



DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA DO TAQUARI-ANTAS, RS:

DIRETRIZES REGIONAIS PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL DAS HIDRELÉTRICAS

Trecho médio e superior



Governo do Estado do Rio Grande do Sul
Secretaria Estadual do Meio Ambiente
Fundação Estadual de Proteção Ambiental

Governador do Estado do Rio Grande do Sul
Olívio de Oliveira Dutra

Secretário de Meio Ambiente
Cláudio Langone

Diretor – Presidente da FEPAM
Nilvo Luiz Alves da Silva

Diretora – Técnica da FEPAM
Maria Dolores Schuler Pineda

Departamento de Qualidade Ambiental - FEPAM
Ana Rosa Bered

Serviço da Região do Guaíba - FEPAM
Sílvia Mara Pagel

Porto Alegre, outubro de 2001.

Equipe técnica da FEPAM:

Coordenação:

Eng^a. Ftal. Silvia Mara Pagel
Geógr. Lilian Waquil Ferraro

Biól. Marta Dabdab Domingues Segalla
Arq. Ilse Rosito Dicki
Eng. Quím. Enio Henriques Leite
Biól. Isabel Cristina Junqueira
Eng. Civil Maria Salete Cobalchini

Estagiários:

Deniel da Silva Mollé
Ingrid Adegas Roesse

Consultores:

Antonio Domingues Benetti - UFRGS
Carlos Eduardo Morelli Tucci - UFRGS
Demétrio Luis Guadagnin - UNISINOS
Fernando Gertum Becker – doutorando da UFRGS

Agradecimentos:

Companhia Estadual de Energia Elétrica – CEEE
Fundação Zoobotânica – FZB
Departamento de Florestas e Áreas Protegidas – DEFAP
Departamento de Recursos Hídricos – DRH

SUMÁRIO

1 – APRESENTAÇÃO	8
2 – OBJETIVOS	9
3 – CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA	10
4 – ESTUDOS ANTERIORES	20
5 – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL: MÉTODOS E RESULTADOS	23
6 – VIABILIDADE AMBIENTAL DAS HIDRELÉTRICAS	38
7 – CONCLUSÕES	42
8 – DIRETRIZES PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL ATRAVÉS DE EIA/RIMA	43
9 – DIRETRIZES PARA A CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA	45
10 – ESTUDOS INDICADOS	50
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
12 - LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO	55

LISTA DOS MAPAS

<i>Mapa 1 – Localização da Bacia do Taquari-Antas no Estado</i>	11
<i>Mapa 2 – Principais tipos de sub-bacias</i>	13
<i>Mapa 3 – Localização das barragens previstas no inventário</i>	19
<i>Mapa 4 – Mapa síntese das áreas de importância para a conservação da biodiversidade terrestre</i>	26
<i>Mapa 5 – Cenário selecionado para conservação da ictiofauna</i>	28
<i>Mapa 6 – Mapa síntese das áreas críticas quanto à qualidade da água</i>	32
<i>Mapa 7 – Mapa dos municípios com a intensidade dos usos antrópicos relacionados aos rios da Bacia</i>	34
<i>Mapa 8 – Mapa das áreas críticas em relação ao uso antrópico</i>	35
<i>Mapa 9 – Mapa síntese de criticidade ambiental da Bacia obtido pela sobreposição das áreas críticas com as barragens previstas no inventário</i>	36
<i>Mapa 10 – Cenário final para a Bacia Hidrográfica com a classificação das barragens previstas</i>	41

LISTA DAS TABELAS

<i>Tabela 1 – Área protegida por região fitogeográfica</i> —————	14
<i>Tabela 2 – Unidades de conservação por região fitogeográfica na Bacia</i> _____	14
<i>Tabela 3 – Unidades de conservação municipais existentes na Bacia</i> _____	15
<i>Tabela 4 – Áreas e respectivos potenciais de uso do solo na Bacia</i> _____	17
<i>Tabela 5 – Classificação dos reservatórios em função da relação carga/volume</i> —	30
<i>Tabela 6 – Relação dos reservatórios potencialmente mais críticos quanto à qualidade da água</i> —————	31

LISTA DOS ANEXOS

<i>Anexo 1 – Relação das barragens previstas no inventário hidrelétrico</i>	62
<i>Anexo 2 – Mapa da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e das unidades de conservação</i>	64
<i>Anexo 3 – Mapa de classificação da qualidade atual das águas</i>	65
<i>Anexo 4 – Estratificação térmica potencial dos reservatórios</i>	66
<i>Anexo 5 – Classificação dos reservatórios de maior carga potencial isolada de DBO, de Nitrogênio total, de Fósforo total e de Coliformes fecais</i>	67
<i>Anexo 6 – Empreendimentos em licenciamento na FEPAM</i>	69

1 – APRESENTAÇÃO

A Bacia do Taquarí-Antas localiza-se na região de cabeceiras da Região Hidrográfica do Guaíba e integra a área da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – RBMA, reconhecida pela UNESCO em 1993, abrigando 18,2% dos remanescentes florestais do Estado, conforme comprovam os dados do inventário florestal realizado pelo Departamento Estadual de Florestas e Áreas Protegidas – DEFAP (Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA), em convênio com a Universidade Federal de Santa Maria – UFSM (SEMA e UFSM, 2001).

As características geomorfológicas, com vales estreitos e profundos e uma rede de drenagem densa, propiciaram a conservação do patrimônio ecológico da Bacia. Estas características, associadas a áreas com declive acentuado, conferem a esta Bacia um grande potencial hidrelétrico.

Em estudo realizado em 1993, a Companhia Estadual de Energia Elétrica – CEEE inventariou os locais mais adequados para a construção de barragens, com a recomendação final de 57 aproveitamentos. Em estudos posteriores realizados pela própria CEEE, um deles foi suprimido (GUA VIII), resultando nos 56 aproveitamento considerados neste estudo (Anexo1). O potencial energético desses empreendimentos totaliza 1.114,5 MW, variando de 01 a 130 MW, com energia garantida agregada de 534 MW (CEEE e Magna Engenharia, 1993).

Com o início do processo de licenciamento dos empreendimentos previstos no inventário hidrelétrico, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM identificou a necessidade de realização de um diagnóstico ambiental da Bacia, objetivando a definição de diretrizes para subsidiar a análise dos estudos de impacto ambiental dos respectivos empreendimentos.

Dentro deste contexto foi elaborado o presente trabalho, buscando trazer um novo enfoque de análise ambiental no âmbito dos órgãos licenciadores, tendo como base a região hidrográfica. Da mesma forma, introduz na análise do licenciamento ambiental uma perspectiva mais estratégica, analisando o conjunto dos aproveitamentos propostos.

Valorizam-se as relações existentes entre os aspectos da paisagem e os recursos hídricos e possíveis alterações que poderão surgir com a implementação das usinas hidrelétricas. Esta abordagem permite identificar quais serão os empreendimentos potencialmente mais prejudiciais à qualidade ambiental da Bacia, considerada no seu aspecto regional.

2 – OBJETIVOS

2.1 – Objetivo geral

- Caracterizar a Bacia no seu contexto regional, identificando as áreas mais importantes para a conservação ambiental.
- Estabelecer diretrizes que orientem o processo de licenciamento ambiental dos empreendimentos previstos no inventário hidrelétrico, considerando a capacidade de suporte do ambiente frente a estes empreendimentos para garantir a qualidade ambiental da Bacia.

2.2 - Objetivos específicos

- Identificar as áreas onde os impactos ambientais decorrentes da implantação das usinas hidrelétricas serão mais significativos;
- Identificar entre os 56 empreendimentos previstos, quais os potencialmente mais impactantes;
- Propor medidas para minimizar ou compensar os impactos ambientais identificados;
- Identificar as lacunas de dados e de pesquisas que se fazem necessários para execução das ações propostas.

3 – CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

A Bacia do Taquari-Antas situa-se na porção nordeste do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 28° 10'S e 29° 57'S; 49° 56'WGr e 52° 38'WGr, ocupando uma área de 26.428 km², correspondendo a 9% do território estadual (Mapa 1).

A Bacia faz parte da Região Hidrográfica do Guaíba, sendo o rio Taquari-Antas o principal afluente do rio Jacuí, que é o maior formador do Lago Guaíba. Seus principais afluentes pela margem esquerda são os rios Camisas, Tainhas e Lajeado Grande, e pela margem direita os rios Quebra-Dentes, da Prata, Carreiro, Guaporé, Forqueta e Taquari-Mirim.

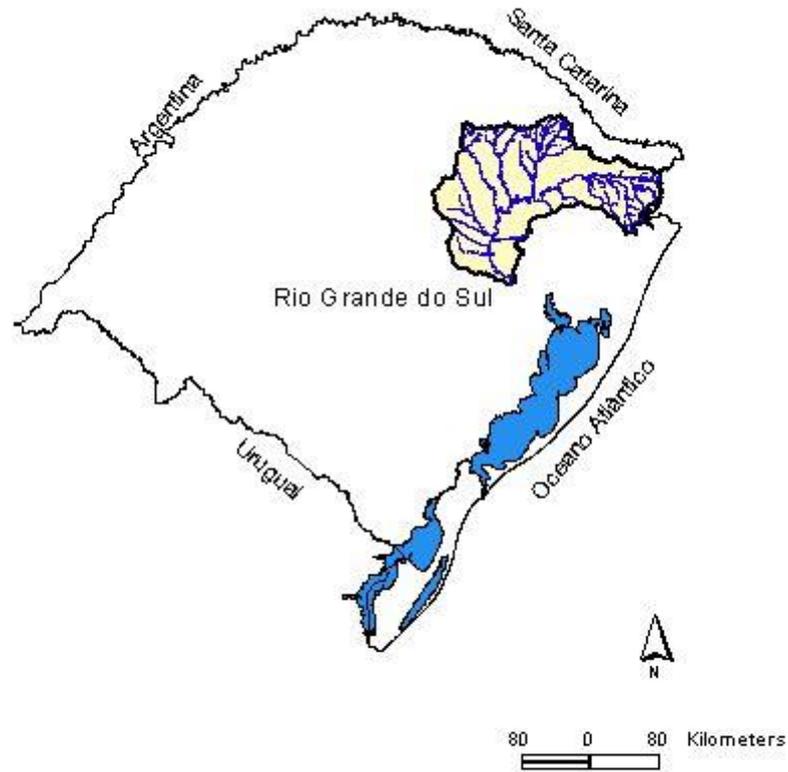
As nascentes do Taquari-Antas localizam-se no extremo leste da Bacia, com a denominação de rio das Antas até a confluência com o rio Guaporé, quando passa a denominar-se rio Taquari, desembocando junto ao rio Jacuí. Tem uma extensão de 530 km desde as nascentes até a foz, sendo 390 km denominado rio das Antas e 140 km, rio Taquari.

A Bacia do Taquari-Antas é compreendida, quase totalmente, por litologias da bacia do Paraná na porção médio-superior, onde se localizam os derramamentos de lava basáltica. Na porção sul e cabeceiras dos cursos d'água encontram-se os depósitos sedimentares de origem coluvial, fluvial e eólica, do quaternário recente.

A topografia proporciona aos rios formadores da Bacia características diferenciadas em função da variação de altitude, que acompanha o Taquari-Antas e seus afluentes desde as cabeceiras, acima de 1000 m de altitude, até a foz, em uma altitude aproximada de 5 m.

A diferenciação topográfica confere à Bacia três áreas com padrões de paisagem distintos:

- altitudes superiores a 700 m: planalto
entre as nascentes e a foz do rio Tainhas, o rio Taquari-Antas caracteriza-se por possuir declividade acentuada (média de 4,8 m/km), com afluentes encaixados e muitas corredeiras
- altitudes entre 700 m e 200 m: encostas
entre a foz do rio Tainhas e a foz do rio Guaporé, o rio apresenta uma declividade menos acentuada (média de 1,6 m/km), com vales encaixados e corredeiras.



mapa 1: localização da Bacia do Taquari-Antas no Estado

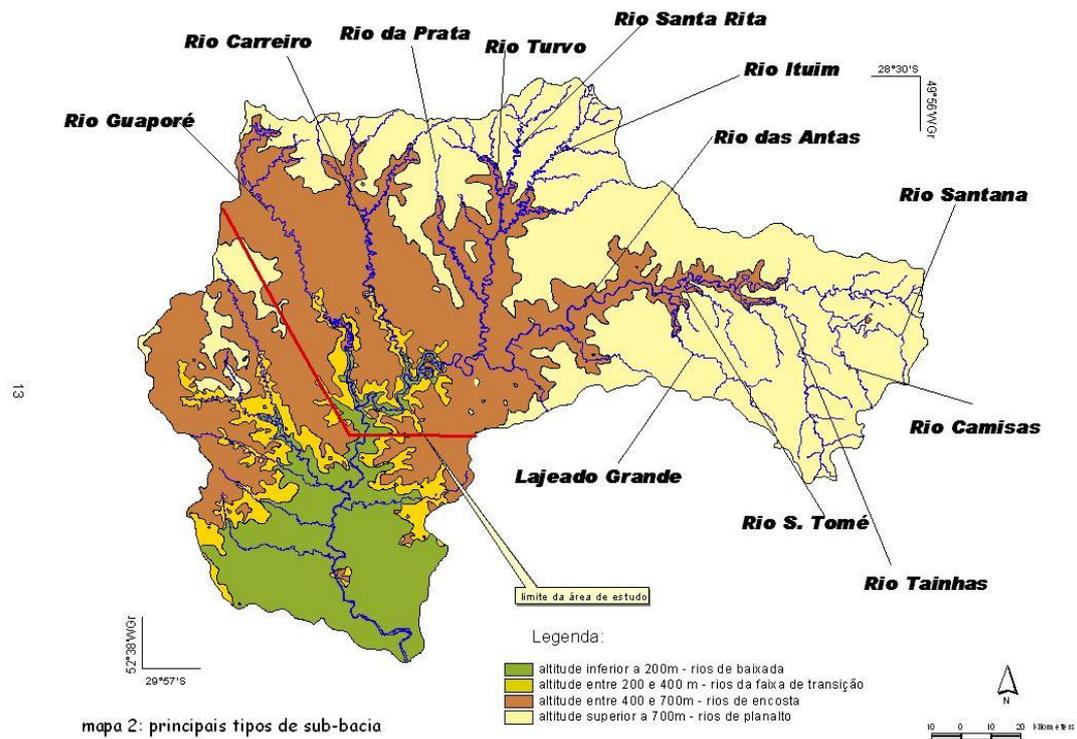
- altitudes inferiores a 200 m: baixada
começa na foz do Guaporé e termina na confluência com o rio Jacuí, com pouca declividade (média de 0,2 m/km) e raras corredeiras.

Os rios que drenam esta Bacia podem ser identificados com base nestas características regionais, formando sub-bacias típicas de planalto (acima de 700 m de altitude), sub-bacias de encosta (entre 700 m e 200 m de altitude) e sub-bacias de baixada (inferior a 200 m de altitude) (Mapa 2).

Os solos da Bacia são de vários tipos. No trecho inferior, na várzea do rio Taquari, os solos são de alta fertilidade natural e boas características físicas, com relevo plano a suavemente ondulado. Na área do entorno deste trecho, os solos são podzólicos associados a rochas sedimentares, de baixa fertilidade natural. No vale do trecho médio e superior do rio Taquari-Antas, os solos são eutróficos, com relevo fortemente ondulado. Na área do entorno deste trecho, os solos apresentam textura argilosa associados à formação Serra Geral, com relevo ondulado a suavemente ondulado e afloramentos rochosos. No trecho superior dos afluentes, encontram-se os latossolos com relevo suavemente ondulado, muito utilizado para lavouras mecanizadas devido à topografia e características físicas adequadas.

O tipo climático predominante é o subtropical úmido, com duas variedades principais, segundo o sistema geral de Koeppen: Cfa e Cfb. A primeira, abrangendo altitudes inferiores a 600 m, caracteriza-se por temperaturas médias compreendidas entre -3°C e 18°C para o mês mais frio e superiores a 22°C para o mês mais quente, com precipitação bem distribuída durante o ano e total anual em torno de 1400 mm. A variedade Cfb diferencia-se basicamente pelas temperaturas médias do mês mais quente inferiores a 22°C e precipitação total anual superior a 1600 mm, em consequência da altitude, já que predomina nas áreas com cotas superiores aos 600 m.

A vegetação apresenta 3 regiões fitogeográficas associadas à Mata Atlântica: a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Estacional Decidual e as Savanas (Campos de Altitude e Campos do Planalto Médio). Considerando critérios de altitude, que para a escala do trabalho mostrou-se adequado, a Floresta Ombrófila Mista estaria originalmente distribuída nas áreas acima de 500 m (Leite e Klein, 1990) e a Floresta Estacional Decidual em altitudes inferiores a 500 m, embora na realidade não exista uma transição brusca entre as diferentes formações vegetais. Existem locais onde a vegetação original encontra-se em bom estado de conservação, principalmente as encostas íngremes dos vales, de difícil acesso e



mapa 2: principais tipos de sub-bacia

impróprios para práticas agrícolas. As savanas, representadas pelos campos, ocupam áreas de altitudes superiores aos 700 m, com matas galeria ao longo dos cursos d'água e remanescentes florestais em estágio de regeneração avançada.

A tabela 1 apresenta a área ocupada por região fitogeográfica e respectivas áreas protegidas, representadas pelas unidades de conservação:

Tabela 1: Área protegida, por região fitogeográfica.

Região fitogeográfica	Área de ocorrência (ha)	Área protegida (ha)	%
Savana	972.645,00	23.811,85	2,4
Floresta Ombrófila Mista	905.100,00	5.953,60	0,65
Floresta Estacional Decidual	763.812,00	0,0	0,0
Vegetação de Transição	1.243,00	0,0	0,0
TOTAL	2.642.800,00	29.765,45	1,13

A tabela 2 apresenta as unidades de conservação, estaduais e federais, existentes na Bacia.

Tabela 2: Unidades de conservação, por região fitogeográfica existentes na Bacia.

Região fitogeográfica	Unidade de conservação *	Área protegida (ha) **
Savana	Parque Estadual do Tainhas	4.924,00
	APA da Rota do Sol	18.887,85
Floresta Ombrófila Mista	PARNA Aparados da Serra	1.960,00
	PARNA da Serra Geral	2.042,00
	Estação Ecol. de Aracuri-Esmeralda	272,60
	Estação Ecol. De Aratinga	351,00
	FLONA de Passo Fundo	1.328,00
Floresta Estacional Decidual		0,0
Vegetação de transição		0,0
TOTAL	2.642.800,00	29.765,45

* considerada a região fitogeográfica de maior abrangência na Unidade de conservação

** incluída somente a área (estimada) localizada na Bacia Hidrográfica

As unidades de conservação municipais totalizam 102,2 ha, estando a maioria delas localizadas em áreas urbanas. Devido a sua pouca representatividade na conservação da biodiversidade regional, não foram

somadas na área total protegida da Bacia. Sua maior importância está relacionada à manutenção da qualidade ambiental das áreas urbanas. A tabela 3 apresenta a relação das unidades de conservação municipais encontradas na Bacia do Taquari-Antas.

Tabela 3: Unidades de conservação municipais na Bacia .

Unidade de conservação	Municípios	Área (ha)
Reserva Biológica do Planalto	Farroupilha	2,6
Reserva Ecológica Parque dos Pinheiros	Farroupilha	10,4
Floresta Municipal Nova Prata	Nova Prata	6,2
Parque Municipal de Lajeado	Lajeado	25,0
Parque Municipal Antônio Prado	Antônio Prado	20,0
Parque de Rec. Santa Rita	Farroupilha	25,0
Fundação Ecológica Cultural e Social Guabijuense	Guabiju	13,0
TOTAL		102,2

O mapa constante no Anexo 2 apresenta a localização da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e das unidades de conservação existentes.

Os diversos habitats existentes na Bacia permitem inferir a importância desta região para a conservação da fauna, especialmente de mamíferos, aves e peixes. Dos poucos levantamentos já efetuados das espécies de mamíferos, tem-se o registro de várias espécies ameaçadas, como o puma (*Puma concolor*), o-gato-do-mato-pequeno (*Leopardo tigrinus*), o veado (*Mazama sp.*) e a lontra (*Lutra longicaudis*).

Das aproximadamente 310 espécies de aves com ocorrência potencial na Bacia (Belton, 1994), dezesseis estão ameaçadas de extinção, em escala nacional ou mundial. Sete dessas espécies são típicas de florestas latifoliadas, quatro de florestas com araucária e outras quatro dos campos e banhados do topo do Planalto. Três dessas espécies ameaçadas já se encontram seguramente extintas na Bacia do Taquari-Antas

A ictiofauna da Bacia é pouquíssimo conhecida. Um levantamento das informações disponíveis revelam a ocorrência de apenas 58 espécies autóctones e quatro exóticas. A maior parte dos locais amostrados concentram-se em ambientes de cabeceiras, assim considerado o trecho superior das sub-bacias e do rio das Antas. Diversos exemplos de endemismos foram documentados nesses ambientes de cabeceiras,

incluindo os rios Taínhas, Santana, Camisas e Lajeado Grande, os quais foram considerados na identificação de impactos das hidrelétricas.

Da mesma forma que os aspectos físicos e bióticos, as características antrópicas são bastante diversificadas. Abrange total ou parcialmente 122 municípios, contabilizando uma população de 1.837.352 habitantes, o que equivale a 18 % da população estadual (IBGE, 2000). Grande parte da população vive em áreas urbanas (75%) e uma pequena parcela nas áreas rurais (25%). Concentram cerca de 20 % do PIB estadual, tendo como base econômica o setor industrial em fase de expansão. Em contrapartida, o Índice de Desenvolvimento Social, que considera informações sobre saúde, educação e renda per capita da Bacia é um pouco inferior à média do Estado: 0,67 para 0,74 (FEE, 1996).

A região denominada de Aglomerado Urbano do Nordeste, uma das mais desenvolvidas no Estado, encontra-se nesta Bacia. O extremo nordeste do Taquari-Antas é ocupado pelos municípios de maior área e menor densidade populacional, onde predomina a criação extensiva de gado. No trecho médio, a paisagem rural começa a se transformar. Na altura de Antônio Prado, a região se caracteriza pela predominância de pequenas propriedades com uso intensivo, onde a densidade demográfica já é mais elevada.

Entre os municípios de Antônio Prado e Veranópolis, existe a maior concentração populacional, cerca de 50 % da Bacia. A grande maioria das propriedades são pequenas e a densidade demográfica é elevada. Estes municípios também concentram 57% das indústrias da Bacia, destacando-se os ramos de vestuário e artefatos de tecido, metalúrgica, madeira, produtos alimentares, mobiliário, calçados e minerais não metálicos. Neste trecho, as encostas do vale, antes intensivamente ocupadas por práticas agrícolas, foram sendo abandonadas, propiciando o retorno da vegetação. Hoje, formam um mosaico em vários estágios de regeneração.

As principais áreas agrícolas localizam-se nas cabeceiras dos rios Guaporé e Carreiro e nas sub-bacias dos rios Turvo e Forqueta, predominando as culturas de milho e soja. Ao sul da Bacia, nas áreas mais planas da várzea do Taquari, o arroz é um cultivo importante. As áreas e percentuais do uso do solo na Bacia, são apresentadas na Tabela 4.

Os impactos ambientais resultantes do uso e ocupação do solo podem ser exemplificados pela geração de resíduos perigosos (Classe I) pelas indústrias, representando 19% do total do Estado. Da mesma forma, o uso de agrotóxicos e adubos químicos nas lavouras, os processos erosivos

resultantes de técnicas agrícolas e ocupação de áreas inadequadas, são alguns dos problemas ambientais mais identificados na Bacia.

Tabela 4: Áreas e respectivos percentuais de uso do solo

Classe de uso	Área (ha)	Percentual (%)
Área urbana	18.700	0,7
Área agrícola	386.400	14,7
Pastagens e campos naturais	826.700	31,5
Vegetação florestal	1.389.400	52,9
Corpos de água	5.000	0,2
Área alagada	600	0,0
TOTAL	2.626.800 *	100

Fonte: CRH e Magna Engenharia, 1977

- Área total da Bacia conforme CRH e Magna Engenharia, 1997

Quanto às principais fontes potenciais de poluição hídrica na área de drenagem da Bacia, são citados os animais de pequeno porte (suínos e aves), a população urbana, a precipitação atmosférica e as fontes difusas rurais. Animais de pequeno porte são a principal fonte de cargas de DBO e fósforo, enquanto a precipitação atmosférica e a população urbana são as principais fontes de nitrogênio e coliformes fecais, respectivamente (Benetti e Tucci, 2001).

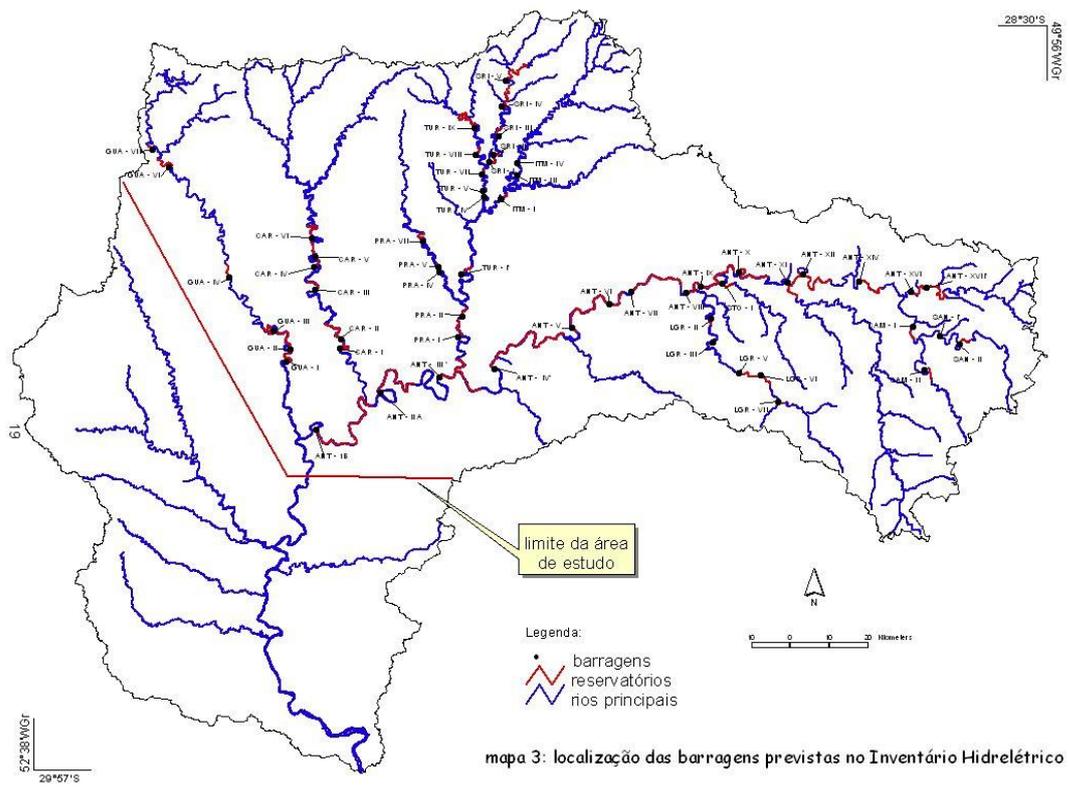
Atualmente, a Bacia do Taquari-Antas possui um pequeno número de obras hidráulicas, as quais não produzem maiores impactos no escoamento da água dos rios e seus afluentes.

A FEPAM realiza o monitoramento da qualidade do rio das Antas e do rio Taquarí através de coletas trimestrais desde 1993. Tendo por base os dados gerados neste monitoramento podemos classificar a qualidade atual conforme Resolução CONAMA nº20/86:

- Rio das Antas, trecho superior, desde as nascentes até a ponte de Bom Jesus: **CLASSE 1**;
- Rio das Antas, trecho entre Nova Roma do Sul até Santa Teresa (entre a foz do rio Tega e a foz do rio Guaporé): **CLASSE 2**;
- Rio Taquarí, entre Encantado e Roca Sales: **CLASSE 4**;
- Rio Taquarí, trecho de Lajeado/Estrela até Bom Retiro do Sul: **CLASSE 4**;
- Rio Taquarí, na foz em Triunfo: **CLASSE 2**.

O mapa da classificação da qualidade atual das águas da Bacia encontra-se no Anexo 3.

Para o desenvolvimento deste trabalho, considerou-se como área de estudo a porção médio-superior da Bacia, compreendida entre as nascentes do rio das Antas e seus afluentes até a confluência deste com o rio Guaporé, área onde se localizam todas as alternativas de aproveitamento hidrelétrico previstos no inventário CEEE, 1993 (Mapa 3).



mapa 3: localização das barragens previstas no Inventário Hidrelétrico

4 – ESTUDOS ANTERIORES

Desde a primeira metade do Século XX, a Bacia do Taquarí-Antas tem sido objeto de estudo por diferentes entidades, com a finalidade de avaliar as possibilidades de aproveitamento energético do rio Taquari-Antas.

Conforme consta no *Inventário Hidrelétrico da Bacia Taquarí-Antas*, publicado pela CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica em 1993, o primeiro estudo para aproveitamento do rio das Antas foi realizado na década de 1930, pelas Empresas Elétricas Brasileiras S.A., do Rio de Janeiro, tendo sido indicados três aproveitamentos hidrelétricos: Jaboticaba (22,5 MW), Passo Bassano (10 MW), Castro Alves (15 MW), esta atualmente integrando o CERAN – Complexo Energético Rio das Antas, em licenciamento na FEPAM.

Nessa época, o Eng^o Noé de Mello Freitas, que integrava a equipe da Prefeitura Municipal de Bento Gonçalves, também desenvolveu estudos, indicando a possibilidade de aproveitamento da vazão do rio da Prata com o rio das Antas numa só hidrelétrica, capaz de substituir os aproveitamentos de Jaboticaba e Castro Alves, indicados pelas Empresas Elétricas Brasileiras S.A., com potências encontradas maiores.

Em 1943 foi criada a CEEE e os estudos do Eng^o Noé de Mello Freitas foram absorvidos pela Companhia, que em 1945 recebeu do Ministério da Agricultura a concessão para utilização dos aproveitamentos do rio das Antas. Os estudos então realizados pela CEEE indicaram viabilidade técnica e econômica para quatro barragens, sendo três no rio das Antas e uma no Prata.

Nos anos 60 a empresa italiana ELC Eletroconsult realizou estudo do rio das Antas, visando a geração de energia elétrica e, após examinar várias alternativas, propôs dois locais para instalação de aproveitamentos hidrelétricos, em Cachoeiras, com potência instalada de 65,5 MW e em Jaboticaba, com potência de 41,3 MW.

No final da década de 1960, o Comitê Coordenador de Estudos Energéticos da Região Sul - ENERSUL, com a supervisão técnica de consultores estrangeiros, realizou estudos na Região Sul do Brasil, visando arrolar os recursos emergentes regionais e planejar sua utilização eficiente e racional. Entretanto, para o rio das Antas, o relatório final limitou-se a transcrever os estudos já apresentados pela Eletroconsult em 1962.

Ainda no final dos anos 60, através do consórcio formado pelas empresas ASPLAN, Montreal, CNEC, Parsons Brinckerhoff, e PLANISUL, o Governo do Estado do Rio Grande do Sul realizou uma das análises mais aprofundadas da bacia do Taquari-Antas, abrangendo diversos setores, inclusive os recursos hídricos e energéticos. Quanto a esse último, o projeto identificou uma divisão de quedas global dos rios Taquari-Antas, com nove aproveitamentos hidrelétricos: Camisas (25 MW); Barra (68 MW); Bururi (115 MW); São Marcos (56 MW); Antas-Prata (170 MW); Santa Teresa (62 MW); Roca Sales (25 MW); Arroio do Meio (50 MW); e Bom Retiro (38 MW) dos quais, os três últimos com eclusas.

Em 1971, o Departamento de Portos e Vias Navegáveis – PORTOBRÁS previu a instalação de quatro grupos bulbo de 6.500 kw, totalizando 26 MW, para a barragem eclusa de Bom Retiro, já existente no Rio Taquari. A barragem é utilizada somente para navegação, estando previsto local para instalação dos grupos geradores no corpo da barragem, nas proximidades da margem direita do rio.

Na década de 1980, a STE – Serviços Técnicos de Engenharia S.A. executou o inventário de possíveis locais de barramento da bacia dos rios Taquari-Antas, para o CONRHIGS – Conselho de Recursos Hídricos do RS, tendo por objetivo a identificação e descrição de locais viáveis para irrigação, geração de energia e aproveitamentos múltiplos. Dos 115 locais inventariados, oito foram julgados viáveis para aproveitamento energético (PCHs), tendo sido elaborado o Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica em 1984.

Em 1988, a ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A., elaborou um anteprojeto para instalação de casa de máquinas e grupos geradores com potência instalada prevista de 66 MW em Bom Retiro, com o advento de aproveitamentos hidrelétricos de pequeno e médio porte. Em 1990, grupos interessados nesse aproveitamento apresentaram anteprojeto elaborado pela MAGNA Engenharia, semelhante ao da ELETROBRÁS.

Posteriormente, em 1993, a CEEE elaborou o *Inventário Hidrelétrico da Bacia do Taquari-Antas*, já citado, com base no *Manual de Estudos de Efeitos Ambientais de Sistema Elétrico*, de 1986 e o *Plano Diretor de Meio Ambiente*, ambos editados pela ELETROBRÁS. No *Inventário Hidrelétrico*, a CEEE identificou 80 locais passíveis de barragem, sendo 56 viáveis para aproveitamento energético, com potências variando de 1 a 130 MW.

Mais recentemente, em 1997, a MAGNA Engenharia realizou a *Avaliação Quali-Quantitativa das Disponibilidades e Demandas de Água na Bacia do Taquarí-Antas* através de um convênio firmado entre o Governo do Estado do Rio Grande do Sul, o CONRHIGS – Conselho de Recursos Hídricos/RS, a SOPSH – Secretaria de Obras Públicas, Saneamento e Habitação, o DRH – Departamento de Recursos Hídricos, e o FRH/RS – Fundo de Investimento de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul.

Também no ano de 1997, a ELETROBRÁS e o DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica coordenaram uma revisão do *Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Taquarí-Antas* que subsidiou os trabalhos do *workshop A Dimensão Ambiental nos Estudos do Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas*, cuja finalidade foi elaborar uma metodologia de análise integrada de impactos ambientais provocados por usinas hidrelétricas.

Presentemente, diante da demanda do setor energético para fazer face à crise e, tendo por base o referencial teórico citado, especialmente o *Inventário Hidrelétrico* da CEEE e o relatório *Avaliação Quali-Quantitativa das Disponibilidades e Demandas de Água* elaborado pelo CRH e Magna Engenharia, a FEPAM considerou a oportunidade apresentada para aprofundar e atualizar esses estudos, inserindo com mais ênfase a variável ambiental, visando à criação a curto prazo, de um cenário onde as necessidades de suprimento de energia sejam consideradas dentro dos princípios da sustentabilidade.

5 – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL: MÉTODOS E RESULTADOS

O processo de elaboração do estudo abrangeu etapas metodológicas que foram realizadas pela equipe técnica da FEPAM, consultores contratados e instituições públicas que serviram de apoio em áreas do conhecimento. A proposta de trabalho, os resultados preliminares e o resultado final foram apresentados e discutidos em reuniões com o Comitê de Bacia do Taquari-Antas e com o Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, das quais resultaram sugestões incorporadas no decorrer do trabalho.

Etapa 1: Levantamento de dados existentes e seleção dos critérios ambientais

O levantamento bibliográfico e análise dos dados ambientais existentes, especialmente dos dados de qualidade ambiental, foram feitos com o objetivo de selecionar as variáveis consideradas mais suscetíveis aos impactos diretos da implantação dos empreendimentos. Foram também realizadas vistorias de campo e dois sobrevôos para complementação e aferição dos dados levantados.

Os critérios selecionados em função das características desta Bacia e considerados mais frágeis em relação aos impactos provenientes da construção das barragens foram:

Para o meio biótico:

- ecossistemas terrestres
- ictiofauna

Para o meio físico:

- qualidade da água

Para o meio antrópico:

- usos antrópicos associados aos cursos d'água

Os critérios utilizados pela CEEE na elaboração do Inventário não foram considerados, pois já haviam feito parte da primeira seleção de locais adequados. Neste estudo, a CEEE identificou 80 locais com potencial para

barragens, com recomendação final de 56 aproveitamentos, selecionados em função de:

- superfície alagada
- qualidade do solo inundado
- áreas com potencial de jazidas minerais
- modificações de habitats
- interferência em núcleos habitacionais
- interferência em pontes, rodovias e ferrovias

Etapa 2: Identificação de áreas críticas

A partir dos dados levantados e analisados, foram estabelecidas metodologias compatíveis com cada um dos quatro critérios ambientais, para a identificação das áreas mais frágeis em relação aos impactos mais significativos decorrentes da implantação dos empreendimentos.

1 - Para os Ecossistemas Terrestres:

- Mapeamento das **unidades de conservação existentes** (criadas por lei/decreto) e das áreas de interesse para conservação, citadas na bibliografia consultada (FZB, 1991; UFRGS, 1992; Ministério do Meio Ambiente, 2000; Bueno et al., 2000; ENGEVIX,2000) e/ou identificadas em vistorias de campo.
- Mapeamento das áreas de **ocorrência dos remanescentes florestais** de maiores dimensões e/ou conectividade na Bacia, com base no Mapa dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (Fundação SOS Mata Atlântica, et al., 2000). Foram, também, incluídas as áreas de ocorrência de espécies da flora e fauna raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção, uma vez que a pouca informação disponível não permitiu a confecção de um mapa próprio. O trabalho de campo e sobrevôo à área possibilitaram a identificação de áreas não mapeáveis na escala do levantamento da SOS Mata Atlântica.
- Identificação dos **Corredores Ecológicos**. Tendo em vista que quase todo o trecho em estudo do rio Taquarí-Antas e seus principais tributários são considerados corredores ecológicos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, priorizaram-se os corredores migratórios

para espécies da flora e fauna terrestre constituídos pelas zonas de contato da bacia do Taquarí-Antas com as bacias do Uruguai e Litorânea e zonas de transição entre as regiões fitogeográficas:

1 – corredor formado pelos rios Carreiro e Guaporé (Taquarí-Antas) e Rio Ligeiro (Uruguai), interligando por cima dos divisores de água a bacia Taquarí-Antas com a bacia do Uruguai (Rambo, 1956, p.348 e 349); (UFRGS, 1992);

2 – corredor do Rio Taínhas, interligando o trecho superior da Bacia do Taquari-Antas com os maciços florestais da encosta leste do Planalto, na Região Litorânea; (Becker e Guadagnin, 2001);

3 –corredor constituído pela zona de transição entre a Floresta Estacional e a Floresta Ombrófila Mista, no curso médio do rio Taquari-Antas.

- Elaboração de mapa síntese das áreas críticas para a conservação da biodiversidade regional, pela sobreposição dos mapas anteriores, assim hierarquizadas (Mapa 4):

Alta importância: áreas indicadas nos três mapas;

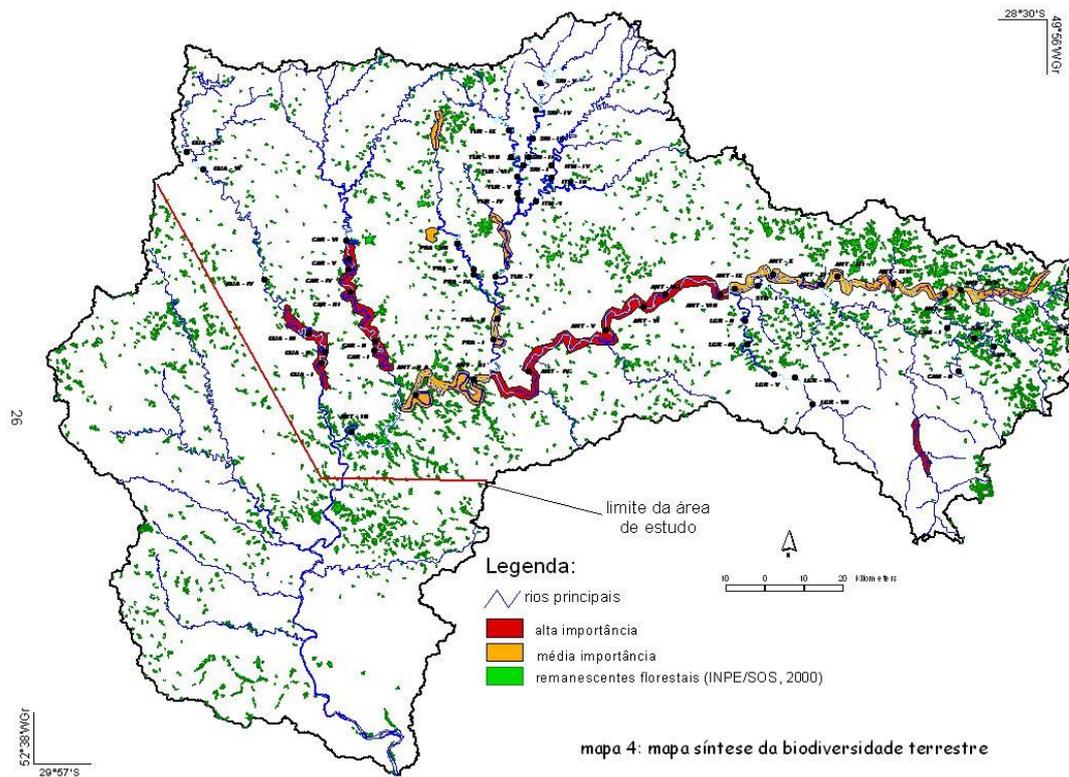
Média importância: áreas indicadas em dois ou um dos mapas;

Áreas não indicadas.

2 – Para 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.

1 – classificação dos habitats em escala regional, com base na análise das diferenças entre os rios da Bacia, a partir de características de geomorfologia, geologia, solo, clima e altitude, e a variação destas características nos principais afluentes no sentido das nascentes até a confluência com o Rio das Antas;

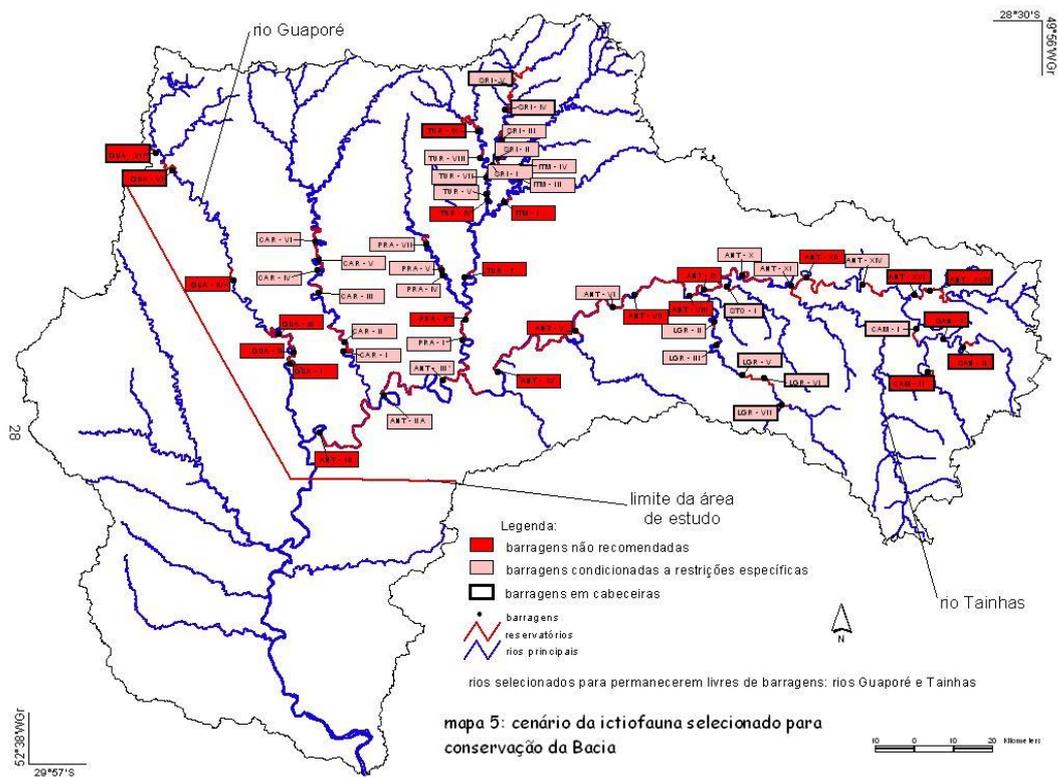


mapa 4: mapa síntese da biodiversidade terrestre

2 – classificação dos habitats segundo o tamanho dos rios, utilizando-se a classificação hierárquica proposta por Strahler (1977) e relacionando-se a ordem de tamanho do rio com variação das características da ictiofauna.

É importante destacar que a razão para efetuar a classificação dos rios em termos de tamanho é a forte variação de tipos e quantidade de *habitats* 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 microhábitats. Em consequência, em diferentes tamanhos de rio espera-se encontrar diferenças na composição e riqueza de espécies, estrutura trófica e abundância de indivíduos (Becker e Guadagnin, 2001).

- Análise dos *habitats* aquáticos, considerando os seguintes critérios:
 - 1 – representatividade e perda de habitat, identificando-se os principais habitats aquáticos e calculando-se a perda direta destes pela extensão do rio substituído por reservatório; e a perda indireta considerando-se a extensão de trechos excessivamente pequenos entre barragens e a perda total, calculada pela soma das anteriores.
 - 2 – impacto dos reservatórios na fragmentação do rio, considerando o impedimento da dispersão dos peixes e o número de sub-bacias isoladas do Rio das Antas pelos reservatórios.
 - 3 – alternativas possíveis para conservação sem barragens de um rio representativo de sub-bacias de encosta e de um rio de sub-bacias de planalto.
- Estabelecimento de diversos cenários, contemplando os critérios analisados na etapa anterior
- Seleção do cenário de maior representatividade quanto ao atendimento do conjunto de critérios considerados, com a conservação do rio Guaporé, representativo de sub-bacia de encosta e do rio Tainhas, representativo de sub-bacia de planalto, sem barragens. (Mapa 5)



3 - Para os Recursos Hídricos – qualidade das águas:

- Análise do potencial de estratificação térmica dos reservatórios previstos, através do cálculo do N° de Froude Densimétrico e do tempo de residência ou detenção hidráulica. As conclusões sobre o potencial de estratificação térmica dos reservatórios estão contidas no Anexo 4.
- Estimativa das cargas de poluição pontuais e não pontuais, distribuídas nos afluentes e no rio das Antas, desde as nascentes até a confluência dos rios Guaporé e Antas.

O cálculo das cargas poluidoras potenciais afluentes aos rios utilizado foi baseado do trabalho *Avaliação Quali-Quantitativa das Disponibilidades e Demandas de Água na Bacia Hidrográfica do Sistema Taquari-Antas* (CRH e Magna Engenharia, 1997). Neste trabalho, as cargas foram estimadas através do produto entre coeficientes de contribuição unitária e número de contribuintes ou área utilizada. No caso de poluição industrial, a estimativa foi realizada através do produto entre concentração de poluentes em efluentes e vazões estimadas.

Esta metodologia para estimativa de cargas é genérica, mas permite que se tenha noção da ordem de magnitude das cargas. Também possibilita que se façam algumas comparações, referentes à importância relativa entre áreas e fontes de contribuição. Os coeficientes utilizados foram a contaminação microbiológica (coliformes fecais), orgânica biodegradável (DBO) e nutrientes (nitrogênio e fósforo). Não há informações referentes a metais traços e constituintes orgânicos tóxicos. (Benetti e Tucci, 2001)

- Diagrama unifilar de cargas poluidoras potenciais para os rios com previsão de hidrelétricas, indicando os locais de aporte de cargas de poluição distribuídas e de retiradas de água para consumo doméstico, industrial e irrigação.
- Análise dos sistemas de transporte e transformação de poluentes nos sistemas bacia-rio-reservatório até a confluência dos rios Guaporé e Antas.
- Estimativas das taxas de aplicação superficiais de nitrogênio e fósforo aos reservatórios, comparando-as com as taxas de aplicações permissíveis e perigosas utilizadas na determinação do estado trófico dos reservatórios. Segundo esta estimativa os reservatórios mais críticos

quanto à possibilidade de eutrofização são, em ordem decrescente: GUA-IV (Pulador), ANT-XVI (Matemático), ANT-VIII (São José), TUR-I (Primavera) e ANT-III (Monte Claro).

- Estimativa das cargas poluidoras potenciais para cada reservatório, considerando as cargas de poluição drenadas aos reservatórios e os sistemas de transporte e transformação de poluentes. A classificação final dos reservatórios de maior carga potencial isolada de DBO, de Nitrogênio Total, de Fósforo Total e de Coliformes Fecais encontra-se no Anexo 5.
- Análise da relação carga de poluição/volume do reservatório.

Nesta etapa foi realizada a análise da relação carga de poluição/volume do reservatório nos reservatórios que recebem maior carga, classificados na etapa anterior, tendo em vista que esta relação pode ser uma variável de maior impacto do que o simples valor absoluto de cargas poluidoras estimadas que drenam para os reservatórios. Os reservatórios de maior relação carga/volume são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Classificação dos Reservatórios em Função da Relação Carga/Volume.

Classificação Relação	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto	Quinto
DBO/Vol	GUA-IV	CAR-IV	ANT-III	GUA-VI	ANT-VIII
N/Vol	GUA-IV	ANT-VIII	ANT-XVII'	GUA-VI	CAR-IV
P/Vol	GUA-IV	ANT-VIII	CAR-IV	GUA-VI	ANT-XVII'
Coli/Vol	ANT-III	GUA-IV	GUA-VI	CAR-IV	ANT-VIII

- Identificação das áreas críticas da qualidade da água, considerando os cinco reservatórios que recebem as maiores cargas de DBO, N total, P total, coliformes fecais, carga relativa (carga/volume) e taxa de aplicação de N e P.

A Tabela 6 apresenta a relação dos reservatórios potencialmente mais críticos quanto à qualidade da água. Destacam-se como mais críticas as barragens: GUA IV (Pulador), no rio Guaporé, ANT I (Muçum) e ANT III (Monte Claro), no rio das Antas, CAR-VI (Caçador), no rio Carreiro e TUR I (Primavera), no rio Turvo .

Tabela 6: Relação dos reservatórios potencialmente mais críticos quanto à qualidade da água

UHEs	Código	Recurso Hídrico	Cargas Poluidoras				Carga Relativa	Taxa Aplicação N e P
			DBO	N	P	Coliformes fecais		
Muçum	ANT-1b	Antas	X	X	X	X		
Monte Claro	ANT-III'	Antas	X		X	X	X	X
Castro Alves	ANT-IV	Antas	X					
Pulador	GUA-IV	Guaporé	X	X	X	X	X	X
Caçador	CAR-VI	Carreiro	X	X	X	X		
Primavera	TUR-I	Turvo		X	X			X
Passo do Meio	ANT-XI	Antas		X				
14 Julho	ANT-IIA	Antas				X		
Arranca Toco	GUA-VI	Guaporé					X	
São Paulo	CAR-IV	Carreiro					X	
São José	ANT-VIII	Antas					X	X
Piraquete	ANT-XVII'	Antas					X	
Matemático	ANT-XVI'	Antas						X

Fonte: Adaptado de Benetti e Tucci, 2001.

Incluiu-se também um trecho considerado crítico pela FEPAM nos rios Camisas e Santana, devido aos efluentes da Celulose Cambará.

A matéria orgânica bruta da Celulose é equivalente a uma cidade de 200 mil habitantes. Os parâmetros mais críticos são a DQO e a condutividade presentes na lixívia.

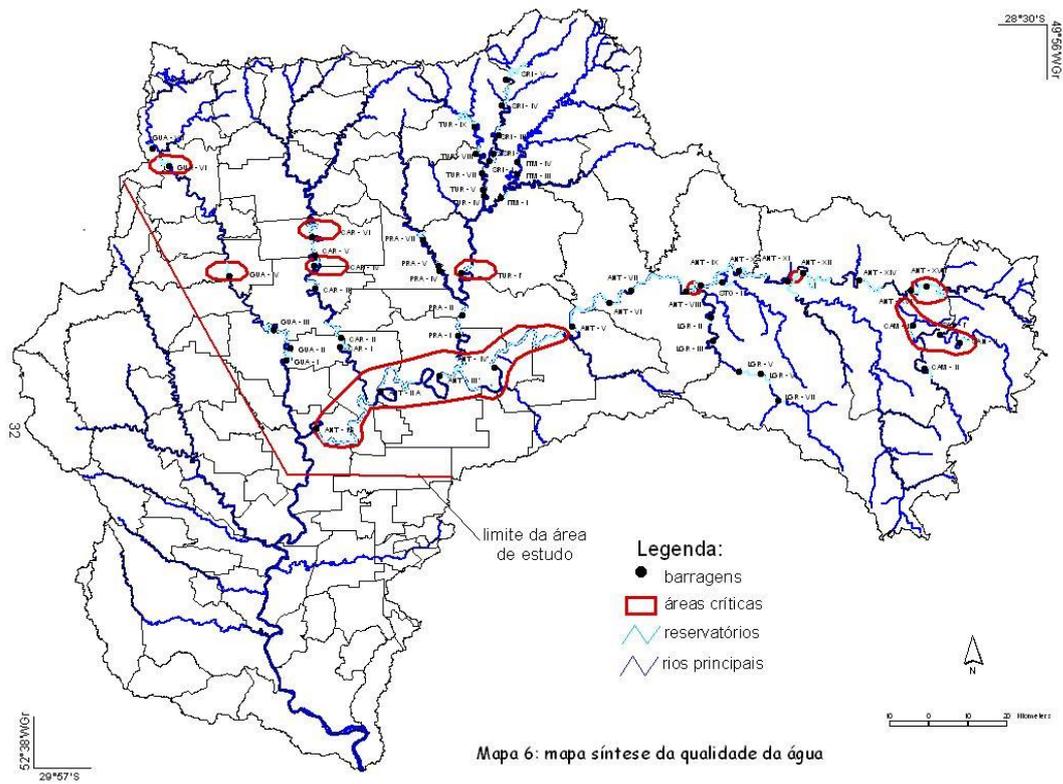
A indústria não mais utiliza cloro no branqueamento e sim peróxido de hidrogênio (FEPAM, 1999)

Os reservatórios localizados neste trecho são SANT I (Boa Vista), SANT II (Potreiro) e CAM I (UHE do Chapéu)

- Elaboração de Mapa Síntese da Qualidade da Água, com indicação das áreas críticas (Mapa 6).

4 – Para o Meio Antrópico:

- Levantamento das atividades antrópicas diretamente relacionadas à rede hidrográfica da região (captação, balneários, rafting, canoagem, pesca, etc.) e do patrimônio histórico, cultural e paisagístico dos municípios limítrofes aos rios Taquari-Antas e seus tributários, através de informações obtidas nas Prefeituras Municipais e Comitê da Bacia do Taquari-Antas e em publicações da Secretaria Estadual de Turismo e da FAMURS.



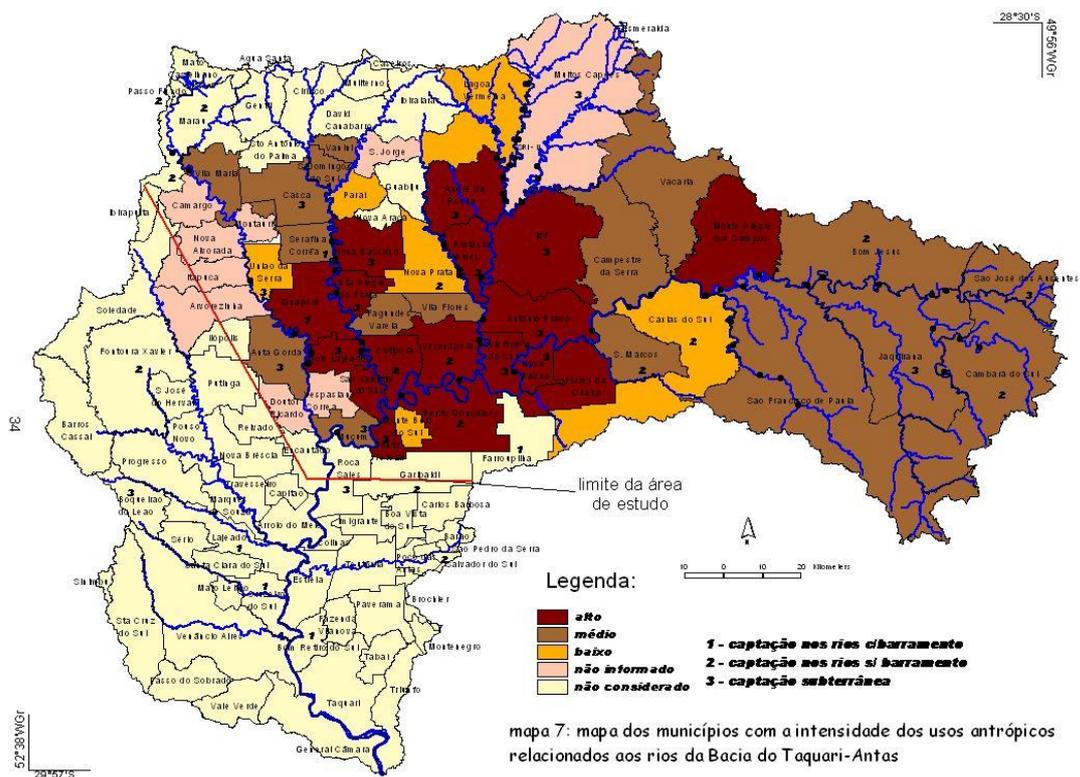
- Identificação dos municípios que apresentam atividades associadas aos cursos d'água, bem como existência de bens de valor histórico, cultural e paisagístico nas margens do rio. A classificação foi realizada levando em conta a quantidade de atividades diretamente relacionadas ao rio e à variedade de usos:
 - Alta importância: AI – 3 ou mais atividades distintas
 - Média importância: MI – 2 atividades distintas
 - Baixa importância: BI – 1 atividade
 - Nenhum registro: N
- Mapeamento dos municípios apresentando alta, média e baixa ou nenhuma ocorrência de atividades associadas aos recursos hídricos. (Mapa 7).
- Identificação dos trechos dos rios considerados de alta, média e baixa criticidade em função do número de municípios e população abrangida pelas atividades. (Mapa 8)

Etapa 3: Elaboração do mapa síntese

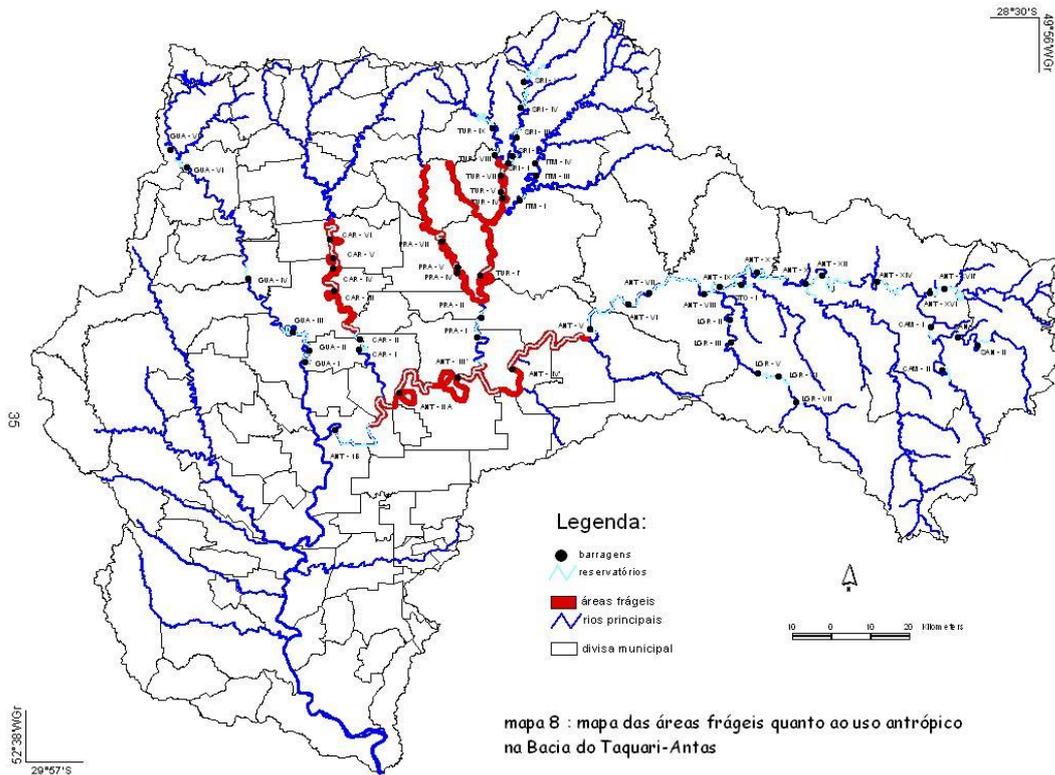
- A partir da definição das áreas críticas referentes a cada um dos quatro critérios ambientais selecionados, foi produzido um Mapa Síntese de Criticidade Ambiental da Bacia, onde estão configuradas as áreas de maior criticidade e, portanto, as mais inadequadas para implantação dos empreendimentos.

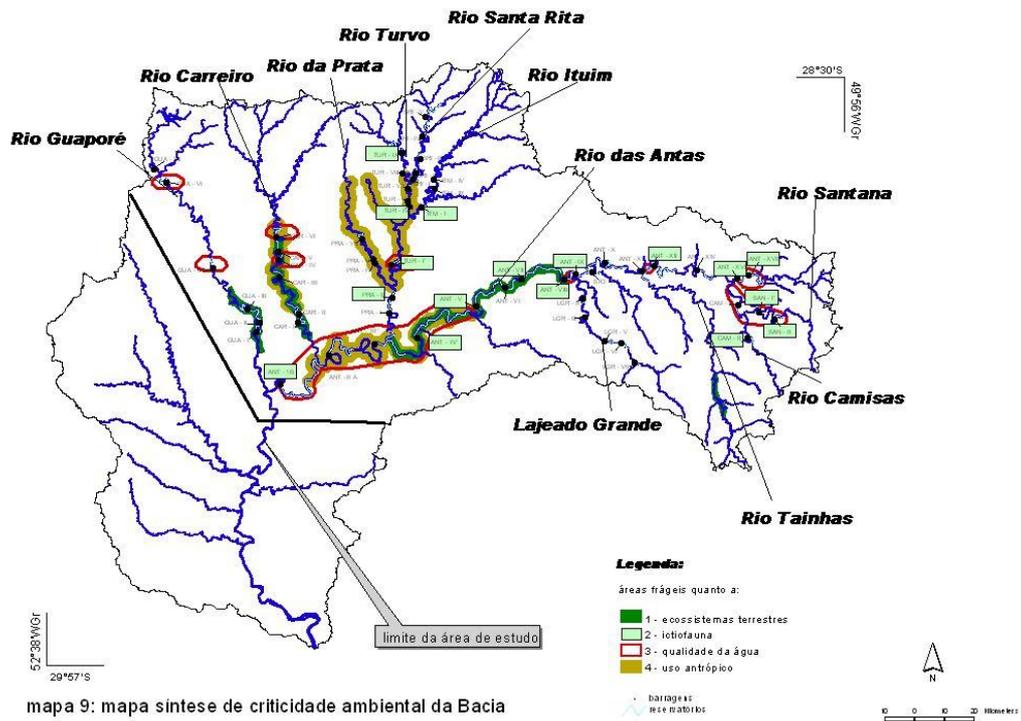
Etapa 4: Identificação do potencial de impacto das UHEs

- Identificação dos empreendimentos com maior potencial de impacto ambiental, através da sobreposição do inventário hidrelétrico com o Mapa Síntese de Criticidade Ambiental da Bacia. (Mapa 9).
- Classificação das barragens segundo os graus de impacto ambiental:
 - Baixo impacto:** não incidente em área crítica.
 - Médio impacto:** incidente em áreas críticas de um ou dois critérios, exceto quando os dois critérios forem ecossistemas terrestres e ictiofauna, que remete para alto impacto.



mapa 7: mapa dos municípios com a intensidade dos usos antrópicos relacionados aos rios da Bacia do Tiquari-Antas





mapa 9: mapa síntese de criticidade ambiental da Bacia

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

- Foram também consideradas de alto impacto, as barragens necessárias ao atendimento das seguintes estratégias de conservação:
 1. Manutenção de trecho de rio livre de barragem
 2. Áreas de cabeceiras (endemismo)
 3. Manutenção de rios livres de barragens

Etapas 5: Indicação da viabilidade das UHEs previstas

- Elaboração do cenário final proposto para a Bacia Hidrográfica com a localização e a indicação da viabilidade das barragens previstas.
- Relação dos empreendimentos analisados de alto impacto ambiental (inviáveis), cujo licenciamento ambiental não é recomendado e os de médio e baixo impacto, com viabilidade condicionada ao EIA/RIMA ou licenciamento específico, respectivamente.
- Estabelecimento de diretrizes para o licenciamento das UHE consideradas de médio impacto ambiental (viabilidade condicionada ao licenciamento através de EIA/RIMA).
- Estabelecimento de propostas para a conservação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica, considerando, especialmente, os impactos decorrentes do projeto hidrelétrico em implantação.
- Identificação das lacunas de dados referentes às necessidades de pesquisas a serem desenvolvidas para o aprofundamento das questões abordadas neste estudo.

6 - VIABILIDADE AMBIENTAL DAS HIDRELÉTRICAS

6.1 - Barragens consideradas de alto impacto (inviáveis) pela sobreposição dos critérios ambientais (Mapa 10)

Barragens	Potencial (MW)	Ecosistemas Terrestres	Ictiofauna	Qualidade da Água	Uso Antrópico
Antas V	57	X	X	X	
Antas VII	51	X	X		
Antas VIII	17,5	X	X	X	
Total de MW	125,5				

6.2 - Barragens consideradas de alto impacto (inviáveis) para o atendimento das diretrizes de conservação da Bacia (Mapa 10):

1 – Trecho de rio livre de barragem

Antas VI	16
Antas IX	34
Turvo I	36
Total de MW	86

2 – Áreas de cabeceiras (endemismo de ictiofauna)

Turvo IX	1,5
Antas XVI	3,0
Antas XVII	1,9
San I	1,4
San II	1,4
Cam II *	5,2
Total de MW	14,4

2.3 – Rios livres de barragens: rios Tainhas e Guaporé

rio Guaporé

Gua I / Gua II	30
Gua III	30
Gua IV	6,3
Gua VI	1,6
Gua VII	1,9
Total de MW	69,8

Total de MW - 295,7

6.3 - Barragens consideradas de médio impacto (viabilidade condicionada ao licenciamento específico através de EIA/RIMA) (Mapa 10):

Barragens	Potencial (MW)	Ecossistemas Terrestres	Ictiofauna	Qualidade da Água	Uso Antrópico
Antas I	112		X		X
Antas II	100			X	X
Antas III	130			X	X
Antas IV *	130	X	X	X	X
Antas XII *	15,6		X		
Cam I	1,9		X	X	
Prata II	36		X		
Prata IV	2,3				X
Prata V	5				X
Prata VII	1,9				X
Car I	13	X			
Car II	13	X			X
Car III	12	X			X
Car IV	8,4	X		X	X
Car V	9,3	X			X
Car VI	15			X	X
Turvo IV	7,8		X		X
Turvo V	8,2				X
Turvo VII	5,0				X
SRI IV **	2,7		X		
SRI V **	1,4		X		
STO I **	3,0		X		
LGR V **	9,1		X		
LGR VI **	2,0		X		
LGR VII **	1,7		X		
ITM I *	19,5		X		
Total	553,9				

Observações:

* – trecho de rio livre de barramentos

** – cabeceiras

Das barragens consideradas de alto impacto, duas tiveram a viabilidade condicionada ao licenciamento específico, através de EIA/RIMA, ANTAS IV – Castro Alves (130 MW) e CAR VI – Caçador (15 MW). A hidrelétrica ANTAS IV está incluída entre as quatro de maior potência. Em contrapartida, as barragens ANTAS VI – São Bernardo (16 MW) e ANTAS IX – Espigão Preto (34 MW), não serão viabilizadas para garantir o atendimento a uma das estratégias de conservação da Bacia, de modo a manter trecho do rio das Antas livre de barragens (trecho correspondente a barragens ANTAS V, VI, VII, VIII e IX).

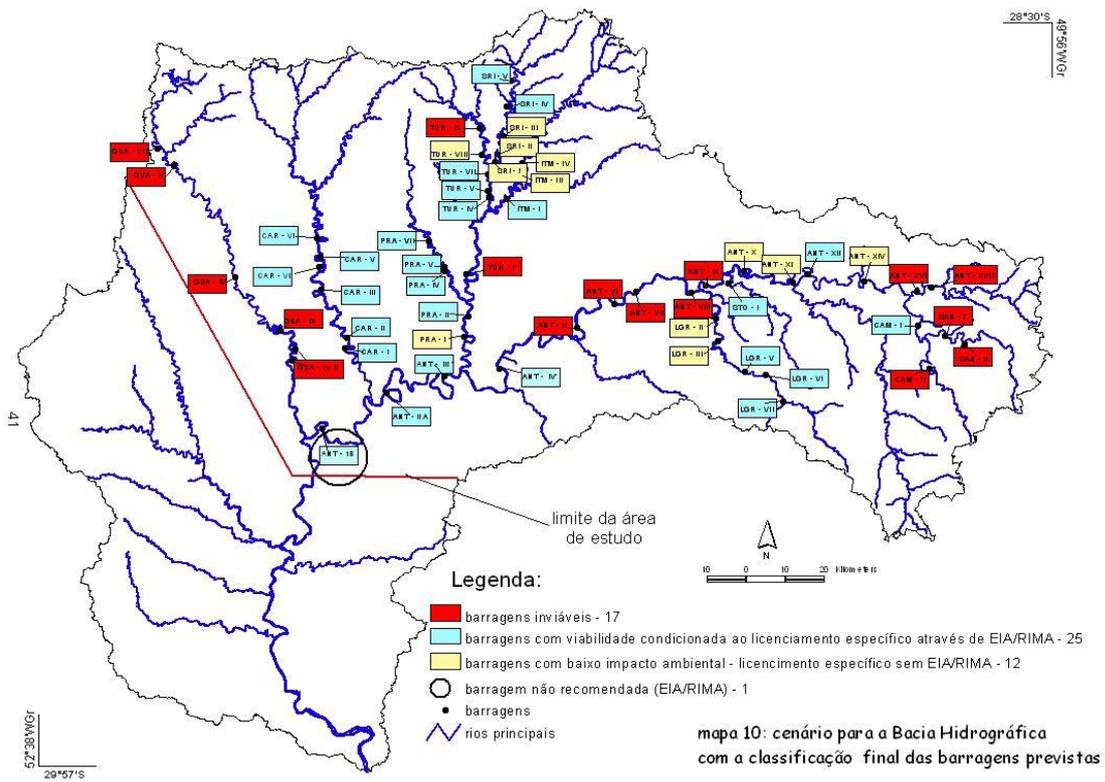
A barragem CAR IV – São Paulo, também terá sua viabilidade condicionada ao licenciamento através de EIA/RIMA uma vez que sua inclusão em área crítica quanto à qualidade da água refere-se somente à relação carga/volume, o que pode ser mitigado.

A hidrelétrica ANTAS I – Muçum (112 MW), apesar de não ter sido classificada como inviável, é apontada pelos estudos do diagnóstico ambiental como de alto impacto para a ictiofauna (interrompe rotas migratórias por ser o primeiro obstáculo a montante do Taquari-Antas, após a eclusa de Bom Retiro), devendo ser avaliada com rigor a possibilidade do seu licenciamento ambiental.

6.4 - Barragens consideradas de baixo impacto , pela não incidência em áreas críticas ou atendimento às estratégias regionais de conservação (viabilidade condicionada ao licenciamento específico, sem EIA/RIMA) (Mapa 10):

Barragens	Potencial (MW)
Antas X	45
Antas XI *	30
Antas XIV	12
Prata I	41
Tur VIII	2,2
SRI I	2,3
SRI II	1,8
SRI III	1,2
ITM III	7,4
ITM IV	1,2
LGR II	6
LGR III	2,9
Total	153

*licenciada em 1999



7 – CONCLUSÕES

Com base nos estudos, considera-se que:

- dos 55 empreendimentos estudados:•
 - 17 são inviáveis
 - 25 apresentam sua viabilidade condicionada ao licenciamento específico através de EIA/RIMA
 - 12 provocam baixo impacto ambiental, requerendo licenciamento específico, sem EIA/RIMA;
 - 1 (ANTAS I): não é empreendimento recomendado.

- do potencial previsto de 1114,5 MW:
 - 295,7 MW : inviáveis
 - 553,8 MW : viabilidade condicionada ao licenciamento específico através de EIA/RIMA
 - 153 MW : baixo impacto ambiental - licenciamento específico, sem EIA/RIMA
 - 112,0 MW (ANTAS I): não recomendado

As diretrizes deverão subsidiar a elaboração dos EIA/ RIMAs, visando minimizar os impactos locais e regionais.

*Observação:

Dos 56 locais indicados no inventário hidrelétrico, um deles foi suprimido na fase de detalhamento dos estudos dos projetos de engenharia (GUA I – Paraíso), sendo excluído da relação final.

8 – DIRETRIZES PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL ATRAVÉS DE EIA/RIMA

- Elaboração de EIA/RIMA de acordo com Termo de Referência elaborado pela FEPAM , de modo a possibilitar a sistematização e a comparação dos dados gerados.
- Implementação, em instituição de pesquisa regional, de um banco de dados público, com os estudos, programas e monitoramento ambiental a serem executados durante a vida útil dos empreendimentos.
- Realização de auditorias ambientais periódicas, que servirão de base para a renovação das licenças ambientais, com periodicidade inferior a três anos, conforme prevê o Código Ambiental do Estado – Lei 11.520 de 03/08/2000.
- Elaboração de planos diretores, contemplando o disciplinamento do uso territorial da área de drenagem e o uso múltiplo dos reservatórios.
- Manutenção da faixa de preservação permanente de 100 m no entorno do reservatório, medida horizontalmente, a partir da cota máxima de inundação.
- A recomposição das matas ao longo do reservatório deverá ser iniciada antes do início das obras da barragem, de modo a contribuir para a conservação do lago e para o deslocamento da fauna quando do enchimento do reservatório.
- Os recursos a serem aplicados na compensação deverão ser estabelecidos em função da área impactada e magnitude dos impactos e não em função do valor da obra. (Resolução do CONSEMA nº 01/2000).
- As áreas protegidas devem incluir habitats aquáticos, incluindo as zonas ripárias em ambos os lados dos cursos d'água significativos para as espécies aquáticas.
- Deverão ser selecionadas as espécies vegetais de importância para a Bacia, que deverão compor banco de germoplasma, através da implantação de banco de sementes e pomares porta-sementes, a serem exigidos no programa de salvamento da flora.

- Exigência de execução de programa de monitoramento das comunidades xerófitas dos paredões rochosos localizados nas áreas de influência dos empreendimentos, em função de possíveis alterações no clima local.
- Os empreendimentos que recebem tributários com alta carga de poluentes (nos reservatórios e nos trechos de vazão reduzida), deverão, em parceria com os municípios envolvidos, desenvolver programas de controle de poluição hídrica. Foram identificadas estas situações nas seguintes barragens:

UHE Muçum: arroio Marrecão (Garibaldi)

UHE 14 de Julho: arroio Pedrinho (Bento Gonçalves)

UHE Monte Claro: arroio Burati (Bento Gonçalves)

UHE Castro Alves: arroios Biazus (Farroupilha) e Tega (Caxias do Sul)

- Realização de programa de monitoramento das alterações do regime hidrológico (vazão e padrões de flutuação) nos trechos do rio entre as barragens e as casas de bomba, visando identificar os efeitos na sobrevivência das espécies vegetais dos afloramentos rochosos, prevendo-se medidas mitigadoras, se isto vier a ocorrer.
- Nos empreendimentos localizados em áreas de cabeceiras, deverão ser exigidos os estudos necessários para a identificação de endemismos de ictiofauna. Os empreendimentos cujos estudos venham a comprovar a ocorrência de endemismos não deverão ser implantados.
- O canteiro de obras e demais instalações associadas aos empreendimentos não deverão ser implantados nas vertentes dos vales com cobertura florestal nativa e/ou com declividade superior a 25°.
- Incentivo à participação pública, através da promoção de reuniões prévias às audiências públicas para discussão dos projetos com as comunidades locais, comitês de bacias, entidades de meio ambiente, etc.
- Incentivo à participação das comunidades nos programas de controle de poluição, como recuperação de arroios degradados e controle da erosão em áreas rurais.
- Inclusão de programas voltados à diminuição das perdas na transmissão e distribuição e de combate ao desperdício de energia.

9 – DIRETRIZES PARA A CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA

Para a conservação da biota aquática:

- Garantir a conservação de pelo menos um rio nas “bacias de planalto” e um rio nas “bacias de encosta”, para assegurar amostras dos regimes hidrológicos distintos e prováveis diferenças ecológicas em termos de habitats para peixes, como a estratégia de conservação de biota aquática da bacia.
- Assegurar extensões livres mínimas de cursos d’água para a preservação das populações de espécies de peixes residentes.
- Restringir totalmente a implantação de empreendimentos nas áreas de cabeceiras, com objetivo de manter conectadas extensões de rios necessárias para existência das espécies endêmicas, comprovadamente identificadas.
- Não eliminar obstáculos naturais à dispersão da fauna íctica, para evitar a mistura de populações naturalmente isoladas e a eliminação de espécies típicas de determinadas zonas;
- Implantar mecanismos de transposição de fauna íctica em todos as barragens previstas e efetuar projetos de monitoramento, a fim de verificar sua eficácia. Dever prever a transposição das espécimes para jusante, de forma a garantir a passagem de retorno das espécies migradoras.
- Estabelecer mecanismos legais que garantam a proteção dos rios e trechos de rios livres de barragens indicados neste estudo, visando criar refúgios da iciofauna e assegurar a não proposição futura de barragens.

Para a conservação da biota terrestre:

- Proteger 10% de cada fisionomia vegetal, com ênfase nos remanescentes da Floresta Estacional, formação vegetal menos conservada e protegida na Bacia.
- Concentrar os recursos das medidas compensatórias em áreas de importância para a biodiversidade regional, evitando-se a pulverização de recursos em pequenas áreas.

- Assegurar a preservação de alguns habitats para evitar a extinção das espécies, pela Fundação Zôobotânica, (*Callisthene inundata*, *Lafoensia nummularifolia*, *Aspidosperma riedelli*, *Dickia sp*) no trecho médio do Taquari-Antas registro da ocorrência dessas espécies, com destaque para os seguintes locais:
 - áreas localizadas no trecho do rio das Antas, entre o Cachoeirão e a foz do arroio Mico (ocorrência das 3 espécies).
 - ilha localizada junto à foz do arroio Jabuticaba (alta concentração da espécie, *Callisthene inundata*);
 - área próxima ao barramento da UHE Monte Claro (passagem LT Pinto Bandeira / Veranópolis).

- Restabelecer dos corredores biogeográficos, constituídos pelas zonas de contato da bacia do Taquari-Antas com as bacias do Uruguai e Litorânea:
 - Rios Carreiro e Ligeiro
 - Rio Taínhas
 - Rio Guaporé

- Estabelecer de medidas de proteção dos habitats rupestres e das áreas úmidas localizadas nas partes altas do Planalto, nos municípios de Bom Jesus, Vacaria, São Francisco de Paula e Jaquirana, habitats de aves raras ou ameaçadas de extinção.

- Implantar do Parque Estadual do Taínhas, criado pelo Decreto Estadual 23.798/75, classificado como fortemente crítico quanto à situação fundiária, infra-estrutura, plano de manejo e vulnerabilidade dos ecossistemas.

- Priorizar a reposição obrigatória prevista no Código Florestal Estadual – Lei 9.519/92 (quinze mudas por árvores cortada), visando:
 - a recuperação das áreas de preservação permanente nas bacias de contribuição
 - enriquecimento das capoeiras e conexão de fragmentos
 - a aquisição de áreas para preservação
 - a recomposição florística original, com ênfase nas espécies atrativas à fauna silvestre dispersora de sementes.

- Incentivar a criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNS), especialmente nas áreas de interesse ecológico, conforme disposição contida no Decreto Federal nº 1922/93.

- Promover a substituição gradativa dos reflorestamentos de *Pinus* sp. localizados nas áreas de preservação permanente, visando à recomposição da vegetação ciliar original.
- Estabelecer diretrizes para disciplinar a implantação de reflorestamentos com espécies exóticas, especialmente no trecho superior da Bacia.
- Sensibilizar a comunidade para a possibilidade da reintrodução na bacia de espécies emblemáticas, como a *Tapirus terrestris* (anta).

Para a conservação da qualidade da água:

Os empreendimentos não poderão alterar o tempo de permanência das condições da qualidade da água na classe de uso definida no enquadramento para o trecho do rio onde serão implantados.

- Determinar vazão ecológica real, que considere as características específicas da bacia, para a manutenção da vida aquática;
- Determinar a vazão remanescente a ser mantida no trecho de jusante das barragens, de forma a garantir os usos existentes identificados nos EIA-RIMAs ou no licenciamento simplificado. A vazão remanescente deve corresponder a um percentual de vazão com variação mensal semelhante à variação do regime hidrológico do rio, e não um valor fixo.
- Implementar modelos matemáticos de simulação de qualidade e quantidade da água do Taquari-Antas para dimensionar os reais impactos gerados pela implantação dos empreendimentos na qualidade da água e simular cenários futuros, permitindo a minimização dos impactos previstos e a aplicação de medidas preventivas.
- Promover instrumentos para o disciplinamento do uso territorial e controle da erosão, especialmente nas áreas super-utilizadas localizadas na margem esquerda das nascentes do rio das Antas e nas sub-bacias dos rios Turvo, Carreiro e Guaporé.
- Implementar programas de redução de nutrientes na bacia, especialmente nas áreas agrícolas localizadas nas nascentes do rio Guaporé, Carreiro, Turvo e Antas. Este programa relaciona-se com o programa de controle da erosão, uma vez que grande parte do fósforo é transportado adsorvido a sedimentos.

- Implementar planos para medições de cargas originadas de áreas urbanas e rurais, de modo a aumentar o grau de confiabilidade das estimativas de carga.
- Planejar a coleta de dados de modo a atender as necessidades de calibração dos modelos de simulação a serem implementados.
- Ampliar a rede de monitoramento atualmente existente, abrangendo rios afluentes ao Taquari-Antas, integrada aos programas de monitoramento da qualidade da água dos empreendimentos.
- Evitar a retirada de água dos níveis inferiores dos reservatórios mais críticos em termos de estratificação térmica, para evitar impacto nos trechos de jusante.
- Avaliar a possibilidade de instalação de sistemas de circulação de água dentro dos reservatórios, principalmente nos períodos chuvosos, para renovação do seu volume.
- Realizar a limpeza total das áreas a serem alagadas, de acordo com a Lei Federal 3.824 de 23 de novembro de 1960.
- Atender a Resolução da ANEEL nº 396, de 04 de dezembro de 1998, que estabelece condições para a implantação, manutenção e operação de estações fluviométricas e pluviométricas associadas a empreendimentos hidrelétricos.

Para a manutenção dos usos antrópicos:

- Assegurar a manutenção das atividades de *rafting e canoagem*, mesmo que essas, acarretem a diminuição de geração de energia em determinados períodos como, por exemplo, em períodos de seca e/ou nos horários em que esta atividade é realizada.
- Identificar os monumentos naturais e culturais de maior relevância e garantir sua preservação, através de legislação específica;

São monumentos naturais já identificados:

- Cachoeirão - ocorrência única no rio das Antas
 - Quedas d'água junto ao rio das Antas, localizadas nos municípios de Nova Pádua e Nova Roma, com destaque para a cascata localizada nas coordenadas 29°02'30''S e 51°26'58''W Gr.
 - Queda d'água no rio das Antas a jusante da barragem ANTAS XI -*Passo do Meio localizada nas* Coordenadas 28°49'49''S e 50°06'34''W Gr.
 - Cascata da Usina, no rio da Prata, localizada nos municípios de Nova Prata/Protásio Alves, localizada nas Coordenadas 28° 46' 28,9" S e 51 30' 56l, "WGr.
- Condicionar a emissão das licenças dos empreendimentos (LI) à resolução de todas questões relativas ao deslocamento de populações humanas para outras áreas.
 - Monitorar clima nas encostas dos vales, de modo a identificar as alterações climáticas locais e suas conseqüências sobre os cultivos agrícolas.
 - Regularizar os empreendimentos implantados, com implementação das medidas de mitigação e recuperação ambiental

Propostas do Comitê da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica:

- Priorizar as áreas da faixa ciliar do reservatório e as áreas de captação da micro-bacia envolvida, com manutenção dos padrões de estrutura fitossociológica original desses ambientes visando a recomposição florestal obrigatória;
- Agregar à faixa de preservação permanente do reservatório a ser desapropriada. os remanescentes florestais e áreas de campo considerados relevantes para a biodiversidade.
- Implementar um programa ambiental regional de caráter educativo sobre o uso sustentável da energia gerada e/ou utilizada nesta região, construído a partir de um diagnóstico sócio-ambiental da região.

10 – ESTUDOS INDICADOS

- Devem ser aprofundados os estudos de ictiofauna com amostragens de maior esforço espacial (abrangência geográfica e número de locais coletados) e temporal (extensão do período de estudo, número e frequência de réplicas das amostragens de cada local), bem como a avaliação das possíveis rotas alternativas existentes. Esta proposta se deve ao fato de que na Bacia, com área de 26.428 Km² foram identificadas, até agora, apenas cinquenta e oito espécies autóctones.
- Para garantir a qualidade dos estudos e a consolidação da base de dados, os estudo de flora e fauna deverão considerar:
 - Levantamento de campo estratificados, tendo por base o mapeamento dos tipos de habitats terrestres e aquáticos diretamente atingidos.
 - Todos os tipos de habitats devem ser amostrados. As parcelas ou pontos de coleta devem ser georreferenciados, de modo a permitir sua correta localização em campo.
 - As amostragens devem estender-se por um ciclo anual completo.
- Os afloramentos rochosos devem ser investigados para verificar a existência de espécies raras, em especial de cactáceas, bromeliáceas e outras plantas rupestres. Levantamentos e medidas mitigadoras específicas devem ser previstos para estas plantas.
- Efetuar estudos referentes à desativação das obras no final do período útil dos empreendimentos.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BELTON, W.. *Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e biologia*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 1994.

BENETTI, A. D.; TUCCI, C. E. M.. *Identificação Preliminar de Áreas Críticas de Qualidade da Água Decorrentes da Implantação de Hidrelétricas na Bacia dos Rios Taquari-Antas: relatório parcial nº 1 e relatório final*. Porto Alegre: FEPAM, 2001.

BRASIL. *Resolução CONAMA nº 20 de 18 de Junho de 1986*. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional.

BRASIL. *Lei nº 4.771 de 15 de Setembro de 1965*. Institui o Código florestal federal.

BRASIL. *Medida Provisória nº 1.956-50 de 26 de Maio de 2000*. Altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44 e acresce dispositivos à Lei federal 4.771/65

BUENO, O.L.; MAGALHÃES, R.G.; NILSON, A.D. *Calisthene inundata nova espécie de Vochysiaceae e primeiro registro desta família no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil*. In: Iheringia, Sér. Bot. nº 53. Porto Alegre: 2000.

CEPEL; ELETROBRÁS; DNAEE. *A Dimensão Ambiental nos Estudos de Inventários Hidrelétricos*. Rio de Janeiro, 1997 (não publicado).

COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA; MAGNA ENGENHARIA. *Relatório Final do Inventário da Bacia do Taquarí-Antas*. Porto Alegre: CEEE, 1993.

CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL; MAGNA ENGENHARIA. *Avaliação Quali-Quantitativa das Disponibilidades de Água na Bacia Hidrográfica do Sistema Taquarí-Antas*. Porto Alegre: CRH/RS, 1997.

DEPARTAMENTO DE FLORESTAS E ÁREAS PROTEGIDAS; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. *Apresentação do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: SEMA, 2001 (não publicado).

ENGEVIX; PLANAMÉRICA; DESENVIX. *Complexo Energético Rio das Antas: estudo de impacto ambiental. Relatórios, 1999* (não publicado).

FABRÍCIO FILHO, J.A.; PAGEL, S.M.; FRANCO, C.M.; NUNES, L.A. *Áreas de Proteção Ambiental do RS: situação atual das unidades de conservação*. In Congresso Florestal Estadual. Anais. Nova Prata, 1984

FEPAM. *Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio das Antas e Rio Taquari: boletim trimestral*. Porto Alegre: FEPAM, 1999.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. *Censo Agropecuário do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: FEE, 1996.

FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL. *Parques e Reservas Naturais na Bacia do Guaíba: diagnóstico e ampliação de áreas protegidas*. V. 1 e 2. Porto Alegre: Programa Pró-Guaíba – Sub-Programa Proteção de Parques e Reservas Naturais, 1991.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAS; INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL. *Atlas da Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio da Mata Atlântica no Período 1995-2000-RS*. São Paulo: Fundação SOS MATA ATLÂNTICA NO PERÍODO 1995-2000-RS. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica (não publicado).

GUADAGNIN, D.L.; ZANINI, L. *Conservação da Biodiversidade do Rio Grande do Sul: uma análise da situação de proteção dos habitats*. In: II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Anais: Campo Grande: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2000 vol.2. p. 722-730.

IBGE. *Vegetação: As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos – estudo fitogeográfico*. Folhas SH.22 Porto Alegre, SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro: IBGE, 1982.

IBGE. *Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000*. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. *Vegetação*. In: Geografia do Brasil.V.2. – Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1990.

MARCUZZO, S.; PAGEL, S.M.; CHIAPPETTI, M.I.S. *A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no RS: situação atual, ações e perspectivas*. Série Cadernos da Reserva da Biosfera. São Paulo: CNRBMA, 1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, et al. *Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos*. Brasília: MMA/SBF, 2000.

RAMBO, B.. *A Fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural*. Porto Alegre: Edição da Livraria Selbach, 1956.

RIO GRANDE DO SUL. *Lei Estadual nº 9.519 de 21 de Janeiro de 1992*. Institui o código florestal do Rio Grande do Sul.

RIO GRANDE DO SUL. *Lei nº 10.350 de 30 de Dezembro de 1994*. Estabelece a política estadual de recursos hídricos.

RIO GRANDE DO SUL. *Resolução CONSEMA nº 001 de 21 de Janeiro de 2000*. Estabelece critérios de compensação de danos ambientais causados por grandes empreendimentos.

RIO GRANDE DO SUL. *Lei nº 11.520 de 03 de Agosto de 2000*. Institui o código estadual do meio ambiente.

SECRETARIA DE COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO. *Plano Diretor de Controle e Administração Ambiental da Região Hidrográfica do Guaíba*. Porto Alegre: Pró-Guaíba, 1998.

SECRETARIA DE ESTADO DE TURISMO. *Guia Turístico do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: SEBRAE/SETUR, 1997.

SEMA;UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. *Apresentação do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 2001. (não publicado)

STRAHLER, A.N. *Geografia Física*. Barcelona: Ômega, 1977.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. CENTRO DE ECOLOGIA. *Levantamento, Identificação, Classificação e Mapeamento da Mata Atlântica na Área de Sua Maior Incidência no Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 1992 (não publicado).

ZORZI, I; FILIPPINI, A. F.; CANEPA, E. M.; SCHNEIDER, V. E. *A Gestão de Recursos Hídricos no RS: uma estratégia de participação da sociedade civil*. Caxias do Sul: Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica, 2001.

12 - LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO



Foto 1. Rio Taínhas: exemplo de rio representativo de sub-bacia de planalto.



Foto 2. Rio Guaporé: exemplo de rio representativo de sub-bacia de encosta



Fotos 3 e 4. Trecho médio do rio Taquari –Antas: zona de transição entre a Floresta Estacional e a Floresta Ombrófila Mista



Fotos 5 e 6. Cachoeirão: monumento natural de ocorrência única no rio Taquari-Antas, de grande beleza cênica, ocorrência de espécies endêmicas e prática de rafting.



Foto 7. Lajeados no trecho médio do rio Taquari-Antas: habitats de espécies endêmicas



Foto 8. Ilha localizada junto a foz do arroio Jaboticaba: Ocorrência da espécie *Callisthene inundata*.



Foto 9. PCH Saltinho, localizada no rio Ituí, exemplo das pequenas barragens existentes na bacia



Foto 10. Rio Turvo, onde foi proposta pela CEEE a implantação de seis barragens.



Foto 11. Atividade de pesca artesanal no rio Taquari-Antas

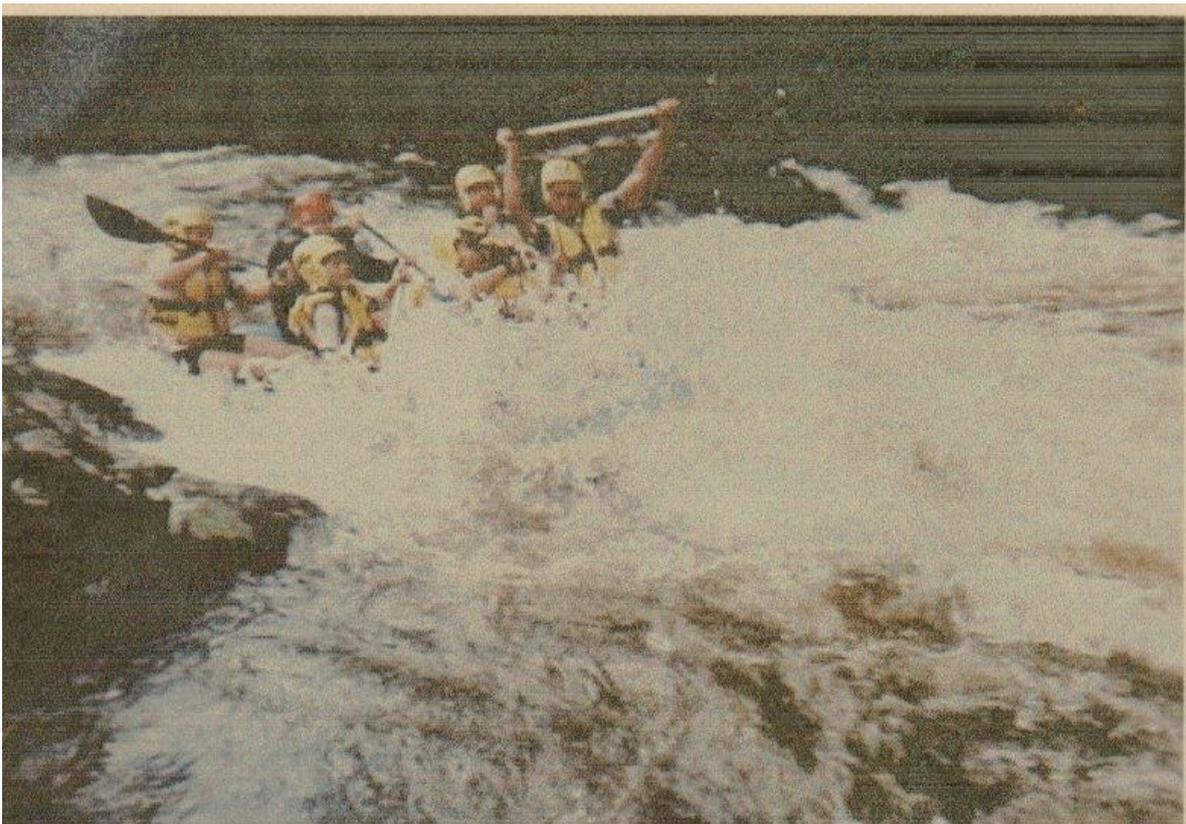


Foto 12. Atividade de rafting no rio das Antas cuja manutenção deverá ser assegurada



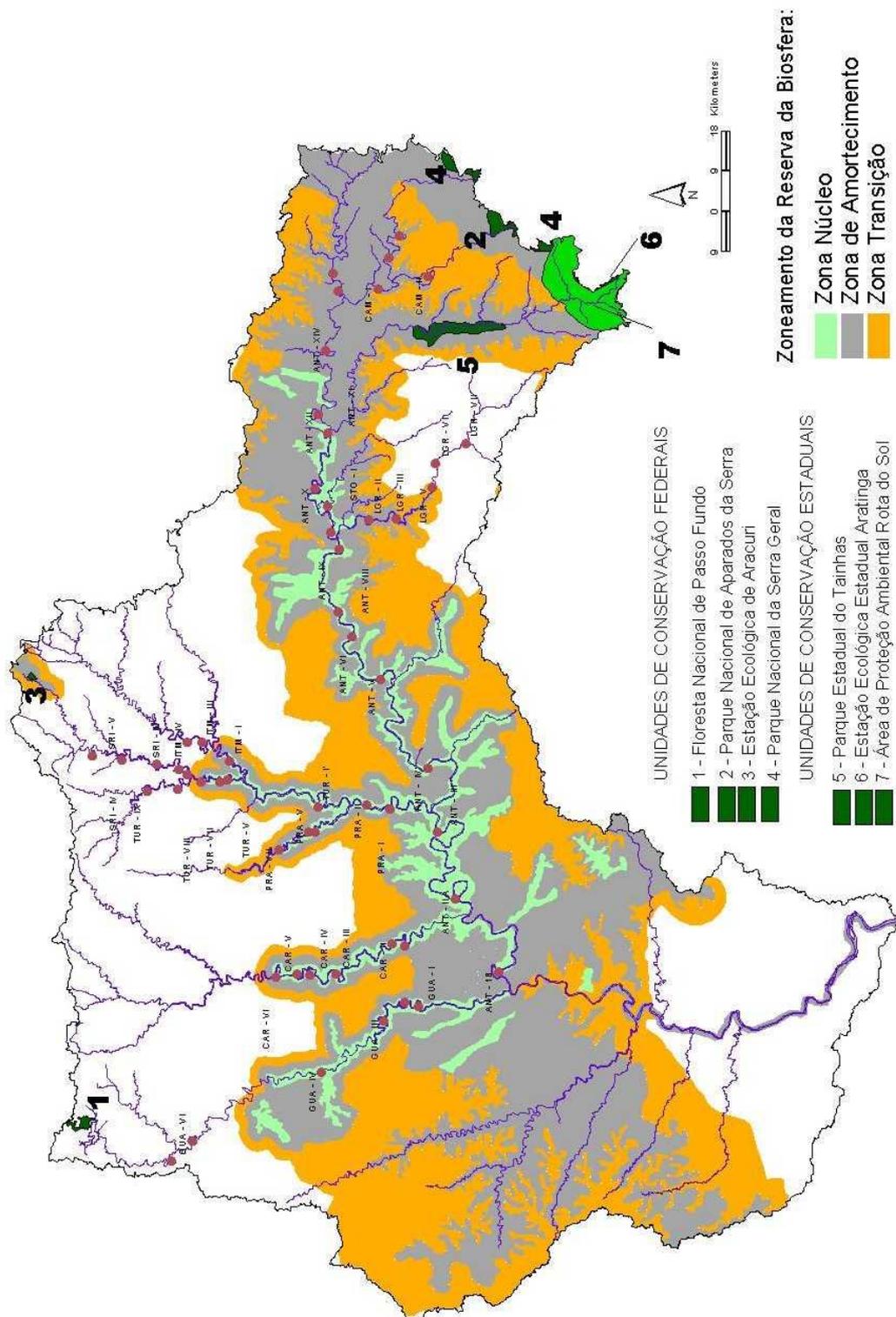
Foto 13. Trecho superior do rio Taquari-Antas, evidenciando presença de reflorestamento de *Pinus sp*

ANEXO 1 – Relação das barragens previstas no inventário hidrelétrico.

Nº	IDENTIFICAÇÃO		POTÊNCIA (Mw)
	Barragem	Nome	
01	ANT-III	Monte Claro	130
02	ANT-IV	Castro Alves	130
03	ANT- 1B	Muçum	112
04	ANT-II A	14 de julho	100
05	ANT-V	São Marcos	57,0
06	ANT-VII	São Manoel	51,0
07	ANT-X	Serra dos Cavalinhos	45,0
08	PRA-I	Jararaca	41,0
09	TUR-I	Primavera	36,0
10	ANT-IX	Espigão Preto	34,0
11	PRA-II	Ilha	32,0
12	GUA-II	Monte Cucco	30,0
13	GUA-III	Monte Bérico	30,0
14	ANT-XI	Passo do Meio	30,0
15	ITM-I	Saltinho	19,5
16	ANTA-VIII	São José	17,5
17	ANT-VI	São Bernardo	16,0
18	ANT-XII	^a Pezzi	15,6
19	CAR-VI	Caçador	15,0
20	CAR-I	Cotiporã	13,0
21	CAR-II	Linha Emília	13,0
22	ANT-XIV	Quebrada Funda	12,0
23	CAR-III	Autódromo	12,0
24	CAR-V	Boa Fé	9,3
25	LGR-V	Cazuza Ferreira	9,1
26	CAR-IV	São Paulo	8,4
27	TUR-V	Chimarrão	8,2
28	TUR-IV	Santa Carolina	7,8
29	ITM-III	Morro Grande	7,4
30	GUA-IV	Pulador	6,3
21	LGR-II	Palanquinho	6,0
32	CAM-II	Grotão	5,2
33	PRA-V	Pratinha	5,0
34	TUR-VII	Jardim	5,0
35	STO-I	Pião	3,0
36	ANT-XVI	Matemático	3,0
37	LGR-III	Criúva	2,9
38	SRI-IV	Boqueirão	2,7
39	SRI-I	São Pedro	2,3
41	PRA-IV	Serrinha	2,3

42	TUR-VIII	Volta Longa	2,2
43	LGR-VI	Matreiro	2,0
44	GUA-VII	Nova Esperança	1,9
45	ANT-XVII	Piraquete	1,9
46	PRA-VII	Rio Branco	1,9
47	SRI-II	Entre Rios	1,9
48	CAM-I	Chapéu	1,9
49	LGR-VII	Bururi	1,7
50	GUA-VI	Arranca Toco	1,6
51	TUR-IX	Passo da Pedra	1,5
52	SAN-I	Boa Vista	1,4
53	SAN-II	(Potreiro)	1,4
54	SRI-V	Vacaria	1,4
55	ITM-IV	Cinco Cachoeiras	1,2
56	SRI-III	Lajeado Bonito	1,2

ANEXO 2: Mapa de localização da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e das unidades de conservação.



Anexo 2: Mapa de localização da Reserva da Biosfera na Mata Atlântica e Unidades de Conservação na Bacia

ANEXO 4: Estratificação térmica potencial dos reservatórios

O trabalho de consultoria utilizou alguns indicadores para determinar os aproveitamentos que são mais críticos em termos de estratificação térmica, aporte de cargas poluidoras, relação carga de poluentes/volume do reservatório e taxas de aplicação de nutrientes.

Em relação à estratificação térmica, observou-se que para as condições de vazões médias haverá tendência forte de estratificação nos reservatórios da UHE Primavera (TUR-I), e Boqueirão (SRI-IV), nos rios Turvo e Santa Rita. Haverá tendência média de estratificação para os reservatórios das UHEs Castro alves (ANT-IV) e Quebra Funda (ANT-XIV) no rio das Antas, Caçador (CAR-VI), no rio Carreiro, Passo da Pedra (TUR- IX), no rio Turvo, Cazuza Ferreira (LGR-V), no Lajeado Grande e Grotão (CAM-II), no rio Camisas.

Quando são consideradas vazões para condições de estiagem, há previsão de estratificação média ou forte para todos os reservatórios. Entre os estimados como tendo estratificação pronunciada estão os reservatórios das UHEs Monte Claro (ANT III) e Castro Alves (ANT-IV), no rio das Antas (Benetti e Tucci, Relatório Final, 2001, p.51)

ANEXO 5 Classificação dos reservatórios de maior carga potencial isolada de DBO, de nitrogênio total, de fósforo total e de coliformes fecais

Classificação de Reservatórios de Acordo com a Carga Potencial Isolada de DBO Recebida

Classificação	Rio	UHE	Nome	Carga (t/ano)
1	Antas	ANT-1B	Muçum	11.044
2	Guaporé	GUA-IV	Pulador	10.580
3	Antas	ANT-III'	Monte Claro	8.367
4	Carreiro	CAR-VI	Caçador	7.988
5	Antas	ANT-IV'	Castro Alves	5.486
6	Antas	ANT-IIA	14 de julho	5.296
7	Turvo	TUR-I	Primavera	4.254
8	Carreiro	CAR-II	Linha Emília	3.688
9	Antas	ANT-VII	São Manoel	3.111
10	Prata	PRA-II	Ilha	2.693

Fonte: Benetti e Tucci, 2001

Classificação de Reservatórios de Acordo com a Carga Potencial Isolada de Nitrogênio Total Recebida

Classificação	Rio	UHE	Nome	Carga (t/ano)
1	Turvo	TUR-I	Primavera	3.263
2	Carreiro	CAR-VI	Caçador	2.061
3	Antas	ANT-1B	Muçum	1.839
4	Guaporé	GUA-IV	Pulador	1.839
5	Antas	ANT-XI	Passo do Meio	1.602
6	Antas	ANT-III	Monte Claro	1.405
7	Antas	ANT-VII	São Manoel	1.397
8	Antas	ANT-IV	Castro Alves	1.369
9	Antas	ANT-VIII	São José	1.118
10	Antas	ANT-IIA	14 de julho	1.093

Fonte: Benetti e Tucci, 2001

Classificação de Reservatórios de Acordo com a Carga Potencial Isolada de Fósforo Total Recebida

Classificação	Rio	UHE	Nome	Carga (t/ano)
1	Turvo	TUR-I'	Primavera	467
2	Guaporé	GUA-IV	Pulador	361
3	Antas	ANT-IB	Muçum	356
4	Carreiro	CAR-VI	Caçador	350
5	Guaporé	ANT-III	Monte Claro	276
6	Antas	ANT-IV	Castro Alves	239
7	Antas	ANT-XI	Passo do Meio	219
8	Carreiro	ANT-VII	São Manoel	215
9	Guaporé	ANT-IIA	14 de julho	208
10	Guaporé	ANT-VIII	São José	165

Fonte: Benetti e Tucci, 2001

Classificação de Reservatórios de Acordo com a Carga Potencial Isolada de Coliformes Fecais Recebida

Classificação	Rio	UHE	Nome	Carga (NMP/ano)
1	Antas	ANT-III'	Monte Claro	1.832
2	Antas	ANT-IB	Muçum	1.052
3	Antas	ANT-IIA	14 de julho	793
4	Carreiro	CAR-VI	Caçador	588
5	Guaporé	GUA-IV	Pulador	576
6	Antas	ANT-IV'	Castro Alves	550
7	Antas	ANT-VII	São Manoel	353
8	Carreiro	CAR-II	Linha Emília	351
9	Guaporé	GUA-VI	Arranca Toco	260
10	Guaporé	GUA-III	Monte Bérico	204

Fonte: Benetti e Tucci, 2001

ANEXO 6: Empreendimentos em licenciamento na FEPAM

Empreendimentos em análise	Municípios	PI/MW	Fase de Licenciamento	Protocolo FEPAM
ANTAS X – Serra dos Cavalinhos	Jaquirana/Bom Jesus	45	L.P.	dezembro/98
ANTAS XII – Pezzi	Bom Jesus	15,6	L.P.	junho/01
GUA II – Monte Cucco	Anta Gorda	30	L.P.	julho/99
GUA III – Monte Bérico	Guaporé/Anta Gorda	30	L.P.	março/01
GUA VI – Pulador	Guaporé/Anta Gorda	6,3	L.P.	outubro/99
CAR VI – Caçador	Casca/Nova Bassano	15,0	L.P.	fev/00
CAR II – Linha Emília	Serafina Correa	13,0	L.P.	abril/00
CAR I – Cotiporã	Serafina Correa	13,0	L.P.	abril/00
TURVO I – Primavera	Antônio Prado/Protásio	3,6	L.P.	maio/01
PRATA I – Jararaca	Antônio Prado/Veranópolis	41	L.P.	maio/01
PRATA II – Ilha	Antônio Prado/Veranópolis	36	L.P.	maio/01

Empreendimentos licenciados	Municípios	PI/MW	Fase de Licenciamento	Protocolo FEPAM
ANTAS XI – Passo do Meio	São Francisco de Paula	30	L.I.	set/97
LGR V – Cazuza Ferreira	Jaquirana	9,1	L.I.	outubro/00
ANTAS II – 14 de julho	Bento/Cotiporã	100	L.P.	outubro/018
ANTAS III – Monte Claro	Bento /Veranópolis	130	L.P.	outubro/01
ANTAS IV – Castro Alves	Nova Roma/Nova Pádua	130	L.P.	outubro/01

Empreendimentos em análise : 11

Empreendimentos Licenciados: 5

Empreendimentos inviáveis: 3