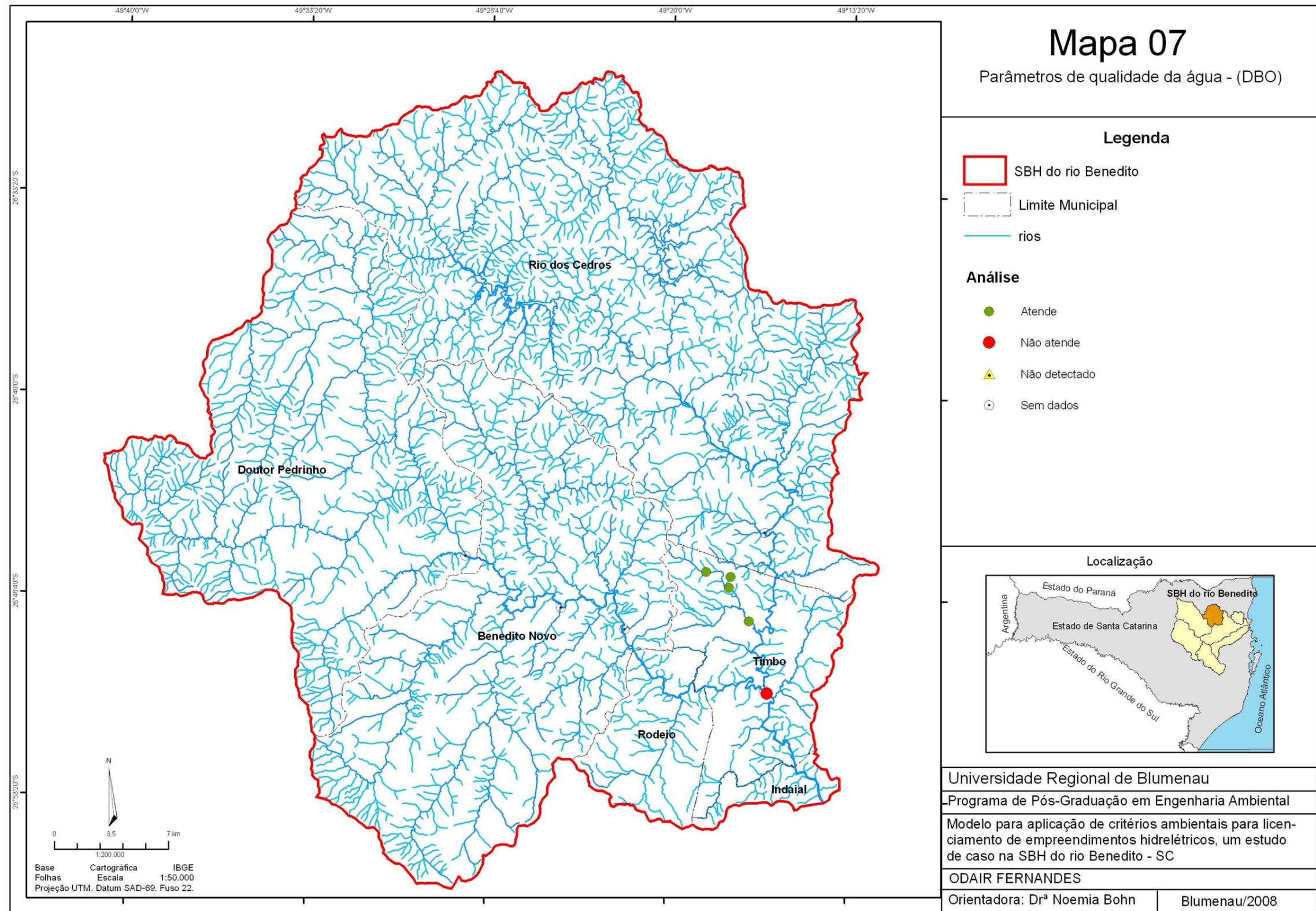
## Anexo E - Mapeamento das pontes existentes



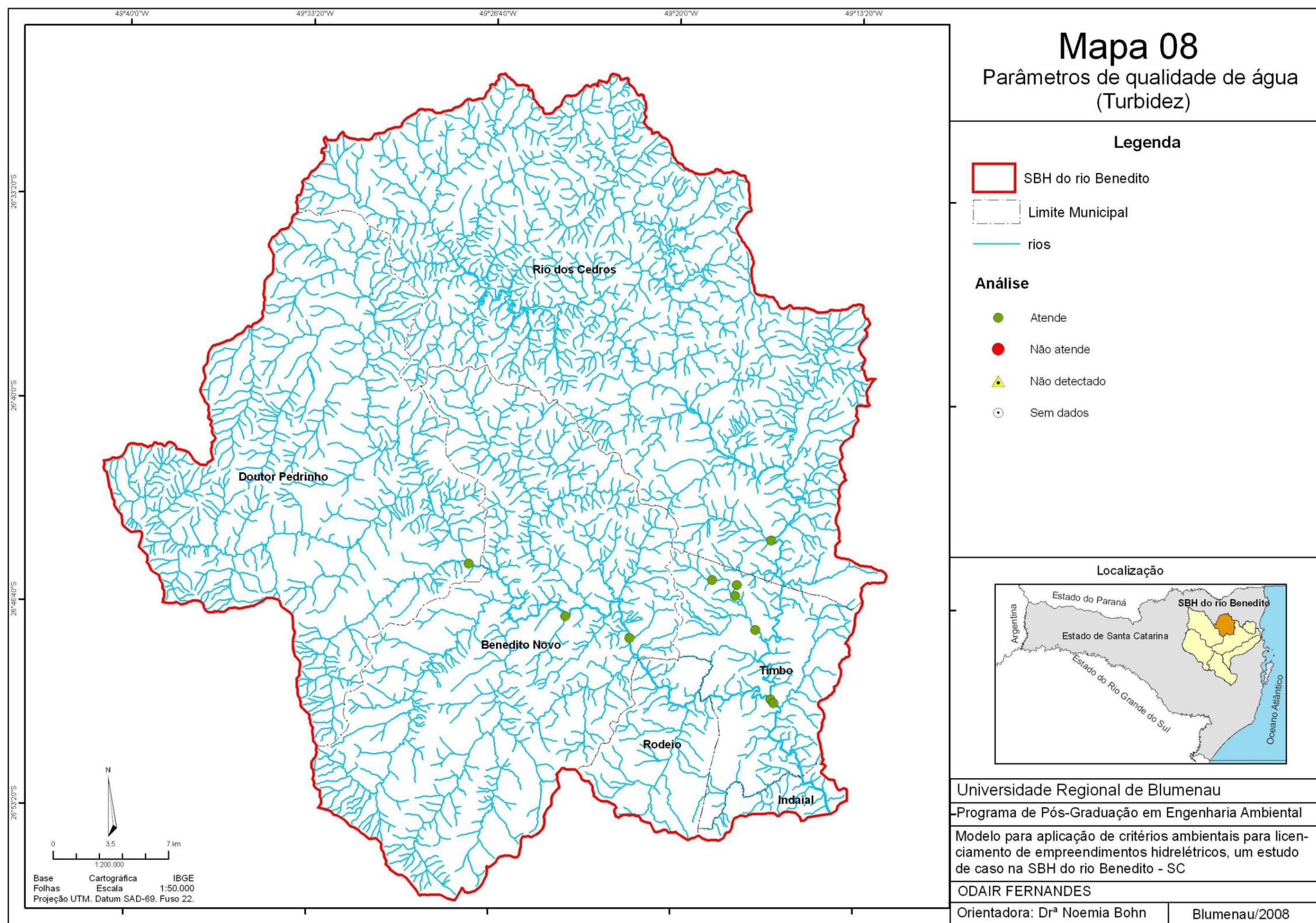
## Anexo F - Áreas de interesse turístico e paisagístico



Anexo G - Parâmetros de qualidade da água - DBO

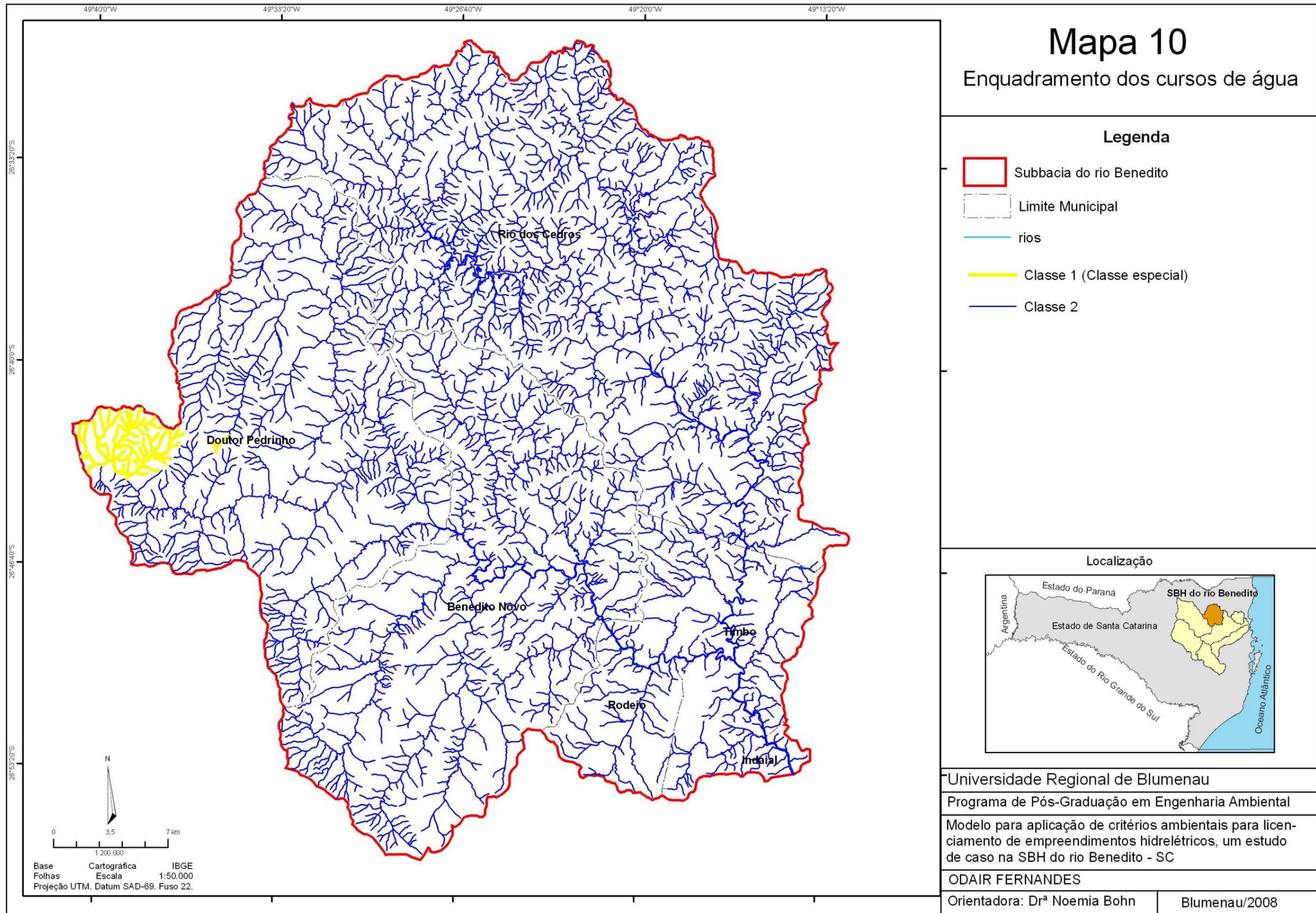


## Anexo H - Parâmetros de qualidade da água – Turbidez

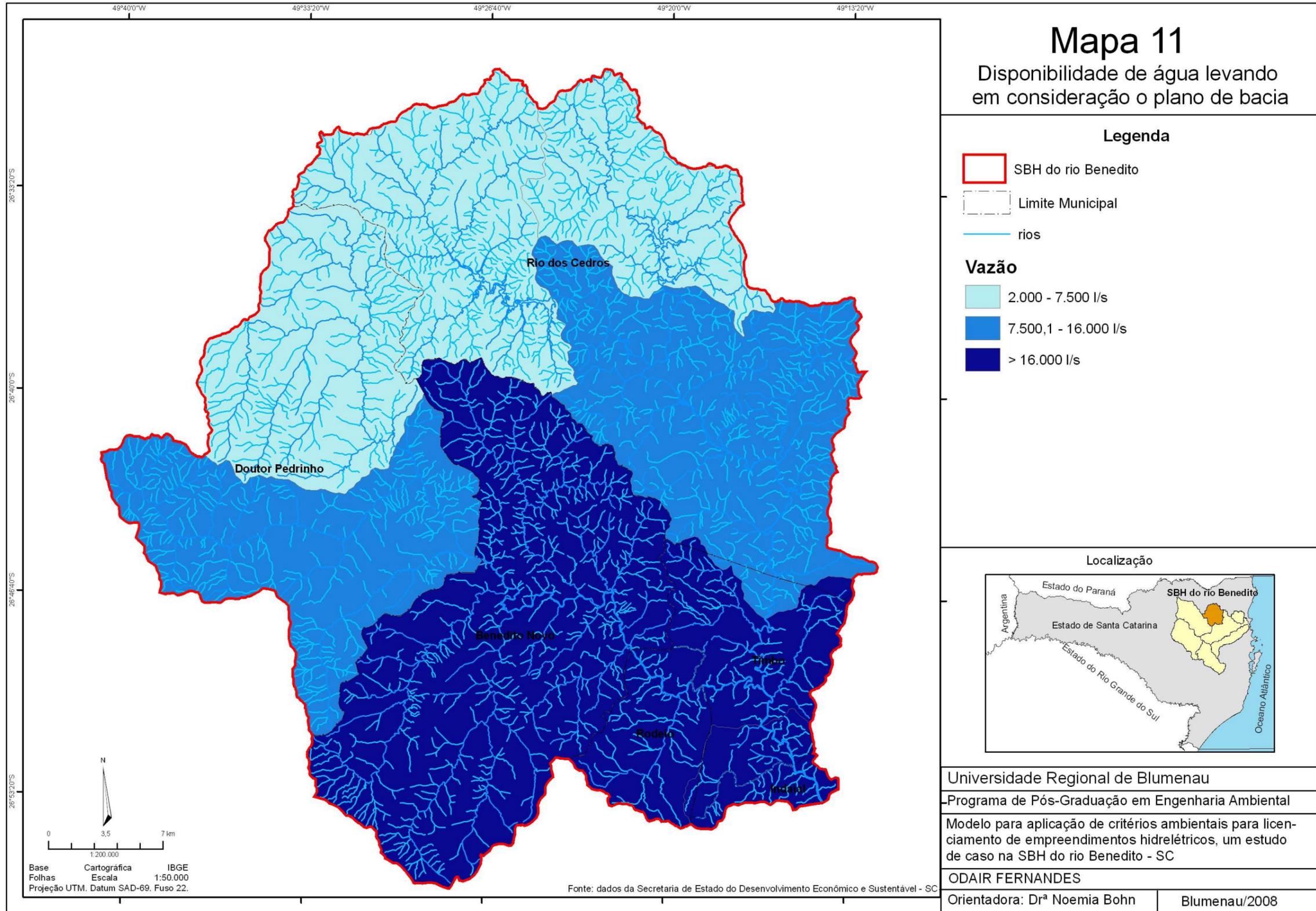




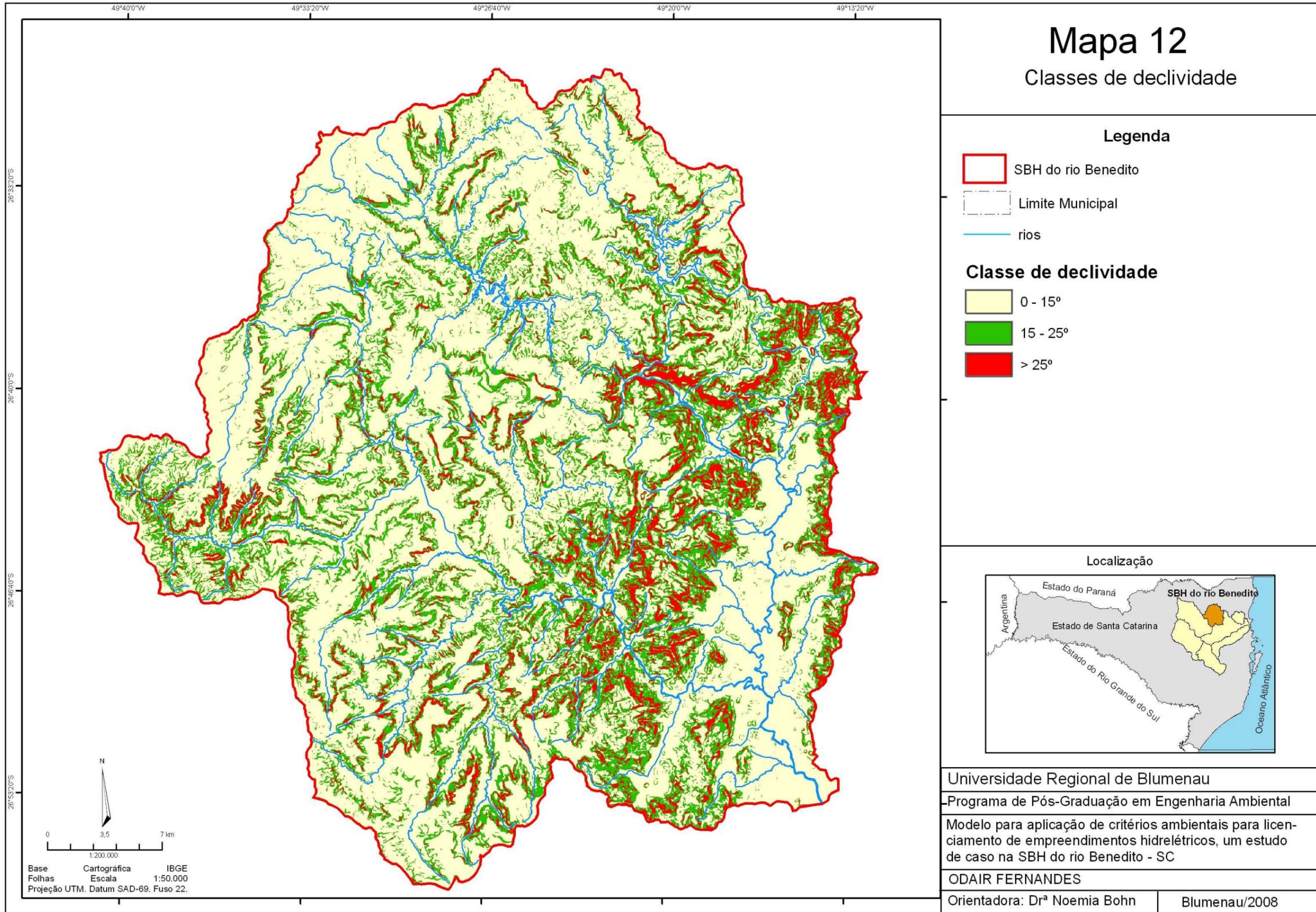
Anexo J - Enquadramento dos cursos de água



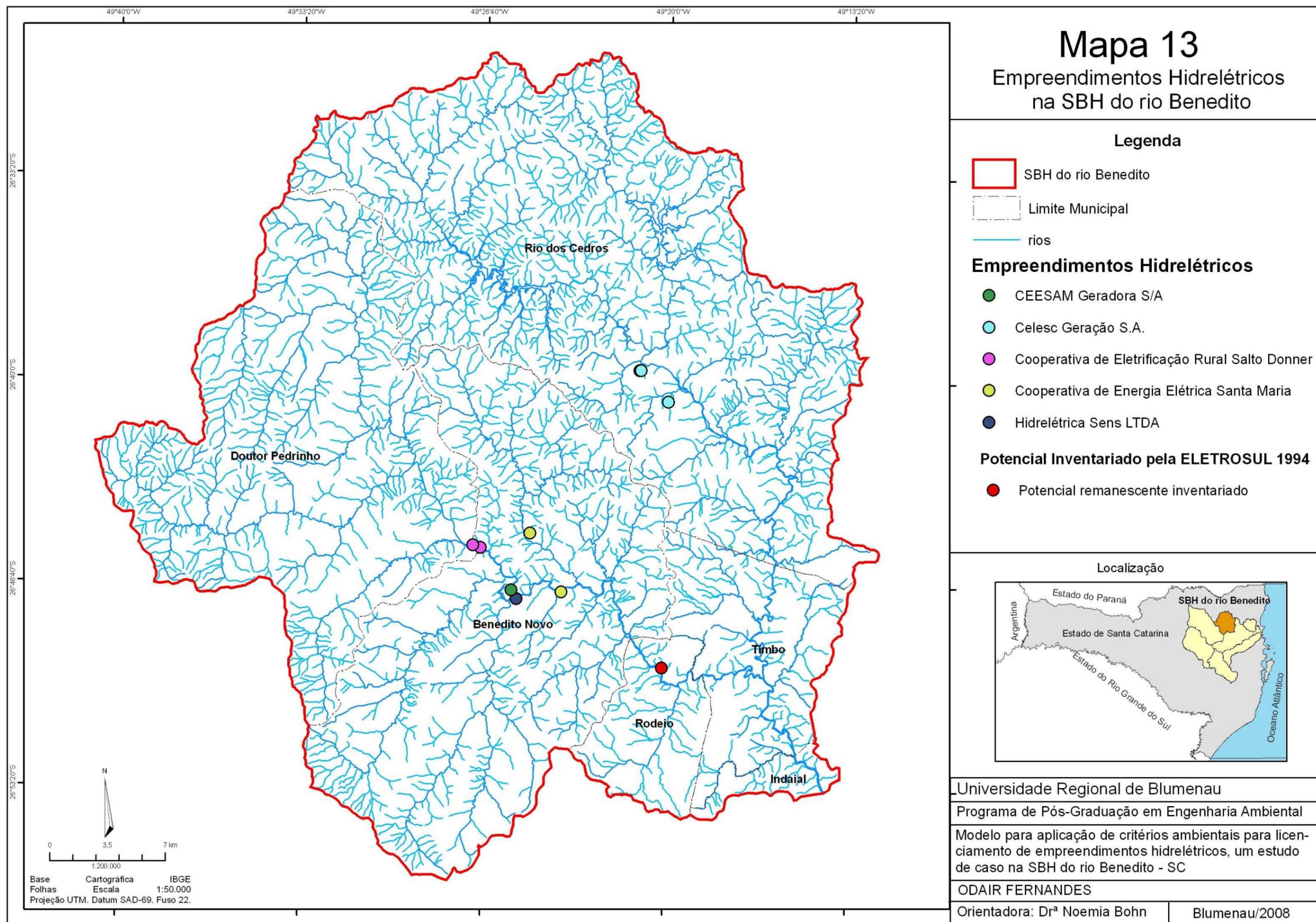
Anexo L - Disponibilidade de água levando-se em consideração o Plano de Bacia



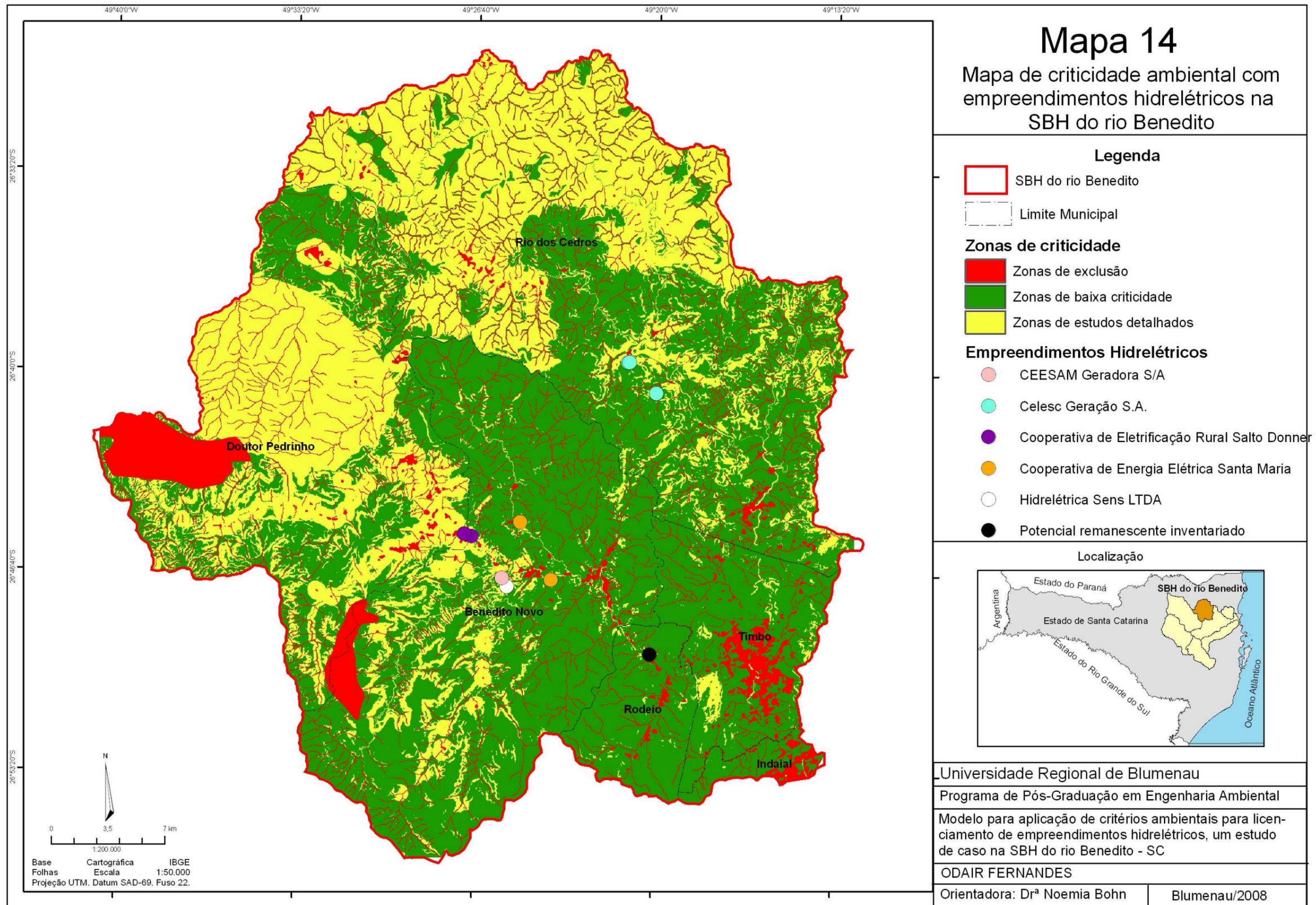
Anexo M - Declividade



## Anexo N - Empreendimentos Hidrelétricos na SBH do rio Benedito



Anexo O - Mapa de Criticidade ambiental com empreendimentos hidrelétricos na SBH do rio Benedito



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)