



*Ministério da Educação*  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
*Criada pela Lei nº 10.435, de 24 de abril de 2002*

**Eng<sup>a</sup>. Jussara Antunes da Silva**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE  
GERAÇÃO HIDRELÉTRICA: ESTUDO DE CASO DA  
USINA HIDRELÉTRICA TRÊS IRMÃOS, SP.**

**Orientador: Prof. Dr. Francisco Antonio Dupas**

**Co-Orientador: Prof. Dr. Edson da Costa Bortoni**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da  
Universidade Federal de Itajubá, como parte dos requisitos  
necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia  
da Energia.

Itajubá, Dezembro de 2006

**Dedico este trabalho para a minha mãe Ana (*in memoriam*) e minha filha  
amada Gabriela.**

## Agradecimentos

A Deus que tão maravilhosamente me acolheu me libertou e me deu inteligência e sabedoria para a conclusão deste trabalho.

Ao meu orientador Francisco Antonio Dupas, pelo auxílio e apoio.

Ao co-orientador Edson da Costa Bortoni, pela colaboração.

A Tânia Barbosa pela ajuda e dedicação.

Aos Professores Nívia e Marcelo, agradeço a colaboração e boa vontade.

A CAPES, pelos auxílios financeiros concedidos, indispensáveis à execução deste trabalho.

Ao coordenador do mestrado professor. Luiz Augusto Horta Nogueira e ao Carlos Roberto Rocha, pelos conselhos dados nos seminário que muito me ajudaram.

Ao Professor Geraldo Lúcio Tiago Filho e ao Instituto de Recursos Naturais, muito obrigada pela consideração e apoio.

A Karina e a Janice do NEST obrigada pelo apoio.

A minha mãe (in memoriam) que me ajudou muito a concluir meu curso de graduação e que sem este eu não poderia concluir o mestrado.

A minha filha Gabriela que me compreendeu e me apoiou por eu quase não poder vê-la, por está tão ocupada nestes últimos anos.

As minhas irmãs, irmão e sobrinhos por todo carinho e compreensão que me dedicaram.

A minha grande amiga pastora Meire que tanto me ajudou com seus conselhos e orações.

Aos meus colegas do NEPA e ao Benedito do GEE muito obrigada pelo apoio.

A todos os meus colegas do mestrado, Gilze, Daniela, Sandra, Elizângela, Daniel, Helmo, Adriano, Carol, Sérgio, Erlaini muito obrigada pela amizade.

A todos que eu eventualmente tenha esquecido. Que Deus abençoe a todos vocês, e muito obrigada por tudo.

# SUMÁRIO

pág.

<b>LISTA DE FIGURAS.</b>	i
<b>LISTA DE TABELAS.</b>	iii
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.</b>	iv
<b>RESUMO.</b>	v
<b>ABSTRACT.</b>	vi
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.</b>	1
<b>CAPÍTULO 2 – OBJETIVOS.</b>	3
<b>CAPÍTULO 3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.</b>	4
3.1 - Histórico do uso da água.	4
3.2 - Histórico das hidrelétricas, uso da água e reservatórios.	12
3.3 - Água e setor elétrico – aspectos Legais.	18
3.4 - Impactos ambientais.	24
3.5 - Avaliação de impacto ambiental e estudo de impacto ambiental.	35
3.6 - Métodos de avaliação de impactos ambientais.	41
3.7 - Mitigação de impactos causados pela construção de hidrelétricas.	48
3.8 - Processo de obtenção das licenças ambientais.	57
<b>CAPÍTULO 4 – MATERIAIS E MÉTODOS.</b>	61
4.1 – Materiais.	61
4.2 – Métodos.	62
<b>CAPÍTULO 5 – ÁREA DE ESTUDO – LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO DE TRÊS IRMÃOS.</b>	67
<b>CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E ANÁLISES.</b>	74
6.1 - Dados de uso e ocupação do solo de 1985 e 2005.	75
6.2 - Avaliação multitemporal do uso e ocupação do solo de 1985 a 2005.	83

	5
6.3 - Matriz dos impactos ambientais.	91
6.4 - Considerações finais sobre a análise do EIA.	98
<b>CAPITULO 7 – CONCLUSÕES.</b>	103
<b>CAPITULO 8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</b>	105
<b>ANEXOS</b>	
<b>ANEXO 1</b>	
<b>ANEXO 2</b>	

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
FIGURA 3.1	Evolução global do uso da água – captação e consumo por setor. 5
FIGURA 3.2	Ciclo hidrológico médio anual da terra. 6
FIGURA 3.3	Distribuição de água no mundo. 8
FIGURA 3.4	Divisão hidrográfica do Brasil segundo o CNRH. 9
FIGURA 3.5	Consumo de Energia e Índice de Desenvolvimento. 10
FIGURA 3.6	Principais componentes do ecossistema de um reservatório. 17
FIGURA 3.7	Número e volumes dos grandes reservatórios anteriores a 1985. 19
FIGURA 3.8	Impactos de Represas. 25
FIGURA 3.9	Variações na temperatura da terra: Ano 1000 ao ano 2100. 27
FIGURA 3.10	Evolução da concentração de CO <sub>2</sub> . 28
FIGURA 3.11	Reservatório de Xiaolangdi na China. 30
FIGURA 3.12	Povos afetados por represas na Índia. 32
FIGURA 3.13	Aldeia próxima ao reservatório de Xiaolangdi. 32
FIGURA 3.14	Garganta Qutang , no Rio de Yangzi. 33
FIGURA 3.15	Diagrama do processo de avaliação de impactos ambientais. 39
FIGURA 3.16	Etapas de um Estudo de Impacto Ambiental. 40
FIGURA 3.17	Variáveis consideradas em um estudo de Impacto Ambiental. 42
FIGURA 3.18	Aspecto do interior de mata-ciliar. 48
FIGURA 3.19	Combinação de oxigenação e mistura a partir da superfície. com bombas. 52
FIGURA 3.20	Componentes de um conselho local de informação e gerenciamento. 55
FIGURA 3.21	Estrutura social sustentável com atenção suficiente para cada necessidade. 56
FIGURA 3.22	Estrutura social insustentável com prioridades e negligências em longo prazo. 56
FIGURA 3.23	Fases do empreendimento ambiental. 59
FIGURA 4.1	Fluxograma do método. 62
FIGURA 4.2	Fluxograma do trabalho elaborado para determinar o uso e ocupação do solo de 1985 e 2005 com vistas ao comparativo multitemporal. 63
FIGURA 5.1	Localização UHE Três Irmão. 67
FIGURA 5.2	Bacia Hidrográfica da UHE Três Irmão. 68
FIGURA 5.3	População da área de Influência do Reservatório. da UHE Três Irmãos. 69
FIGURA 5.4	Barragem do reservatório de Três Irmãos,SP. 70
FIGURA 5.5	Canal Pereira Barreto. 71
FIGURA 6.1	Uso e ocupação do solo no entorno do reservatório Três Irmãos mostrados em uma imagem de composição colorida falsa-cor do satélite CBERS no ano de 2005. 76
FIGURA 6.2	Mapa de uso e ocupação do solo da UHE Três Irmãos (1985) 78
FIGURA 6.3	Composição colorida falsa-cor do satélite CBERS no ano de 2005. 79
FIGURA 6.4	Mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica da UHE Três Irmãos (2005). 80
FIGURA 6.5	Ampliação para identificação dos temas do mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica da UHE Três Irmãos (2005). 81
FIGURA 6.6	Modelo digital do terreno. 82
FIGURA 6.7	Gráfico da evolução do processo de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica da UHE Três Irmãos de 1985 a 2005.... 84
FIGURA 6.8	Gráfico do total dos temas da bacia hidrográfica da UHE Três Irmãos de 85

	1985 a 2005.	
FIGURA 6.9	Área alagada UHE Três Irmãos.	86
FIGURA 6.10	Vegetação primária UHE Três Irmãos.	86
FIGURA 6.11	Capoeira UHE Três Irmãos.	87
FIGURA 6.12	Solo exposto e área urbana UHE Três Irmãos.	87
FIGURA 6.13	Cultura anual no entorno do reservatório.	88
FIGURA 6.14	Cultura permanente e Solo exposto UHE Três Irmãos.	89
FIGURA 6.15	Pasto UHE Três Irmãos.	89
FIGURA 6.16	Cana-de-açúcar UHE Três Irmãos.	90
FIGURA 6.17	Área reflorestada com acesso para as margens do reservatório.	98
FIGURA 6.18	Processos erosivos pluviais e das ondas.	99
FIGURA 6.19	Porto de areia e árvore submergida em 1990.	99
FIGURA 6.20	Área de inundação.	100
FIGURA 6.21	Área de lazer.	100
FIGURA 6.22	Macrófitas aquáticas.	101

**LISTA DE TABELAS**

	Pág.	
TABELA 3.1	Consumo e geração de hidroeletricidade e Geração de energia de países em 1997.	14
TABELA 3.2	Capacidade de Geração do Brasil.	15
TABELA 3.3	Represas brasileiras com altura superior a 100 m.	18
TABELA 3.4	Reservatórios com maior volume do mundo.	18
TABELA 3.5	Potencial hidrelétrico em TWh no mundo, por região.	18
TABELA 3.6	Deslocamentos de pessoas associados com grandes Represas na África.	30
TABELA 3.7	Totais de Emissões de Reservatórios brasileiros comparados com ciclo combinado de Gás natural.	34
TABELA 3.8	Escala de pesos atribuídos à combinação de atributos.	47
TABELA 3.9	Principais características referentes à qualidade das águas de um reservatório, importantes para a qualidade das águas do rio a jusante e de suas condições.	50
TABELA 4.1	Caracterização das Imagens CBERS.	61
TABELA 4.2	Matriz dos impactos ambientais.	66
TABELA 5.1	População da área de influência do reservatório da UHE Três Irmãos.	69
TABELA 5.2	Características da UHE Três Irmãos.	70
TABELA 5.3	Mortalidade causada por doenças no aparelho respiratório.	72
TABELA 6.1	Cálculo das áreas temáticas de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do reservatório da UHE Três Irmãos.	84
TABELA 6.2	Posição do reflorestamento da área de preservação permanente do reservatório da UHE Três Irmãos.	91
TABELA 6.3	Matriz dos impactos existentes e dos não existentes no EIA da UHE Três Irmãos.	93
TABELA 6.4	Resumo da eficácia da aplicação das medidas mitigadoras.	94
TABELA 6.5	Síntese dos resultados da TABELA 5.3.	95
TABELA 6.6	Matriz dos impactos existentes e dos não existentes no EIA da UHE Três Irmãos.	96
TABELA 6.7	Resumo da eficácia da aplicação das medidas mitigadoras.	97
TABELA 6.8	Síntese dos resultados da TABELA 5.6.	97

## BREVIATURAS

AIA	Avaliação de Impacto Ambiental.
a.C.	Antes de Cristo.
ANA	Agência Nacional das Águas.
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica.
CESP	Companhia Energética de São Paulo.
CH <sub>4</sub>	Metano.
CO <sub>2</sub>	Gás carbônico.
CMB	Comissão Mundial de Barragens.
CBGB	Comitê Brasileiro de Grandes Barragens.
CVF	Centro de Vigilância Epidemiológica.
DNOCS	Departamento Nacional de Obras contra as Secas.
DST	Doenças Sexualmente Transmissíveis.
Daea	Departamento de água e esgoto de Araçatuba.
EIA	Estudo de Impacto Ambiental.
ELETRORBRAS	Centrais Elétricas Brasileira S.A.
GW	Giga Watts.
MAB	Movimento dos Atingidos por Barragem.
MMA	Ministério do Meio Ambiente.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano.
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância.
OEMA	Órgãos Estaduais de Meio Ambiente .
ONU	Organização das Nações Unidas.
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
PBA	Projeto Básico Ambiental .
kW	Kilo Watts.
LI	Licença de Instalação.
LO	Licença de Operação.
LP	Licença Prévia.
MW	Mega Watts.
ONG	Organização Não Governamental.
PCHs	Pequenas Centrais Hidrelétricas.
TWH	Tera - Watts/hora.
RGB	Red-Green-Blue.
STPs	Sistema de Transposição de Peixes.
SEAP	Secretaria Especial de Agricultura.
UHE	Usinas Hidrelétricas.
UNEP	United Nations Environment Programme.
WCD	Comissão Mundial de Represas.

## Resumo

Recentemente, a discussão de novos paradigmas econômicos, sociais e ambientais tem provocado alterações importantes nas perspectivas e formas de implantação de novos projetos hidrelétricos no país. Neste sentido o presente trabalho utiliza uma metodologia que visa quantificar e qualificar os impactos ambientais causados por geração hidrelétrica, utilizando um comparativo multitemporal nos anos de 1985 e 2005 e uma matriz que formata os impactos negativos do empreendimento e onde são atribuídos pesos aos referidos impactos em uma escala definida antecipadamente. A vantagem de se utilizar esta matriz é que a mesma permite, nos resultados obtidos, que os impactos ambientais sejam analisados utilizando-se das medidas mitigadoras sugeridas no EIA. Os resultados também possibilitarão a agilização dos processos de licenciamento ambiental. Os resultados deste estudo com o comparativo multitemporal e a adaptação da matriz proposta apresentam as seguintes vantagens: 1) com o resultado do comparativo multitemporal no entorno do reservatório pode-se fazer uma recuperação de áreas degradadas mais eficazes, podendo-se plantar uma vegetação adequada para melhoria da qualidade da água no reservatório e diminuição de processos erosivos no entorno do mesmo, diminuindo, portanto o assoreamento do reservatório e melhorando a qualidade da água. 2) os empreendimentos hidrelétricos são impactantes e necessitam serem submetidos a um processo de licenciamento. Esta matriz, além de possibilitar a agilização do processo de licenciamento ambiental, indica o índice ambiental do empreendimento, isto é, o percentual ao comparar os resultados obtidos com e sem medidas mitigadoras.

**Palavras chaves:** avaliação de impactos ambientais em reservatório, impactos ambientais, reservatórios, energia, sustentabilidade.

## Abstract

Recently, the discussion of new paradigms economical, social and you adapt it has been provoking important alterations in the perspectives and forms of implantation of new hydroelectric projects in the country. In this sense the present work uses a methodology that seeks to quantify and to qualify the environmental impacts caused by hydroelectric generation, using a comparative in the years of 1985 and 2005 and a head office that it analyzes the negative impacts of the enterprise and where is attributed weights to the referred impacts in a defined scale in advance. The advantage of using this head office is that the same display, in the results obtained that the environmental impacts are reduced being applied the measures suggested in EIA and in the analysis accomplished in this study, making possible, like this, the activation of the processes of environmental licensing. Referred her head office he/she can foresee the value of the environmental expenses. The proposed methodology is viable due to the easiness of your application. The results of this study with the comparative and the adaptation of the head office proposal present the following advantages: 1) with the result of the comparative in I spill him/it of the reservoir it can be made a recovery of areas degraded more effective, could be planted an appropriate vegetation for improvement of the quality of the water in the reservoir and decrease of erosive processes in I spill him/it of the same, decreasing, therefore the assoreament of the reservoir and improving the quality of the water. 2) the hydroelectric enterprises are impacts and they need they be submitted the a licensing process. This head office makes possible the activation of the process of environmental licensing. She indicates the environmental index of the enterprise, that is, the percentile when comparing the results obtained with and without measured.

Key words: method of evaluation of environmental impacts, environmental impacts, reservoirs, energy, population, sustentable.

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

A água e a energia caminham juntas através da história, tendo sido grande a contribuição da energia hidráulica no desenvolvimento econômico, atendendo diversas demandas, tais como: atividades industriais, agrícolas, comerciais, de serviços e lazer; ou da própria sociedade, melhorando a qualidade de vida e o conforto das habitações.

No entanto, atualmente a humanidade enfrenta grandes desafios para sua sobrevivência, devido ao crescimento desproporcional da população e a limitação dos recursos hídricos, que criaram um forte desequilíbrio ambiental.

O grande crescimento das demandas de energia e a construção de grandes reservatórios para fim hidrelétrico provocaram o surgimento dos primeiros conflitos de uso dos recursos hídricos.

No Brasil, pelo rico potencial hidráulico, cerca de 75% da energia produzida é proveniente de empreendimentos hidrelétricos. Embora a energia hidroelétrica seja considerada a forma mais “limpa” de gerar energia, ainda assim acarreta problemas ambientais, pois os reservatórios para aproveitamentos hidrelétricos exigem grandes superfícies e estão localizados em áreas densamente povoadas. A grande necessidade de deslocar grande quantidade de pessoas acarreta muitos problemas sócio-econômicos.

Há controvérsias quanto à construção de represas para a geração de energia elétrica. Muitos acham que o desenvolvimento social e econômico lucra com a construção dessas represas, outros analisam se a construção de represas não subestima os diversos impactos, inclusive o aumento das dívidas externas, deslocamento forçado de milhões de pessoas, danos irreparáveis ao meio ambiente, resultando um balanceamento injusto de custos e benefícios. Conseqüentemente as represas se tornaram um assunto de importante discussão para se obter um desenvolvimento sustentável (VELTROP, 2002).

Segundo MOTA (1990), os principais impactos ambientais decorrentes da construção de uma barragem são os numerosos impactos sociais. O deslocamento da população residente na área, a desagregação familiar, a destruição (inundação) de áreas de valor afetivo, as mudanças de atividades e de hábitos culturais são aspectos que devem ser cuidadosamente analisados, de forma que sejam adotadas as ações de caráter social adequadas visando minimizar esses impactos.

Neste sentido, em 1989, os atingidos por barragens<sup>1</sup> de todo país juntaram-se no Movimento Nacional de Atingidos por Barragens o MAB insiste para que o governo e as empresas energéticas, responsáveis pela implantação de grandes empreendimentos hidrelétricos, assumam a responsabilidade de indenizar as perdas sofridas pelas populações atingidas. Segundo o autor a construção de grandes empreendimentos vem causando às populações atingidas perda imensurável e irreparável nas áreas social, ambiental, econômica, e cultural (BAROM, 2001).

ROSA *et al* (2004) afirmam que as emissões de gases de efeito estufa são produzidas através da decomposição da biomassa, por bactérias, em represas de hidrelétricas nas regiões tropicais. Os estudos comprovaram que as plantas existentes na vizinhança da represa determinam o tipo e a quantidade de carbono que entra e sai da represa e como isto pode ser balanceado. Nas represas as fontes de matéria orgânica podem ser provenientes da biomassa preexistente, como também da biomassa gerada da própria represa.

Por isto, a avaliação de impactos ambientais em hidrelétricas é a oportunidade de se identificar efeitos indesejáveis e de alto custo e de modificar projetos na fase de planejamento. Assim, a análise das variáveis sobre os impactos ambientais relativas ao meio físico, biótico e antrópico é que define a realização do empreendimento garantindo parcialmente a sustentabilidade do ambiente.

Portanto, esta pesquisa utiliza uma matriz elaborada por (BARBOSA, 2004) para analisar EIAs e projetos procurando estabelecer um índice ambiental que considere comparativos entre os impactos causados e os mitigados pelo empreendimento, utiliza também um comparativo multitemporal do uso e ocupação do solo nos anos de 1985 e 2005, que permite constatar a vegetação, qualitativa e quantitativa, existente no entorno do reservatório nos dias atuais.

Os métodos propostos contribuem para a agilidade do processo de licenciamento, e também permitirão fazer uma recuperação de áreas degradadas mais eficazes, plantando uma vegetação adequada para melhoria da qualidade da água no reservatório e diminuição de processos erosivos no entorno do mesmo, diminuindo, portanto o assoreamento do reservatório e aumentando sua vida útil.

---

<sup>1</sup> As grandes barragens desalojaram milhares de pessoas (atingidos por barragens) de suas terras, uma enorme massa de camponeses, trabalhadores que perderam suas casas, terras e o seu trabalho (MABNACIONAL, 2002).

## Capítulo 2

# OBJETIVOS

### Objetivo Geral

O objetivo geral da presente pesquisa é o de analisar os impactos ambientais locais e regionais que envolvem os empreendimentos hidrelétricos em relação à adoção de medidas mitigadoras e sem adoção de medidas mitigadoras.

### Objetivos Específicos

Os objetivos específicos da presente pesquisa foram os seguintes:

- 1) Adaptar método de estudo de impacto ambiental utilizado em PCHs para grandes centrais de geração hidrelétrica;
- 2) Para o referido método, utilizar o EIA da UHE de Três Irmãos (EIA/CESP, 1990) como referência para determinação do índice ambiental do empreendimento;
- 3) Realizar de um comparativo multitemporal do uso e ocupação do solo do ano 1985 (EIA/CESP, 1990) com um novo levantamento, utilizando imagens de satélites;
- 4) Elaborar propostas alternativas que minimizem os impactos ambientais, tendo assim uma melhor aceitação social do empreendimento;
- 5) Propor a revegetação no entorno do reservatório, quando necessário.

## Capítulo 3

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 – História do Uso da Água

A água é o recurso natural mais importante para assegurar a vida de várias espécies vegetais e animais. No que diz respeito ao homem, a água constitui 70% do corpo e 90% do sangue humano: ela é usada para transporte de matérias orgânicas no corpo. O homem pode resistir sem alimentos por um período de cerca de um mês, mas não pode ficar sem beber água por mais de quarenta e oito horas, a água também é responsável pelo equilíbrio térmico da terra (VIANA *et al.*, 2004).

GRASSI (2001) cita que desde a descoberta de que a produção de alimentos dependia da oferta de água usada no cultivo, após a revolução agrícola (5000 anos a.C) as cidades do antigo Egito foram construídas próximas a rios para atender suas demandas domésticas e agrícolas. Posteriormente, a água corrente passou a ser utilizada para movimentação de máquinas que cortavam madeira, em moinhos de grãos, e em processos industriais. A grande oferta fez da água um solvente universal na limpeza e transporte de quase todos os resíduos gerados pelo homem. Mais tarde a água foi usada para gerar energia elétrica, através do aproveitamento das quedas d'água e com o uso de equipamentos como turbinas e rodas d'água.

A escavação de poços rasos foi a mais antiga alternativa organizada a partir da cacimba comunitária. Os poços foram ficando mais profundos a medida que a população foi aumentando e as ferramentas foram desenvolvidas. Por volta de 1340, a cidade de Bruges em Flandres, tinha um sistema de distribuição municipal de água, que consistia numa cisterna central, da qual a água era bombeada por cubas subterrâneas em cadeia até as torneiras públicas. Mais tarde Londres instalou sobre a ponte de Londres uma série de cinco bombas movidas por meio de rodas d'água, que abastecia a cidade inteira. Os mais antigos esquemas de irrigação eram chamados de ganats<sup>2</sup>, os quais eram ao mesmo tempo poço e aqueduto. Os ganats tornaram possíveis as grandes civilizações urbanas da Mesopotâmia e ainda são muito usados no Afeganistão, passando pelo Iraque e o Irã na direção Oeste, até o Egito (VILLERS, 2002).

Na agricultura, o trabalho do homem regula as condições ambientais para produção. O desafio é conseguir alimentar a crescente população mundial, multiplicada por três ao longo do

---

<sup>2</sup> Ganat é essencialmente um poço horizontal.

século XX. Projeções pessimistas dos anos 50 alertavam para o risco da falta de alimentos. Mas a Revolução Verde, a associação de químicas-pesticidas e fertilizantes - e da irrigação, provocou um salto de quantidade e qualidade na agricultura, que é mostrada na FIGURA 3.1.

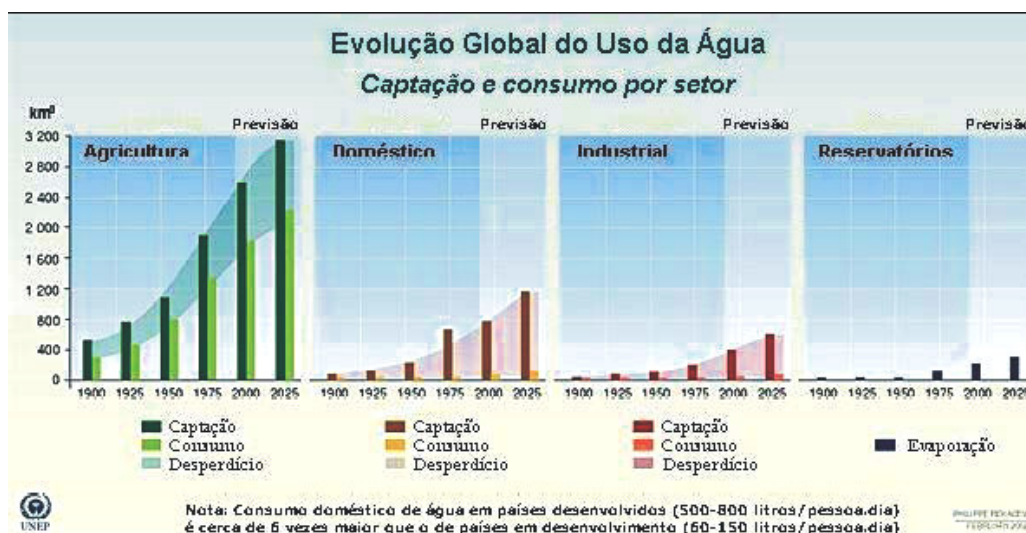


FIGURA 3.1 - Evolução Global do Uso da Água – Captação e Consumo por Setor.  
Fonte: ANA – Agência Nacional das Águas (2005)

A irrigação retira aproximadamente 69% da água de boa qualidade do planeta. A irrigação é um tipo de uso denominado consuntivo<sup>3</sup>. As atividades industriais são consideradas não consuntivas, embora a água mesmo contaminada com resíduos retorna para sua fonte, continuando disponível. Estas atividades consomem cerca de 23% e o homem, através do uso direto, é responsável pelo consumo de 8% da água disponível no planeta. Em algumas partes dos Estados Unidos, por exemplo, o uso doméstico da água pode atingir 600 l por habitante/dia. Em alguns países africanos, ao contrário, o uso de água per capita não é superior a 10 l ao dia (GLEICK *et al apud* VILLERS, 2002).

Estes dados apresentados deixam claro que o estresse hídrico previsto é evidente e não é apenas especulação. Pelo contrário, para atender a uma demanda crescente por alimentos, frente às estimativas de crescimento populacional feita pela Organização das Nações Unidas (ONU) para os próximos anos, a expectativa é de um maior uso de água na irrigação. Sendo os usos consuntivos da água: Abastecimento urbano, industrial, rural e na agricultura e os usos não consuntivos: Geração de energia elétrica, Navegação fluvial, Recreação, Pesca, e usos ecológicos.

<sup>3</sup> Uso consuntivo quer dizer que o recurso utilizado não retorna para a mesma fonte de onde é proveniente.

Na FIGURA 3.2 é mostrado que, anualmente, cerca de  $119.000 \text{ km}^3$  de água são precipitados sobre os continentes, onde aproximadamente  $74.200 \text{ km}^3$  evapotranspiram retornando à atmosfera como vapor;  $42.600 \text{ km}^3$  formam o escoamento superficial e  $2.200 \text{ km}^3$  formam o escoamento subterrâneo. Assim, esses  $42.600 \text{ km}^3$  constituem em média o limite máximo de renovação dos recursos hídricos em um ano. Efetuando-se o balanço das informações, nota-se que o ciclo hidrológico é um sistema fechado. Dos  $119.000 \text{ km}^3/\text{ano}$  precipitados sobre os continentes,  $74.200 \text{ km}^3/\text{ano}$  (62%) retornam à atmosfera e  $44.800 \text{ km}^3/\text{ano}$  (38%) escoam até os oceanos. Por sua vez nos oceanos, o volume precipitado é de  $458.000 \text{ km}^3/\text{ano}$ , enquanto a evaporação é de  $502.800 \text{ km}^3/\text{ano}$ , o que gera um excedente de vapor d'água na atmosfera de  $44.800 \text{ km}^3/\text{ano}$ . Nota-se então que o volume de água que escoam dos continentes para os oceanos é igual ao valor que retorna dos oceanos para os continentes em forma de vapor d'água, fechando o ciclo (SETTI *et al*, 2001).

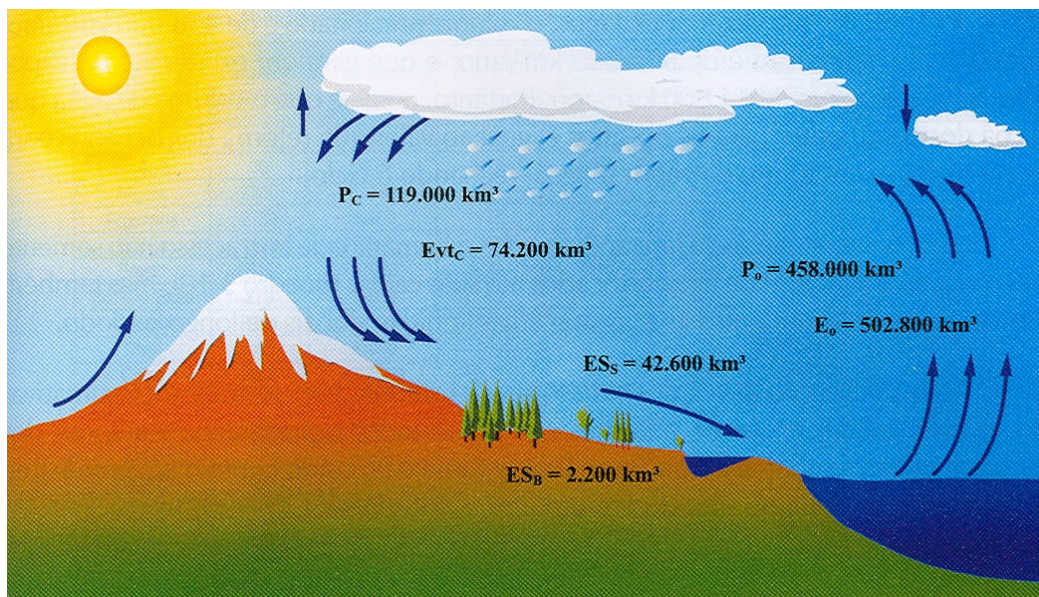


FIGURA 3.2 - Ciclo Hidrológico Médio Anual da Terra.

Fonte: Adaptado de SHICLOMANOV (1998) *et al apud* SETTI (2001)

Onde:  $P_C$  = precipitação nos continentes;  $E_{vt_c}$  = evapotranspiração nos continentes;  $ES_s$  = escoamento superficial;  $ES_B$  = escoamento básico ou subterrâneo;  $P_o$  = precipitação nos oceanos e  $E_o$  = evaporação nos oceanos.

VILLERS (2002) comenta que os antigos eram perspicazes para saber que água tinha que ser água limpa. Textos datados de épocas em torno de 2000 a.C. já descrevem técnicas de purificação da água através da filtragem com areia e da fervura. Um guia para peregrinos, em

Compostela, na Espanha, assegurava que os peregrinos dos séculos XI e XII sabiam quais águas na verdade eram apropriadas para beber.

O problema com a água é que não se está produzindo mais água. (Não se está produzindo menos, mas também não se está produzindo mais). Hoje existe a mesma quantidade de água no planeta que existia na pré-história. Cerca de 250 milhões de pessoas habitavam a terra há dois mil anos. Em 2020, haverá 400 milhões de pessoas só na costa do norte africano e no oriente médio. E o suprimento de água está diminuindo, à medida que os aquíferos fósseis estão sendo esgotados. As pessoas estão fazendo muito mais do que é ecologicamente permitido e todas essas pessoas dependem da água para viver. Os seres humanos consomem água desperdiçam-na e mudam os ciclos hidrológicos, indiferentes às conseqüências: muita gente, pouca água, água nos lugares errados e em quantidades erradas (VILLERS, 2002).

REBOUÇAS (2003) diz que o acelerado crescimento populacional no mundo tem conduzido ao aumento da demanda de água, o que vem ocasionando, em várias regiões, problemas de escassez desse recurso. Nas últimas décadas, a água tornou-se, reconhecidamente, um recurso natural finito e já escasso em quantidade e qualidade em muitas partes do mundo. À medida que a demanda pela água cresce, surgem rumores a respeito de guerras iminentes envolvendo os recursos hídricos. Tem-se omitido que as águas subterrâneas constituem o maior volume de água doce ( $10,5 \text{ km}^3$ ) que ocorre na forma líquida e participam mais ativamente do ciclo permanente de renovação das águas da Terra. Tem-se omitido, também, que em função dos progressos realizados nos últimos anos, sejam nas técnicas de construção de poços, sejam as crescentes performances das bombas e na expansão na oferta de energia elétrica, já não existe água subterrânea profunda ou confinada inacessível atualmente ao abastecimento do consumo humano, principalmente.

WILSON (2004) comenta que a água está por toda parte, forma oceanos, geleiras, lagos e rios. Cobre  $\frac{3}{4}$  da superfície da Terra: um bilhão 340 milhões de quilômetros cúbicos. Abaixo da superfície, infiltrada no solo, há mais quatro milhões de quilômetros cúbicos que contornam rochas, cavernas, formam poços, lençóis e aquíferos. Em torno do planeta, na atmosfera terrestre, existe mais de cinco mil quilômetros cúbicos de água, em forma de vapor.

Conforme FIGURA 3.3 existe muita água no planeta, no entanto, o maior volume, 97%, está nos oceanos e é salgada, apenas 2% é doce, mas está concentrada nas regiões polares, congelada. Resta à humanidade 1% da água doce da Terra, armazenada no subsolo, o que dificulta sua utilização. O Brasil, país que detém cerca de 8% de toda a água doce disponível no planeta destinada ao consumo humano, irrigação e atividades industriais, enfrenta graves

problemas devido a distribuição irregular dos recursos hídricos e o desperdício presente em todos os níveis da sociedade.

Oitenta por cento da água brasileira estão na região Norte, onde está situada a bacia amazônica e vivem apenas 7% da população, portanto, apenas 20% dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para 95% da população. Em média, entre 40% e 60% da água tratada são perdidos no percurso entre a captação e os domicílios, em função de tubulações antigas, vazamentos, desvios clandestinos e tecnologias obsoletas (COSTA, 2005).

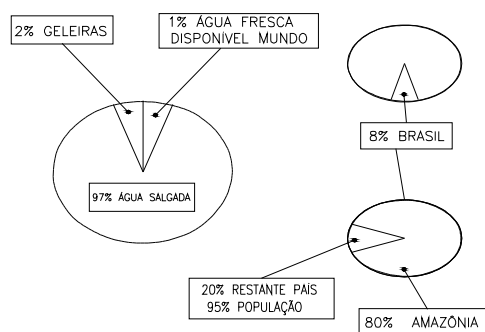


FIGURA 3.3 - Distribuição de água no mundo.

Fonte: COSTA (2005)

O derretimento das calotas polares também não passou despercebido. A Arábia Saudita iniciou um projeto para transportar icebergs da Antártica, mas não deu continuidade ao projeto por ser muito caro. Este processo quando mal gerenciado pode trazer grandes desastres ecológicos e inundação de várias regiões.

Para JOHN (2003) o uso das águas subterrâneas é bastante comum em várias regiões. A Índia, China, Bangladesh e Paquistão consomem cerca de 300 km<sup>3</sup> de águas subterrâneas, o equivalente à metade de todo o consumo mundial, para manter e expandir sua agricultura irrigada. Diferente das águas de superfície, as águas subterrâneas têm ciclos de reposição longos e podem se exaurir ou ficar seriamente poluídas em pouco tempo. Além do mais, o uso excessivo das águas subterrâneas pode causar o rebaixamento do solo.

STERN (1994) diz que dentre as questões ambientais, o gerenciamento dos recursos hídricos tem ganho bastante destaque. Nas regiões industrializadas cresce a degradação das águas estabelecendo conflitos com usuários que necessitam de condições qualitativas melhores. Em algumas bacias, a diversão e represamentos de rios reduziram o fluxo dos rios, o que concentrou poluentes em um volume menor de água, degradando assim a qualidade da água da superfície do

planeta. A poluição tornou-se uma ameaça para a humanidade. Em muitas cidades do mundo, a água atinge índices de qualidade tão baixo que não serve nem mesmo para uso industrial.

Atualmente, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, de acordo com a Resolução nº 32 de 15 de outubro de 2003, divide o Brasil em 12 regiões hidrográficas, que estão mostradas na FIGURA 3.4.



FIGURA 3.4 - Divisão hidrográfica do Brasil segundo o CNRH.  
Fonte: WIKPEDIA (2006)

Para MARKHAM (1994) *apud* LORA (2002), o primeiro sistema de fornecimento de água potável e tratamento de esgotos foi a “Cloaca Máxima”, construída em Roma no século 6 a.C., pela dinastia dos etruscos. Na idade média as cidades não possuíam sistemas de fornecimento de água potável nem de coleta de tratamento de esgotos. Os porcos eram usados para remoção de resíduos e o que eles não conseguiam comer era arrastado pela chuva.

Segundo MACEDO (1992) desde a antiguidade a humanidade acredita em doenças causadas pela água. Os egípcios retiravam água do rio Nilo depositando-a em potes, retirando as porções superiores por Sinfonamento<sup>4</sup>. As águas dos potes, ou potáveis, como nos chegou hoje, eram águas que serviam para serem bebidas e eram usadas para preparar alimentos. Cita o autor que Hipócrates reconhecia há 400 anos a.C. o perigo da ingestão de água suspeita e recomendava

<sup>4</sup> Sinfonamento é a limpeza das sujeiras e da matéria orgânica do fundo do recipiente que contém a água.

filtração e fervura para sua utilização. A primeira prova concreta da ligação entre água e doença ocorreu em 1849 durante uma epidemia de cólera na cidade de Londres. Após as descobertas de Koch e Pasteur, foi possível estabelecer bases científicas para a transmissão das doenças pelos microorganismos e as possibilidades da veiculação hídrica.

Países “desenvolvidos” com IDH alto requerem uma quantidade maior de energia e abundância em quantidade e qualidade de água. Países pobres, com baixo IDH, mesmo quando têm água disponível, a poluem, inviabilizando a disponibilidade em termos de quantidade e qualidade para a sua população. De maneira que isso se torna um ciclo fechado de difícil ruptura, pois quem é pobre, sem informação, com baixo consumo de energia, polui suas próprias águas por não ter, além da informação, força econômica para mudar tal cenário, que é mostrado na FIGURA 3.5.

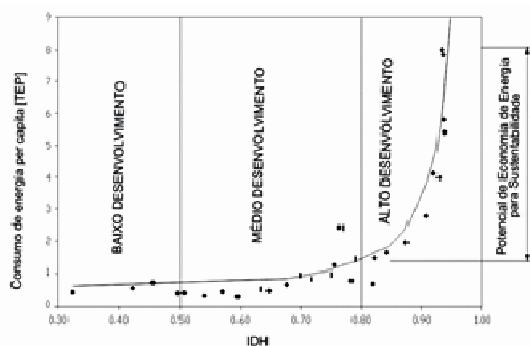


FIGURA 3.5 – Consumo de Energia e Índice de Desenvolvimento.  
Fonte: ANDRADE *et al* (2002).

Conforme o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004), no Brasil 30 milhões de habitantes não recebem água tratada, e 92 % do esgoto produzido no país é lançado nos rios e no mar sem qualquer tratamento. Todos os dias são lançados 10 bilhões de litros de esgoto nos rios e no mar. A cidade de São Paulo, com cerca de 9,5 milhões de habitantes, consome 210 milhões de litros de água por hora, captada a mais de 80 km de distância da capital. No final todo o esgoto (1.100 toneladas por dia) acaba no Rio Tietê. Existe ainda uma falta no sistema de abastecimento de 2,5 mil litros/segundo, deixando muitas pessoas no chamado rodízio de água.

De acordo a UNICEF *apud* VIANA *et al* (2004), apenas a metade da população mundial tem acesso à água potável. A irrigação corresponde a 73 % do consumo de água, 21% vai para a

indústria e apenas 6% destina-se ao consumo doméstico. Apenas 0,00378% da água está disponível para consumo humano, 1 bilhão e 200 milhões de pessoas (35% da população mundial) não contam com abastecimento de água potável, 1 bilhão e 800 milhões de pessoas (43% da população mundial) não contam com serviços adequados de saneamento básico e 10 milhões morrem todos os anos no planeta por doenças intestinais transmitidas pela água. Diante desses dados, temos a triste constatação de que dez milhões de pessoas morrem anualmente em decorrência de doenças transmitidas pela água. De acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas), a previsão é de que em 2050, mais de 45% da população mundial estarão vivendo em países que não poderão garantir a quota diária de 50 litros de água por pessoa para suas necessidades básicas.

Pesquisas recentes do IBGE apontam que a expectativa de vida do brasileiro passou de 43 anos, na década de 50 para 68 anos em 2000. Parte deste apreciável salto na qualidade de vida se deve aos avanços na área de saneamento ambiental e processos de desinfecção da água, ao aumento da diversificação agrícola, entre outros benefícios da bioquímica. Podemos afirmar que nossa contribuição tem sido crucial para a melhoria de qualidade de vida no planeta (MUNDOQUIMICO, 2005).

A disponibilidade de água é um requisito essencial para o gerenciamento da qualidade da água. No planejamento do reservatório são consideradas a variabilidade existente nas vazões naturais; no entanto, a quantidade de água não é considerada nos processos de planejamento, gerando conflitos entre o gerenciamento hídrico quantitativo e qualitativo. As dificuldades maiores para o gerenciamento da qualidade da água são em épocas secas porque a redução no volume de água causa deterioração em sua qualidade. As atividades existentes nas bacias hidrográficas também prejudicam a qualidade das águas (STRASKRABA & TUNDISI, 2000).

THOMAS (2004) afirma que embora a crise global de água foi reconhecida pelas agências internacionais e nacionais, pouco progresso está sendo feito na administração deste precioso recurso global. Águas doces estão conectadas com relações de fluxos de um compartimento de água para outro. As taxas de retenção de água em cada compartimento, rios, lagos e água subterrânea são os principais determinantes entre a classificação do sistema de água doce e estratégias de administração. Três grupos sociais interagem diretamente na função da administração, incluindo o científico, público e comunidades políticas. Somente quando estas três entidades funcionarem em harmonia é que a administração de sistemas naturais poderão acontecer. Compatibilizar a oferta e a demanda de água em face de sua disponibilidade é o

caminho que conduz ao equilíbrio da utilização dos recursos hídricos. A seguir citaremos o histórico das hidrelétricas cas, do uso da água e dos reservatórios.

### **3.2 – Histórico das Hidrelétricas, uso da água e reservatórios.**

A força hidráulica para gerar energia elétrica foi usada pela primeira vez por volta do ano de 1867, pelo engenheiro francês Aristide Berges, que instalou em uma serraria de sua propriedade a primeira turbina movida por uma queda d'água (CABRAL *et al*, 1988).

VELTROP (2002) cita que as represas são as ferramentas mais velhas utilizadas pelo homem para armazenar água para sustentar cidades, irrigar a terra e para sobrevivência humana. Restos de represas de armazenamento de água estão sendo encontrados no Egito, Jordão e outros países do Oriente Médio com data de 5000 anos atrás. Atualmente ainda existem represas, e aquedutos em Roma para suprir água potável. Antes de 1900, cem grandes represas estavam em operação, principalmente para provisão de água para irrigação. Por volta de 1890, as hidrelétricas apareceram.

SWEET (2002) diz que em anos recentes, a China tem adicionado uma taxa de capacidade hidrelétrica próxima de 5 GW por ano. Sua capacidade total instalada agora de hidroeletricidade é próxima de 75 GW, atingindo um quinto da provisão de eletricidade inteira da nação. Em 2005, a capacidade esperada é próxima de 100 GW, considera fechar um quarto da eletricidade total, de acordo com o Natural Resources Defense Council in Washington, D.C.

Segundo VIOTTI (2001) a grande seca ocorrida na região Nordeste no período de 1877-1880, marcou o início da construção de barragens no Brasil. Este acontecimento, com quatro anos de duração, deixou cicatrizes que ainda hoje não desapareceram de todo, mas que propiciaram a construção dos primeiros açudes na região. A partir de então, numa área de 950.000 km<sup>2</sup>, o órgão governamental hoje denominado “Departamento Nacional de Obras contra as Secas” – DNOCS construiu centenas de barragens, das quais 413 constam do Registro da Comissão Internacional de Grandes Barragens. Há atualmente no Brasil 823 grandes barragens (acima de 15metros) cadastradas, das quais 239 possuem casa de força para a produção de energia elétrica. Na segunda metade da década de 50, foi iniciada a primeira barragem de grande porte, Três Marias, com 70 metros de altura, 13 milhões de m<sup>3</sup> de aterro e uma potencia instalada de 380 MW, desempenhando também importante papel no controle de cheias e na navegação. Também foi iniciada Furnas, com 120 metros de altura e potência instalada de 1200 MW, cujo reservatório é hoje um importante pólo turístico, além de seu papel como regulador das vazões

do reservatório é hoje um importante pólo turístico, além de seu papel como regulador das vazões do Rio Grande. Ambas têm reservatórios da ordem de 20 bilhões de m<sup>3</sup> de água.

Segundo VELTROP (2002), atualmente 45.000 represas ao redor do mundo fornecem água para irrigação, consumo doméstico e industrial, geração de eletricidade, e controle de inundações. Globalmente muitas pessoas têm se beneficiado da expansão da construção de grandes represas de uso múltiplo durante o último século. Porém, estas represas também deslocaram até 80 milhões de pessoas e degradou metade dos rios do mundo com a construção de reservatórios.

O Canadá produz cerca de 15% do potencial hidrelétrico do mundo e está classificado como o quinto país na capacidade total geradora de eletricidade, principalmente pela eletricidade gerada a partir de fontes hidráulicas, e domina a transmissão de potencial elétrico a longa distância. A energia é transportada para os Estados Unidos através do Complexo de Churchill Falls de 5.230 MW, em Terra Nova e Labrador. O potencial de Quebeque pode ser explorado para atender a demanda cada vez maior dos Estados Unidos (ENERGIA, 2004).

A maior hidrelétrica do mundo, a hidrelétrica binacional Itaipu, foi criada para atender o Brasil e o Paraguai com uma capacidade geradora de 12.600.000 kW, possuindo 18 unidades geradoras de 700.000 kW. Em 1982 ocorreu o enchimento do reservatório da hidrelétrica, de 1460 km<sup>2</sup> de superfície (835 km<sup>2</sup> do lado brasileiro e 625km<sup>2</sup> do lado paraguaio e 29 bilhões de m<sup>3</sup>) e com uma capacidade 29 bilhões de m<sup>3</sup> de água. Em 1983 iniciou-se a operação do vertedouro dando vazão a água represada do rio Paraná, e em 1986 a capacidade geradora de Itaipu era de 2.800.000 kW (CABRAL *et al*, 1988).

A TABELA 3.1 mostra a contribuição de energia hidroelétrica no total de energia gerada variando muito de país para país.

FREITAS & DUTRA (2002) afirmam que o Brasil é o terceiro país do mundo em capacidade instalada de geração hidrelétrica. Sua participação na produção de eletricidade brasileira é expressiva, acima de 90% do montante gerado nas últimas décadas. A água e a energia têm historicamente uma forte interdependência. Portanto, a contribuição da energia hidráulica no desenvolvimento econômico nacional tem se destacado nas diversas atividades: industriais, agrícolas, comerciais, lazer; e da própria sociedade, melhorando a qualidade de vida e o conforto das habitações ou ainda promovendo o desenvolvimento de regiões distantes dos grandes centros de consumo pela renda direta e indireta gerada pelas usinas hidrelétricas. Recentemente, a discussão de novos paradigmas econômicos, sociais e ambientais

tem provocado alterações importantes nas perspectivas e formas de implantação de novos projetos hidrelétricos no país.

TABELA 3.1 – Consumo e geração de hidroeletricidade e contribuição de Geração de energia de alguns países selecionados em 1997.

País	Consumo	% do total mundial	Contribuição de geração de Energia (%)
USA	21,4	12,9	7,6
Canadá	26,8	13,7	61,1
Rússia	20,8	6,1	18,6
Brasil	21,2	10,9	90,8
China	14,5	7,6	18,1
Noruega	9,8	4,3	99,4
Suécia	5,1	2,7	46,2
Índia	6,0	2,9	16,1
Japão	12,3	3,5	8,7
França	6,9	2,4	12,4
Itália	4,1	2,0	19,5
Venezuela	4,5	2,2	70,3
Áustria	3,3	1,6	68,6

Fonte: KAYGUSUZ *apud* BARBOSA (2004)

Nos meados do século XX, a geração hidrelétrica concentrou-se no eixo Rio de Janeiro - São Paulo, aproveitando as quedas d'água da Serra do Mar, destacando-se a construção das usinas de Fontes Novas e Ilha dos Pombos, de 132 MW e 164 MW de potência, instaladas em 1908 e 1924 na sub-bacia do Paraíba do Sul, no Rio de Janeiro e no estado de São Paulo, além da construção da usina de Henry Borden com 889 MW, em 1926 localizada na sub-bacia do Rio Tiete.

Em seguida, no início dos anos 50 à década de 60, a geração hidráulica expande-se para o interior de Minas Gerais e Bahia. As décadas de 70 e 80 são marcadas pelos grandes empreendimentos hidrelétricos. A capacidade instalada é acima de 1 GW em cada projeto e o acréscimo na capacidade de geração no período totaliza 43 GW.

O Brasil dispõe da maior bacia hidrográfica do mundo, com um incomparável potencial de geração de energia elétrica. Daí a natural e histórica opção dos brasileiros por esta matriz energética. As usinas hidrelétricas proliferaram a partir da década de 50, dando sustentação ao forte impulso do país rumo à industrialização e ao desenvolvimento. Hoje o Brasil dispõe de um dos maiores parques hidrelétricos do mundo, respondendo por quase 90% do total da energia gerada no país. Portanto, nosso parque gerador é composto predominantemente por usinas hidrelétricas. (ENERGIABRASIL *et al apud* TEIXEIRA, 2003).

Atualmente o Brasil possui 573 empreendimentos hidrelétricos, sendo 70.041.630 kW de potência fiscalizada, cerca de 75% da energia total gerada no país, mostrada na TABELA 3.2. Sendo a Potência Outorgada a considerada no Ato de Outorga. e a Potência Fiscalizada é a considerada a

TABELA 3.2 - Capacidade de Geração do Brasil.

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH- Central Geradora Hidrelétrica	177	92.993	92.700	0,10
EOL - Central Geradora Eolielétrica	11	31.075	28.625	0,03
PCH - Pequena Central Hidrelétrica	252	1274.810	1.238.641	1,35
SOL - Central Geradora Solar Fotovoltaica	1	20	20	0
UHE - Usina Hidrelétrica de Energia	144	70.256.234	68.710.289	74,92
UTE - Usina Termelétrica de Energia	837	24.783.688	19.634.253	21,41
UTN - Usina Termonuclear	2	2.007.000	2.007.000	2,19
Total	1.424	98.445.820	91.711.528	100

Fonte: ANEEL, (2005)

partir da operação comercial da primeira unidade geradora. A maior parte do potencial hidrelétrico brasileiro não aproveitado (100 GW) é constituída por usinas de pequeno e médio porte e por aproveitamentos localizados na Amazônia (região Norte 50%).

As Centrais Geradoras Hidrelétricas – CGH são as usinas com potência instalada de até 1000 kW e necessitam apenas de um simples registro para funcionar. As Pequenas Centrais Hidrelétricas, ou PCH's, são os empreendimentos hidrelétricos com potência superior a 1000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, sendo a área do reservatório igual ou superior a 3,0 km<sup>2</sup>. (ANEEL, 2005).

O uso da eletricidade no Brasil mudou consideravelmente nos últimos 25 anos. O consumo total da eletricidade cresceu de 38 TWh em 1970, para 277 TWh em 1996, um crescimento acentuado de 7,9% por ano (GELLER *et al* 1998 *apud* TEIXEIRA 2003).

Segundo FORTUNATO (2001), no Brasil a energia hidráulica é a mais importante fonte primária para a geração de energia elétrica pelo montante do potencial disponível e pela sua atratividade econômica. Trata-se, além do mais, de fonte renovável e não sujeita a aumentos conjunturais de preço e interrupções de fornecimento, cujo aproveitamento se faz com tecnologia inteiramente dominada no país e reduzido grau de importação. A predominância hidrelétrica e a existência de um potencial de base hidráulica comprovadamente competitivo faz com que o sistema gerador brasileiro seja muito diferenciado frente aos sistemas dos demais países em

termos mundiais. A participação hidrelétrica na capacidade instalada do Brasil evoluiu de 84% (8,7 GW), em 1970, para 88% (27 GW), em 1980, 91% (44,9 GW), em 1990, e 91% (56,0 GW), em 1998.

VELTROP (2002), diz que muitos apontam o desenvolvimento social e benefícios econômicos com represas provendo energia elétrica, controle de inundação, irrigação, e provisão de água. Outros discutem que o patrocinador do projeto normalmente subestima os impactos adversos de represas, incluindo o aumento de dívidas externas, deslocamento forçado de milhões de pessoas, irreparável dano para o ambiente e inadequado de custos e benefícios. As represas tem sido o foco dos assuntos de muitos debates de nossos tempos para se obter um desenvolvimento econômico sustentável, essencialmente porque adversidades ambientais e impactos sociais não são mais aceitos. Demoras estão sendo encontradas no planejamento e na implantação de projetos como: Arun-3 no Nepal, Bakun na Malásia, Epupa na Namíbia, Ilisu na Turquia, Vietnã Theun-2 no Laos, São Roque nas Filipinas, e Sadar Sarovar na Índia.

Em 1997 foi criada a Comissão Mundial de Represas (WCD), quando o Banco Mundial e a União Internacional de Conservação (IUCN) organizaram um seminário em Glândula, na Suíça, para chegarem a um acordo entre os que apoiavam represas e os que não as apoiavam. Os 39 participantes presentes em Glândula representaram diversos interesses e não eram otimistas sobre um resultado positivo. Foi então que eles concordaram e criaram a Comissão Mundial de Represas (WCD). Esta comissão identificou cinco valores centrais para avaliação de desenvolvimentos compartilhados valores e objetivos: comparações, eficiência, franqueza e participação, sustentabilidade e responsabilidade.

Grandes Represas, definidas pela Comissão Mundial de Represas (World Commission on Dams) como as com mais que 15 metros de altura ou com reservatórios que retêm mais de 3 milhões de metros cúbicos de água, estão tendo uma rápida e crescente contribuição para a produção de eletricidade em países em desenvolvimento, especialmente na Ásia (SWEET, 2002).

Água e energia são insumos fundamentais ao desenvolvimento das sociedades. No Brasil, o estreito vínculo entre o uso de nosso potencial hidráulico e a produção de eletricidade torna esta relação ainda mais forte. Recentemente, o uso excessivo da água armazenada nos reservatórios provocou um importante desequilíbrio do sistema de geração elétrica, resultando em um racionamento médio de 10 a 20% no consumo e, por conseguinte, na retração de diversas atividades econômicas (FREITAS & DUTRA, 2002).

Em todo o planeta os reservatórios artificiais ocupam cerca de 7.500 Km<sup>3</sup> de águas represadas e o gerenciamento da qualidade dessas águas e de suas bacias hidrográficas torna-se

muito importante para o desenvolvimento sustentado. O reservatório é constituído por um ecossistema que apresenta alguns subsistemas que se comunicam entre si. Alguns subsistemas são

mostrados na FIGURA 3.6 as vazões efluentes, o reservatório, as bacias hidrográficas e as atividades de gerenciamento e socioeconômicas.

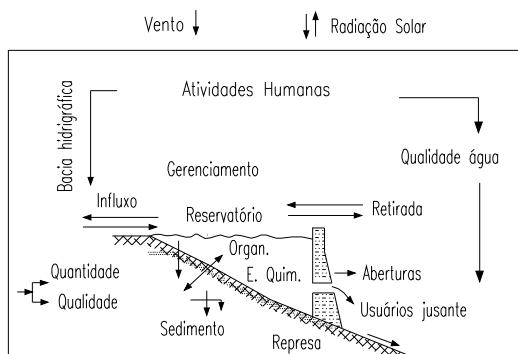


FIGURA 3.6 - Principais componentes do ecossistema de um reservatório:  
Bacias hidrográficas e vazões afluentes, reservatórios e vazões liberadas.  
Fonte: STRASKRABA & TUNDISI (2000)

Segundo SADDEN (2002), o Conselho Mundial de Energia relatou que o total de potencial hidrelétrico no mundo que pode ser utilizado é de aproximadamente 624.000 MW, e cerca de de 1990 tinham sido desenvolvidos 15%. Estão sendo desenvolvidos recursos aproximadamente a uma taxa de 2,5% por ano, e os Estados Unidos alcançaram o maior desenvolvimento de potencial hidrelétrico com uma capacidade total de potencial hidrelétrico instalada de 73.500 MW. Seguindo os Estados Unidos em ordem são: Rússia, Canadá, Brasil, e China, com os recursos pouco desenvolvidos permanecendo maiores que acontecem na Rússia e China.

O Conselho Mundial de Energia fez este cálculo em 1990, quando a demanda mundial de energia era aproximadamente 12.000 TWh e transportando esse valor para 2020 a demanda mundial de energia será 23.000 TWh. Em 1990, as hidroelétricas contribuíram com 2.240 TWh de energia, representando 18,5% do total; e, se 50% do total que foram desenvolvidos economicamente possíveis recursos, em 2020 as hidroelétricas contribuirão mundialmente com uma porcentagem de aproximadamente 28% de geração de energia.

A partir de 1963, com a construção da usina hidrelétrica de Furnas, as barragens brasileiras ultrapassaram a marca dos 100 metros de altura, da fundação à crista. A TABELA 3.3 apresenta as represas brasileiras com altura superior a 100 metros. A TABELA 3.4 apresenta

alguns dos maiores reservatórios do mundo, que foram construídos antes de 1982 e a TABELA 3.5 indica o potencial hidrelétrico em TWh no mundo por região. O desenvolvimento hidrelétrico nas regiões reflete o desenvolvimento econômico alcançado por cada região. Na FIGURA 3.7 é mostrado os

### 3.3 – Água e Setor Elétrico – Aspectos Legais

TABELA 3.3 - Represas brasileiras com altura superior a 100 m.

Usina (empresa)	Altura total (m)	Ano de construção
Itaipu (Itaipu)	196	1995/91
Xingo (Chesf)	180	1987/94
Foz do Areia (Copel)	160	1975/77
Embarcação (Cemig)	158	1977/82
Serra da Mesa (Furnas)	144	1986/95
Furnas (Furnas Centrais Elétricas)	127	1958/63
Paraibuna (Cesp)	105	1964/78

Fonte: ELETROBRÁS & CBGB *apud* MÜLLER (1995)

TABELA 3.4 - Reservatórios com maior volume do mundo.

Reservatório	País	Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )
Bratsk*	Rússia	169.270
High Asswan	Egito	168.900
3 Kariba	Zimbábue/Zâmbia	160.368
Akosombo	Ghana	147.960
Daniel Jonson	Canadá	141.831
6 Guri	Venezuela	135.000
W.A.C. Bennet	Canadá	70.309
Serra da Mesa	Brasil	54.400

Fonte: ICOLD (1984) *apud* STRASKRABA *et al* (2000)

TABELA 3.5 – Potencial hidrelétrico em TWh no mundo, por região.

	Total	Economico	Viável
Europa	5,584	2,070	1,655
Asia	13,399	3,830	3,065
Africa	3,634	2,500	2,000
América	11,022	4,500	3,600
Oceanía	592	200	160
Total	34,231	13,100	10,480

Fonte: SADDEN (2002)

randes reservatórios construídos anteriores a 1985, e como o número deles foi aumentando gradativamente, principalmente quando se inclui os reservatórios construídos na China.

Na China em 1988, foi aprovada uma nova lei da água. Esta lei trouxe as agências responsáveis pela água, a conservação do solo e outras regulamentações que foram consolidadas em um Ministério de Recursos Hídricos, que responde como outros ministérios, diretamente ao Conselho de Estado. Na China em 1988, foi aprovada uma nova lei da água. Esta lei trouxe as

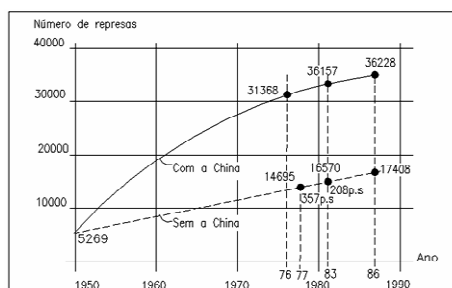


FIGURA 3.7 - Número e volumes dos grandes reservatórios anteriores a 1985.

Fonte: LVOVIVH *et al* (1990) STRASKRABA *et al* (2000)

agências responsáveis pela água, a conservação do solo e outras regulamentações que foram consolidadas em um Ministério de Recursos Hídricos, que responde como outros ministérios, diretamente ao Conselho de Estado.

Este ministério controla a formulação das políticas da água, o planejamento estratégico, que inclui o controle das cheias, a poluição das águas e dos esgotos, as regulamentações econômicas e a arbitragem dos conflitos (VILLERS, 2002).

Conforme SETTI *et al* (2001), na Inglaterra e no país de Gales, cabe ao governo central a principal responsabilidade pela política de gestão das águas em nível nacional. A autoridade nacional da água é o órgão que determina a estratégia geral do uso dos recursos hídricos, e tem como membros representantes do Ministério da Agricultura, Pesca e alimentos e das secretarias. As autoridades regionais da água possuem responsabilidades tais como, a recuperação e manutenção da qualidade das águas dos rios e de outras águas interiores; desenvolvimento e preservação das utilizações recreativas e culturais das águas interiores.

Nos EUA, em 1965, foi promulgada uma lei federal relativa ao planejamento dos recursos hídricos com objetivo de uma abordagem global dos problemas ligados ao uso da água. Após a publicação desta lei, e de acordo com seus dispositivos, todos os estados publicaram normas para o controle de poluição das águas nos seus territórios.

A Finlândia escolheu o caminho da centralização para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. Em 1970, o país passou a ter uma agência governamental única: Comitê Nacional de Águas. Sua política básica é assegurar o uso racional dos recursos hídricos. Este comitê responde, entre outros, por promoção de uso energético de recursos hídricos e proteção contra inundações.

No Iraque, um complexo sistema institucional foi estabelecido para cuidar do planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, desenvolvimento agrícola e questões de terra. O sistema é dirigido pelo conselho de Alta Agricultura, que gerencia três importantes instituições: Ministério da Irrigação; Ministério da Agricultura e Reforma Agrária; e Organização Estatal para Solo e Questões de Terra.

Na França o regime jurídico atual destaca a Lei de 9 de abril de 1898, que organizou os princípios de uma política administrativa, e a Lei de 16 de dezembro de 1964, relativa à propriedade, a repartição das águas e à luta contra sua poluição. A Lei de 16/12/1964 permitiu criar um sistema de gestão racional das águas, dispostas a seguir: reforço da legislação e da regulamentação aplicáveis aos recursos hídricos; instituição da bacia hidrográfica como unidade básica do gerenciamento; e construção de um fundo de investimentos.

Na Hungria, a Lei de 1964 e o Decreto de 1969, relativos à gestão das águas estabelecem o desenvolvimento planejado dos recursos hídricos; a gestão das águas nos seus aspectos quantitativos e qualitativos; o controle dos níveis de água; a prevenção dos danos causados pelas águas; a prospecção, exploração e distribuição das águas; a manutenção do equilíbrio do balanço entre a oferta e a demanda de água.

Em Cuba a reorganização administrativa do país, em 1977, estabeleceu que a responsabilidade nacional sobre a água fosse centralizada no instituto de economia da água, que atua para pesquisa, estudo, avaliação e monitoramento do potencial existente e sua relação com as necessidades dos usuários. O instituto é também responsável pela elaboração de planos de curto, médio e longo prazo para o gerenciamento dos recursos hídricos.

Na Holanda, em 1970 foi promulgada uma lei que regulamentava o controle de poluição das águas e estabelecia a cobrança pelo lançamento de efluentes. Sendo a cobrança federal quando o lançamento era feito em águas de domínio federal e regional quando as águas são de domínio regional.

No que se refere ao Brasil, são inúmeras as leis e normas brasileiras que tratam do tema relacionado aos recursos hídricos. Esta legislação tem sido desenvolvida ao longo do tempo

tornando-se necessária uma abordagem geral daquelas consideradas mais importantes para a finalidade deste trabalho.

JURAS (1993) cita que o Código das Águas (Decreto nº 24.642/34) que regulamenta o uso da água no Brasil e em particular a energia hidráulica, determina medidas que garantam os aproveitamentos de energia hidráulica, bem como a satisfação de exigências acauteladoras dos interesses gerais da alimentação e das necessidades das populações ribeirinhas, da salubridade pública, da navegação, da proteção contra as inundações, da conservação e livre circulação de peixes e de escoamento e de rejeição das águas. Considera de utilidade pública os aproveitamentos de quedas d'água e outras fontes de energia hidráulica de potência superior a 150 kW, seja qual for a sua aplicação, e os aproveitamentos que se destinam a serviços de utilidade pública federal, estadual ou municipal e ao comércio de energia, seja qual for a potência (art. 140, alíneas a e b); estabelece que as indenizações devidas aos ribeirinhos quanto ao uso das águas ou aos proprietários das concessões ou autorizações preexistentes, serão feitas, salvo acordo em sentido contrário, entre os mesmos e os concessionários, em espécie ou em dinheiro, conforme os ribeirinhos ou proprietários preferirem (art. 152).

SETTI *et al* (2001), cita que o Código das Águas estabeleceu no regime político brasileiro a distinção entre a propriedade do solo e a propriedade das quedas d'água e outras fontes de energia hidráulica para efeito de exploração ou aproveitamento industrial.

A Lei 9.433/97 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei 8.001/90, que modificou a Lei 7.990/89 (alterada pela Lei 9.984/00; regulamentada pelo Decreto 2.612/98). Estabelece, entre outros, como objetivo desta política, assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (art. 2º); e como instrumento, o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água (art. 5º); e assegura o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água em aproveitamento dos potenciais hidrelétricos (inciso IV art.11); tem se utilizado da implantação de reservatórios como uma importante ferramenta para o atendimento dos usos múltiplos das águas. No entanto, devido ao alto crescimento da demanda de energia elétrica e da água destinada ao abastecimento público, industrial e agrícola, o uso múltiplo das águas provocou o surgimento de conflitos que envolvem aspectos ambientais e operacionais, independentemente da finalidade principal do reservatório (art.1º).

A Lei 6.855/95 dispõe sobre a Política, o Gerenciamento e Plano Estadual de Recursos Hídricos, estabelece que a Política Estadual de Recursos Hídricos tem por finalidade o desenvolvimento e o aproveitamento racional dos recursos hídricos do Estado, devendo obedecer sempre aos princípios de que é direito de todos o acesso aos recursos do Estado, e a distribuição da água no território do Estado da Bahia deverá obedecer sempre a critérios econômicos, sociais e ambientais de forma global e sem distinção de prevalência (art. 2º, incisos I, II) (ANA, 2005).

A Lei 9.984/00 dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (altera as Leis 8.001/90, 9.433/97 e 9.648/98; regulamentada pelo Decreto 3.692/00; vide Resoluções ANEEL 066/01, 067/01 e 088/01). Define e fiscaliza as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas (inciso X11, art. 1º). Esta definição será efetuada em articulação com o Operador Nacional do Sistema Elétrico – NOS (art. 1º, § 3º). Nas usinas hidrelétricas beneficiadas por reservatórios de montante, o acréscimo de energia por eles propiciado será considerado como geração associada a estes reservatórios regularizadores, competindo à ANEEL efetuar a avaliação correspondente para determinar a proporção da compensação financeira devida aos Estados, Distrito Federal e Municípios afetados por esses reservatórios." (NR) (art. 29,"§ 2º) (SETTI *et al*, 2001).

Conforme ANA (2005), a Portaria MS 1.469/00 (29/12/00) estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (revoga a Portaria MS 36/90). Aprova a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, na forma do Anexo desta Portaria, de uso obrigatório em todo território nacional (art. 1º). Estabelece prazos máximos para que se promovam as adequações necessárias a seu cumprimento (art. 2º e § 1º) e que, no período de transição, deverão ser observadas as normas e o padrão estabelecido na Portaria MS 36/90 (§ 2º)).

JURAS (1993), diz que com relação ao aproveitamento dos cursos d'água, a Constituição Federal de 1988 estabelece que compete a União 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 (art. 21. X11). Não dependerá de autorização ou concessão o aproveitamento do potencial de energia renovável de capacidade reduzida (art. 176, parágrafo 4º)

MACHADO (2001), diz que a primeira outorga ligada ao uso dos recursos hídricos que serão colocados em reservatórios para geração de energia elétrica, conforme o art. 12, IV, da Lei 9.433/97, sendo que a outorga responsável pela efetivação desta outorga será indicada pelo Poder Executivo federal nos recursos hídricos sob domínio da União (art. 29, parágrafo único, da Lei 9.433/97) e por autoridade responsável designada pelo Poder Executivo dos Estados nos recursos hídricos de domínio dos Estados. Em segundo lugar, a utilização do recurso hídrico como potencial hidráulico dependerá da outorga da Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL, conforme o art. 3º, ii, da Lei 9.427, DE 26.12.1996 .

A Lei nº. 9034 de 27 de dezembro de 1994, institui que a vazão de referência para orientar a outorga de direitos de uso de recursos hídricos será calculada com base na média mínima de 7 (sete) dias consecutivos e 10 (dez) anos de período de retorno e nas vazões regularizadas por reservatórios, descontadas as perdas por infiltração, evaporação ou por outros processos físicos, decorrentes da utilização das águas e as reversões de bacias hidrográficas; (art. 13, inciso II), estabelece no art. 14 que quando a soma das vazões captadas em uma determinada bacia hidrográfica, ou em parte desta, superar 50% (cinquenta por cento) da respectiva vazão de referência, a mesma será considerada crítica e haverá gerenciamento especial.

O decreto-lei 3.365/41 dispõe sobre desapropriações por utilidade pública (alterado pelas Leis 2.786/56, 4.686/65, 6.071/74, 6.306/75, 6.602/78 e 9.785/99, pelo decreto-lei 856/69 e pela Medida Provisória 2.183-56/01). Estabelece que os concessionários de serviços públicos e os estabelecimentos de caráter público ou que exerçam funções delegadas de poder público poderão promover desapropriações mediante autorização expressa (art. 3º) e os casos em que ocorrem as desapropriações (art. 5º), cuja enumeração é considerada exaustiva para alguns autores como Hely Lopes Meirelles, ou meramente exemplificativa para outros como Miranda Salles. Permite a ocupação temporária de terrenos não edificadas vizinhos às obras e necessários à sua realização (art. 36).

A Lei 7.754/89 estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios. Estabelece que nestas áreas será constituída uma área denominada Paralelograma de Cobertura Florestal, na qual são vedadas a derrubada de árvores e qualquer forma de desmatamento (art. 2º). Na hipótese em que, antes da vigência desta Lei, tenha havido desmatamento na área do Paralelograma deverá ser imediatamente efetuado o reflorestamento, com espécies vegetais nativas da região (art. 2º, § 1º) (MMA, 2005).

Para JURAS (1993), no caso de aproveitamento de recursos hídricos em terras indígenas, a constituição de 1988 estabelece que, “o aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os

potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivadas com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra. na forma da lei (art. 231, parágrafo 3º).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente-Conama, no uso das atribuições e competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, alterado pelo Decreto nº 3.942, de 27 de setembro de 2001, e tendo em vista o que estabelece a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e o seu Regimento Interno, Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros para as Áreas de Preservação Permanente de Reservatório artificial e a instituição da elaboração obrigatória de Plano Ambiental de Conservação e Uso do seu entorno Art. 1º (AMBIENTE BRASIL, 2006).

Pode-se verificar a gama de legislações referente aos recursos hídricos. Sabe-se que tais leis necessitam ser observadas para que o empreendimento não venha sofrer sanções ambientais. O Brasil pelo seu rico potencial hidráulico necessita observar de forma intensiva tais normas legais.

MENEZES *et al.* (2005) diz que a Lei 8.625/93 institui a Lei Orgânica Nacional do Ministério Público, dispõe sobre Normas Gerais para Organização do Ministério Público dos Estados. Incumbe ao Ministério Público promover o inquérito civil e a ação civil pública, na forma da lei, para a proteção, prevenção e reparação dos danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, aos bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, e a outros interesses difusos, coletivos e individuais indisponíveis e homogêneos (art. 25, inc. IV alínea a).

A ANA (2002) cita que no processo de atualização do Código Florestal que foi instituído como LEI 4771/65 até março de 2002, o CONAMA emitiu a Resolução 303, que definiu as metragens da faixa marginal “ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d’água, naturais ou artificiais” obrigatória a elaboração de plano ambiental de conservação e uso do entorno, instrumento fundamental para a recuperação e a proteção de APP nos reservatórios.

Ficou estabelecido que:

- 1) Reservatório para energia elétrica, com até 10 ha de superfície - APP de 15 m (área urbana e rural);
- 2) Reservatório para energia elétrica, com mais de 10 ha de superfície - APP de 30 m (urbana) e 100 m (rural)

É interessante notar que em área urbana, onde é mais difícil evitar e controlar a ocupação de áreas marginais de corpos hídricos, a largura da APP de reservatórios não pode ser menor do que 30 m em nenhum dos tipos de uso ou dimensões (exceto no caso de reservatórios de geração de energia elétrica com menos de 10 ha).

### 3.4 – Impactos Ambientais

Quando se barra um rio, e este deixa de ter o seu curso normal, há um acréscimo de água no lago, e cria-se uma estratificação térmica. Em regiões tropicais, como a Amazônia, a mega fitomassa aumenta em grande quantidade a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) alterando os níveis de oxigênio em contato com a estratificação térmica criada, (AB’SÁBER *apud* COSTA, 2005). Na FIGURA 3.8 é mostrado os componentes de uma hidrelétrica e seus referidos impactos, relacionados abaixo.



FIGURA 3.8 – Impactos de Represas.  
Fonte : IRN (2004)

Reservatório: deslocamento das comunidades; inundações e ecossistemas fragmentados; Doenças hídricas; terremotos.

Decomposição da vegetação: emissões de gases efeito estufa que contribuem para o aquecimento global; degradação da qualidade da água.

Represa: migração de muitos peixes; interrupção da água e fluxo de sedimentos; envelhecimentos das estruturas causam perigos de segurança.

Impactos a jusante: Interrupção da água e fluxo de sedimentos reduz a biodiversidade; comunidades sofrem com água de pouca qualidade; baixa produção da colheita e decréscimo nas populações de peixes (IRN, 2004).

A eutrofização do ecossistema aquático é o resultado do aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio. Esse processo de eutrofização interfere nas características físicas e químicas da água e, comunidades aquáticas.

Com o enriquecimento das águas superficiais (lagos, represas e rios) ocorre um crescimento não controlado de plantas aquáticas, com o florescimento de algas e cianobactérias que podem produzir toxinas nocivas ao homem e aos animais. O monitoramento das condições físicas, químicas e biológicas é importante, mas a classificação das algas, com suas flutuações no espaço e no tempo, é fundamental para a identificação das épocas favoráveis aos florescimentos e à concentração de toxinas na água (TUNDISI 2003 *apud* FERREIRA *et al*, 2005).

A quantidade de nutrientes nos reservatórios depende do tipo de vegetação e dos usos da terra. Superfícies impermeabilizadas pelo homem em áreas urbanas afetam negativamente a qualidade das águas, aumentando riscos de cheias. A retirada de florestas aumenta muito a concentração de produtos químicos, mas também a fertilização de florestas em alguns países aumenta os nutrientes nas águas podendo causar a eutrofização, florestas de eucaliptos também causam efeitos negativos (STRASKRABA & TUNDISI, 2000).

ROSA *et al* (2004) afirmam que as emissões de gases de efeito estufa são produzidas através da decomposição da biomassa, por bactérias, em represas de hidrelétricas nas regiões tropicais. Os estudos comprovaram que as plantas existentes na vizinhança da represa determinam o tipo e a quantidade de carbono que entra e sai da represa e como isto pode ser balanceado. Durante a decomposição da matéria orgânica forma-se dióxido de carbono e metano. Nas represas, as fontes de matéria orgânica podem ser da submersão da biomassa pré-existente ou da biomassa gerada pela própria represa e por este motivo não se pode eliminar a biomassa existente. Estudos de ecossistemas naturais como lagos e rios em regiões tropicais apresentam claramente que represas para geração hidrelétrica produzem gases biogênicos (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) que contribuem para o efeito estufa.

Segundo FREITAS (2006) o aquecimento do planeta é o maior desafio ambiental do século 21. A temperatura média mundial já subiu 0,7° C nos últimos cem anos. Os cientistas afirmam que a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e a queima das florestas tropicais, como a Amazônia, são as principais causas desse fenômeno, que pode aumentar e colocar em risco toda a vida na Terra nas próximas décadas. A mudança climática projetada, em algumas áreas, deve piorar a qualidade dos recursos hídricos-elevando sua temperatura e aumentando a carga poluente proveniente do escoamento superficial e do transbordamento das estações de tratamento de esgoto. Em regiões de redução de chuvas e diminuição de vazão nos

rios, a qualidade das águas pode piorar devido à limitação para diluição dos esgotos. Esses problemas serão agravados nas bacias hidrográficas menos reguladas por estruturas hidráulicas, naquelas que já sofrem com cheias e secas e nas que são exploradas de maneira desordenada, com problemas recorrentes de poluição e falta d'água.

As nuvens são como os seres vivos: nascem, crescem e morrem. Esse “ciclo de vida” – que começa quando a água aquecida pelo sol evapora e termina quando a chuva cai – está sendo afetado pelo aquecimento global do planeta (FIGURA 3.9). As enchentes estão ficando mais intensas e freqüentes. Assim como as secas. Ainda não há um estudo completo sobre os impactos

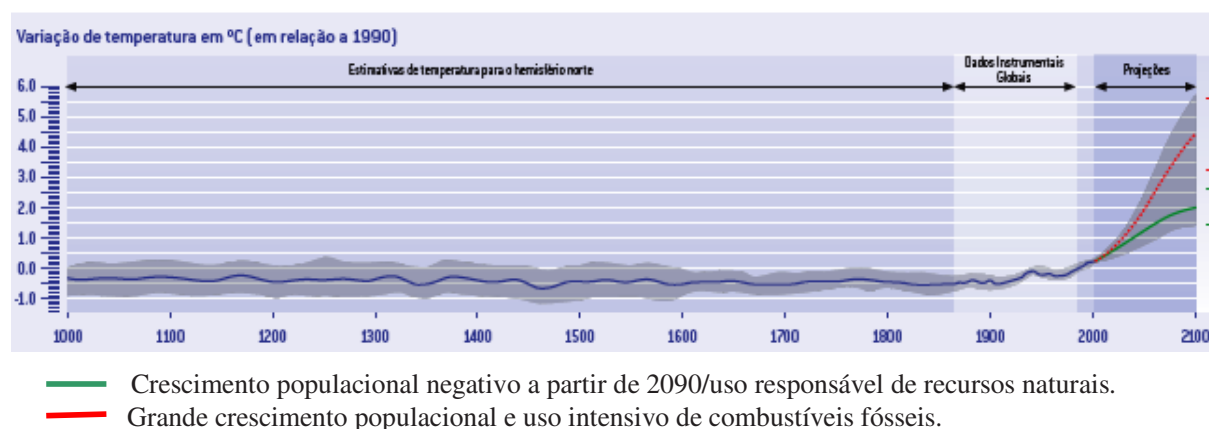


FIGURA 3.9 – Variações na temperatura da terra: ano 1000 ao ano 2100.  
Fonte : FREITAS (2006)

que essas alterações climáticas terão nos recursos hídricos do Brasil, apesar de já se saber que elas irão afetar diretamente as cidades, o campo, a geração de energia e até o turismo.

Segundo SWEET (2001), a China possui cerca da metade das grandes represas do mundo, porém, mais de 4/5 do potencial hidrelétrico permanece inexplorado. Os efeitos colaterais das grandes represas têm causado muitas implicações regionais e globais.

Mesmo que a eletricidade produzida pelas hidrelétricas emita menos gases de efeito estufa que a eletricidade gerada por carvão, as grandes represas são consideradas suspeitas pelos ecologistas e ativistas de direitos humanos. As razões são os deslocamentos da população, inesperados padrões de sedimentação, mudanças de fluxos e os proprietários de terras mais ricos, que ficam com a água para irrigação.

FEDDEMA *et al* (2005) cita que os efeitos da cobertura da terra na mudança do clima, tem sido difícil porque diferentes efeitos biológicos são citados como impactos sobre o clima, e em escala global e anual, impactos regionais são frequentemente associados o oposto e não são,

portanto, bem representados na média estatística global anual. Os autores concluíram que forçando a cobertura da terra com uma vegetação adequada pode-se melhorar a qualidade do clima da região. Embora os efeitos da cobertura da terra são regionais e tendem a contribuir com a média da temperatura global. Eles tendem a alterar significativamente o clima da região resultando no aquecimento global. Além dos impactos locais, a mudança da cobertura da terra em regiões tropicais pode afetar potencialmente os climas extratropicais e próximo do oceano através das teleconexões atmosféricas. Os estudos também mostram a importância de induzir a mudança na cobertura da terra forçando cenários para o futuro.

De acordo com a FIGURA 3.10, constata-se que neste último século a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera aumentou de 290 ppm para 350 ppm e continuará o seu crescimento

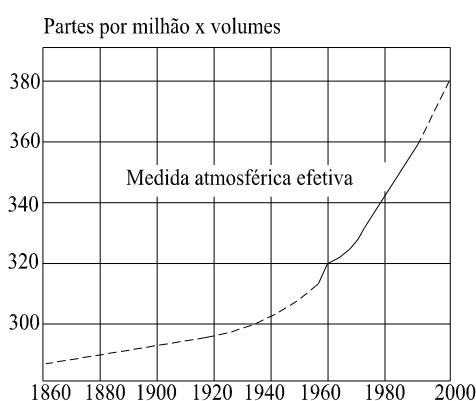


FIGURA 3.10 - Evolução da concentração de CO<sub>2</sub>.  
Fonte: MINCACHO (2003)

exponencial. As principais fontes de produção de CO<sub>2</sub> são a combustão dos combustíveis fósseis e ao desflorestamento (MINCACHO, 2003).

HARADA & YASUDA (2004) citam que recentemente no Japão muitas pessoas questionam sobre as represas existentes e os projetos de represas sem avaliação correta dos impactos ocorridos decorrentes das mesmas. Ficou difícil então de planejar novos projetos e operarem represas existentes de maneira apropriada. As pessoas opostas a represas discutiram que elas infligem mais dano ao meio ambiente que qualquer outra estrutura.

Os desenvolvimentos mais recentes para a conservação do meio ambiente na construção de represa e as medidas concretas tomadas por construtores de represa seguem os regulamentos descritos no Japão. A mitigação dos impactos ambientais de represas e a restauração dos ambientes à jusante dos rios são os principais assuntos no momento.

VELTROP (2002) cita que a Comissão Mundial de Represas (WCD) achou impactos adversos significantes em rios a jusante e um intenso número de vítimas nas comunidades afetadas pela construção de represas.

Por exemplo, o autor ao visitar o projeto da hidrelétrica de Tucuruvi na bacia amazônica, verificou que a agricultura ribeirinha foi aniquilada e as pescas estavam reduzidas quando a inundação natural do rio Tocantins foi eliminada. Um relatório publicado pela WCD recomenda que todas as pessoas afetadas devem participar dos processos de tomadas de decisões de uma represa ou outras opções para o desenvolvimento dos recursos de água e energia.

SWEET (2002) cita que foi publicado um relatório no qual conclui-se que os desacordos relativos às barragens têm pouco a ver com os seus aspectos técnicos, mas sim com as complicadas análises custo-benefício feitas para justificá-las. Em um esforço para melhor compreender o que se passa naquele tipo de análise custo-benefício, *Spectrum* visitou a Barragem de Xiaolangdi no princípio deste ano, principalmente para formar um senso dos custos humanos e ambientais associados com a sua construção e operação. Diversos dias utilizados na exploração da barragem e das áreas em torno dela deixou a impressão, admitidamente preservada, de que as suas desvantagens foram exageradas. Sobretudo, a visita propiciou conhecer o fato de que cada grande barragem é única, deve ser cuidadosamente avaliada nos seus próprios méritos, e não pode sensivelmente ser exaltada ou rejeitada somente por ser uma grande barragem.

Os principais impactos das atividades antrópicas sobre o meio ambiente são desflorestamento, construção de reservatórios, Esgotos e outros dejetos, desenvolvimento urbano, agricultura e agroindústria, Irrigação, Salinização e inundação dos campos, recreação e turismo, Construção de hidrovias e transporte fluvial, Construção de canais, retificação de rios e transferências de água, Destruição das várzeas, deslocamento populacional, introdução de espécies exóticas, exploração inadequada da biomassa, poluição atmosféricas pelas indústrias ou automóveis, causando chuva ácida (STRASKRABA & TUNDISI, 2000).

Segundo BARON (2001), desde o I Encontro Nacional de Trabalhadores Atingidos por barragens, em 1989, onde os atingidos de todo os países ajuntaram-se no Movimento Nacional de Atingidos por Barragens, o MAB que insiste para que o Governo e as empresas enérgicas, responsáveis pela implantação de grandes projetos hidrelétricos, assumam a responsabilidade de reparar e/ou indenizar as perdas impostas às populações atingidas. A construção e grandes barragens vem causando às populações atingidas perdas incomensuráveis e

irreparáveis nas áreas social, ambiental, econômica e cultural. Levantamentos da Eletrobrás registravam, em 1987, um total de 850 milhões de hectares de áreas inundadas no Brasil.

Apesar dos seus benefícios evidentes, grandes represas são consideradas com grande suspeita pelos ambientalistas e ativistas de direitos humanos. Devido a um debate mundial sobre os seus méritos e defeitos, as agências de empréstimo internacionais não estão dando suporte a elas. As razões são múltiplas. Inevitavelmente represas deslocam milhares ou até mesmo dez ou centenas de milhares das pessoas, que são desarraigadas de terras ancestrais e que devem ser reorganizadas freqüentemente, entre outras coisas, em terras improdutivas ou populações de baixa renda que não os recebem com braços abertos. Ecossistemas e habitats, ambos a montante e a jusante das represas, são interrompidos e freqüentemente permanecem destruídos. Freqüentemente, também, ocorrem inesperados padrões de sedimentação e diminuição n fluxo de água. Em vez de produzir boas terras agrícolas, sistemas de irrigação podem diminuir a água da terra e a saturar com sal. No fim, os proprietários de terras mais ricos exercem maior poder no local. (SWEET, 2002).

Segundo COOK *et al* apud CERNEA (1997), o reassentamento involuntário patrocinado pelo desenvolvimento governamental tem gerado programas como People Displacent Associated (Associação de Deslocamento de Pessoas). Grandes empresas na África continuam a gerar uma série de problemas no continente africano. Na TABELA 3.6 são apresentados os números exatos de pessoas deslocadas pelas maiores represas africanas.

TABELA 3.6 – Deslocamento de pessoas associados com Grandes Represas na África.

Represas	País	Nº de pessoas deslocadas
Akosombo	Ghana	84.000
Aswan High Dam	Egypt	100.000
Bakolari	Nigeria	12.000
Cabora Bassa	Mozambique	25.000
Kainji	Nigeria	44.000
Kariba	Zambia/Zimbabwe	57.000
Kossou	CUTE dlvooire	85.000

Fonte: CERNEA (1997)

O reservatório à montante da usina de Xiaolangdi, mostrado na FIGURA 3.11, se alonga por 103 km rio acima até uma outra barragem, a de Sanmenxia, construída na década de 1970.

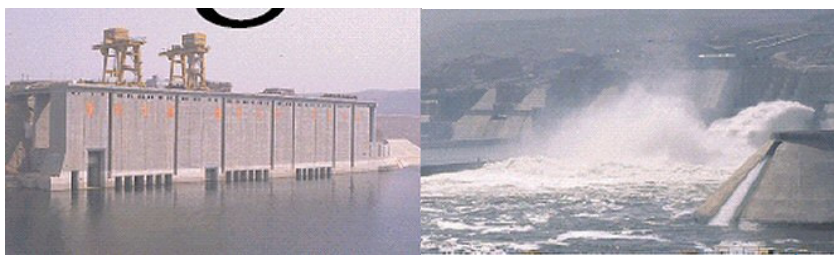


FIGURA 3.11 - Reservatório de Xiaolangdi na China.  
Fonte: (SWEET, 2002)

Ela tem a reputação de haver sido assoreada tão rapidamente que ameaçou causar enchente à montante em Xi-an. Eventualmente ela teve de ser reconstruída, com grandes dificuldades e despesas. Destas experiências os chineses acreditam que aprenderam suas lições (SWEET, 2002).

STRASKRABA & TUNDISI (2000) citam que a Entidade Binacional Yacyretá (EBY) é a responsável pela construção e manutenção da Usina Hidrelétrica de Yacyretá, no rio Paraná, na fronteira do Paraguai com a Argentina. Para que haja maior produção de energia, a Entidade Binacional Yacyretá está pressionando ambos os governos para conseguir autorização e elevar o nível do lago de 76 metros acima do nível do mar para 83 metros. A usina impactou 30 mil famílias. Segundo Cappato, diretor da Fundacion Proteger, uma das ONGs que acionaram a Defensoria Pública, se o lago subir mais 7 metros, a população atingida vai superar 50 mil famílias. Mas se depender da Defensoria Pública, a EBY e os governos do Paraguai e Argentina terão que apresentar documentos que confirmem a elaboração e avaliação de estudos de impacto ambiental antes de aumentar o volume do lago, de acordo com a Lei número 23.879, que dispõe sobre o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) de usinas hidrelétricas.

Segundo os autores, a necessidade de relocação de pessoas e interferência no sistema produtivo quase sempre depende do rio a ser barrado.

No lago Volta fazendeiros foram treinados para serem pescadores e no lago Yaciretá (Argentina) os pescadores foram treinados para serem fazendeiros. Em muitos casos ocorre a inundação parcial das cidades, paralisando o comércio e a indústria. Ocorrem vários conflitos entre os proponentes dos reservatórios e os sistemas sociais e políticos da região, devido a relocação de pessoas e as atividades existentes nessas áreas. Abaixo do reservatório pode ocorrer grande mortandade de peixes.

Os problemas originados pela construção do lago de Yaciretá (Argentina-Paraguai) foram 50000 pessoas foram relocadas, problemas de eutrofização prejudicaram a qualidade das águas do

reservatório para consumo, populações de áreas rurais tiveram de ser deslocadas e tiveram seus sistemas de abastecimento de água interrompidos, houve grande mortandade de peixes a jusante da barragem ocasionada pelo acúmulo de oxigênio ocasionado pela água vertida.

Na Índia, 4300 represas submergiram em torno de 37.500 Km<sup>2</sup> e deslocaram cerca de 42 milhões de pessoas. Milhões delas perderam a terra e os repouso aos canais, os esquemas de irrigação, às estradas, às linhas de poder e aos desenvolvimentos industriais que acompanham represas. Perderam o acesso à água limpa, às fontes do alimento e a outros recursos naturais na área represada. Estas pessoas sofreram das doenças que as represas e os projetos grandes da irrigação nos trópicos trazem, é mostrado na FIGURA 3.12 povos afetados por represas na Índia.

De acordo com a comissão mundial de represas (WCD), as grandes represas forçaram cerca de 40 a 80 milhões de pessoas a deixar suas terras nas seis décadas passadas. As comunidades indígenas, tribais, foram pressionadas duramente.

Esta multidão de refugiados das represas tem, na maioria dos casos, sido economicamente, prejudicadas na cultura e na parte psicológica (IRN, 2006).

SWEET (2002) cita que a Represa de Xiaolangdi é a maior represa operando atualmente na China. Ela fica localizada entre as antigas capitais de Xi-an e Kaifeng no noroeste da China.



FIGURA 3.12 - Povos afetados por represas na Índia.  
Fonte: IRN (2006)

Os críticos já têm mostrado que apenas em um ano em operação Xiaolangdi está entupindo excessivamente as turbinas, não podendo produzir a eletricidade esperada: uma potência de 1800 MW (o equivalente de várias usinas de carvão-queimado ou um grande e complexo reator nuclear); e deixou pessoas sem lares, sem trabalho, e vulneráveis a doença. Ainda não concluída, Xiaolangdi deslocou cerca de 175.000 pessoas, custou acima de US \$4 bilhões para ser construída e é o maior projeto unitário que já foi financiado pelo Banco Mundial na China.

Uma aldeia característica perto da represa de Xiaolangdi, que é mostrada na FIGURA 3.13, foi construída para acomodar as pessoas que tiveram que ser deslocadas da área do reservatório.



FIGURA 3.13 - Aldeia próxima ao reservatório de Xiaolangdi.  
Fonte: SWEET (2002)

As casas acomodariam mais de uma família cada, e à direita foi construída uma enorme estátua do presidente Mao.

As perdas associadas à uma grande e permanente mudança na paisagem ou com inundação de sepulturas ancestrais provavelmente não podem ser indenizadas e incorporadas em qualquer análise de custo benefício significativa.

Conforme MUWANGA (2003), a empresa de geração de energia elétrica AES Corp, sediada nos Estados Unidos, retirou-se do projeto da usina hidrelétrica em Uganda, patrocinado pelo Banco Mundial, por motivos econômicos.

Esse projeto de US\$ 580 milhões, a ser realizado em Bujagali, no rio Nilo, está sendo fortemente resistido por diversas organizações e pessoas, pois o mesmo inundaria todo o trecho do Nilo até a base da hidrelétrica de Owens Falls, destruindo o espaço vital de milhares de pessoas – uma paisagem espetacular que, além disso, possui especial significado para a população local. Aqueles que se opõem à hidrelétrica chamam a atenção para os graves impactos econômicos, sociais e de saúde na população, os quais não foram devidamente levados em conta quando do planejamento do projeto.

A garganta Qutang, no rio Yangzi, que é mostrada na FIGURA 3.14, verá suas águas subirem para formar um longo lago quando a Represa de Três Gargantas estiver pronta.



FIGURA 3.14 - Garganta Qutang , no Rio de Yangzi.  
Fonte: SWEET (2002)

As Gargantas são provavelmente a mais famosa paisagem da China – o tema de antigos pintores – e às vezes são comparadas a principal garganta norte-americana (o Grand Canyon). A represa Três Gargantas, muito maior que a represa Xiaolangdi, está sendo construída no Yangzi e necessita construir novas cidades inteiras para mais de três milhões de pessoas que serão deslocadas. Mas, se Três Gargantas não vier a produzir a energia esperada, aqueles centros de carga ficarão vulneráveis a grandes interrupções. Mesmo as mudanças normais do clima podem afetar a energia fornecida.

Um engenheiro electricista que visitou Três Gargantas no princípio deste ano como integrante de uma equipe de engenheiros fez alguns cálculos baseado em dados fornecidos pelos patrocinadores da visita e concluiu que a potência da usina hidroelétrica pode vir a ser refém das variações regulares da natureza. (SWEET, 2002).

ROSA *et al* (1997) *apud* FEARNSIDE (2002) cita que uma estimativa revisada das emissões de Tucuruí usa dados de emissão de metano informados e áreas cobertas de macrófitas baseadas em imagens de LANDSAT de 1988. A área de macrófitas é maior nos primeiros anos de formação do reservatório, contribuindo para um grande pulso de emissões de metano durante estes anos e para um impacto aumentado da geração hidrelétrica relativo aos combustíveis fósseis, quando é aplicada uma taxa de desconto aos impactos das emissões. Quando inundada, em algumas represas a área de deplecionamento tem condições ideais para geração de metano, assim como também para metilação de mercúrio no solo. No reservatório de Samuel, por exemplo, áreas como estas liberaram 15,3 g C/m<sup>2</sup>/ano em forma de CH<sub>4</sub> por ebulição, dependendo da época de inundação, comparado com 7,2 g C/m<sup>2</sup>/ano entre árvores mortas em pé em áreas permanentemente inundadas e apenas 0,00027 g C/m<sup>2</sup>/ano na calha principal.

ROSA *apud* MCCULLY (2004) cita que estudos realizados sobre emissões totais às superfícies de nove reservatórios brasileiros em regiões diferentes revelam que, na realidade,

quatro estão com emissões mais altas que o equivalente a usinas de ciclo combinado a gás natural, quatro com emissões mais baixas que NGCCs e uma (Tucuruí) com uma contribuição semelhante para efeito estufa (TABELA 3.7).

TABELA 3.7 – Totais de Emissões de Reservatórios brasileiros comparados com ciclo combinado de Gás natural.

Represa	Reservatório Área (km <sup>2</sup> )	Capacidade Geradora (mW)	Emissões Hidro (MtC/yr)	Emissões Ciclo Comb. a Gás MtC-CO <sub>2</sub> /yr	Relações de Emissões Hidro/Gas
Represa	2430	4240	2,60	2,60	1,00
Samuel	559	216	0,53	0,13	4,04
Xingó	60	3000	0,04	1,84	0,02
Serra da Mesa	1784	1275	0,89	0,78	1,15
Três Marias	1040	396	0,54	0,24	2,23
Barra Bonita	312	141	0,14	0,09	1,59

Fonte: MCCULLY (2004)

A hidrelétrica Balbina, localizada no estado do Amazonas, no rio Uatumã, a nordeste de Manaus, possui um lago com cerca de 2.360 km<sup>2</sup>, com capacidade nominal de 250MW. Os impactos ocorridos no lago foram a decomposição de setores consideráveis de floresta que pertenciam ao território dos índios Waimiri - Atroari e áreas de camponeses ribeirinhos e o aumento de macrófitas flutuantes no lago e a acidez das águas, podendo tornar a manutenção da usina muito cara. Para a fauna ictiológica o ambiente fica alterado com águas anóxicas, causando distúrbios em sua reprodução, provocando mortes nos cardumes e doenças em humanos, inclusive à jusante da barragem (FEARNSIDE *apud* COSTA, 2005).

Para FEARNSIDE (2002), durante a construção da barragem de Tucuruí, os ambientes aquáticos foram gravemente alterados, acima e abaixo da barragem. Antes de fechar a barragem, o rio Tocantins possuía alta diversidade de peixes. Aumentou muito o número de predadores depois do fechamento: no primeiro ano, cerca de 60% dos peixes capturados em redes experimentais do INPA eram piranhas. A biomassa de peixes presente flutuou de forma extrema nos primeiros três anos. Um grande problema é a qualidade da água no reservatório, que é prejudicada pela decomposição da vegetação na represa, tanto de restos da floresta deixados em pé quando foi cheio o lago como de macrofitas que proliferaram na superfície, a água fica ácida e anóxica. Isto torna a água inadequada para muitas espécies de peixes. Nenhuma escada de peixe foi construída em Tucuruí. A água no reservatório de Tucuruí tem um tempo de residência médio de 51 dias. Porém, as extremidades do reservatório têm tempo de residência mais longo que a média. O braço de Caraipé do reservatório é alimentado por um fluxo pequeno e é conectado ao

corpo principal do reservatório por uma foz estreita. Uma parte do fundo do braço de Caraipé foi terraplanada antes do enchimento em um esforço para minimizar a decomposição da biomassa. O tempo de reposição longo com a vegetação decompondo na represa resulta produção de ácidos que podem causar corrosão das turbinas.

A discussão de novos paradigmas econômicos, sociais e ambientais tem provocado alterações importantes nas perspectivas e formas de implantação de novos projetos hidrelétricos no país, tornando necessário fazer uma Avaliação e Estudos dos Impactos Ambientais do empreendimento que citaremos a seguir.

### **3.5 – Avaliação de Impacto Ambiental e Estudo de Impacto Ambiental**

Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (projeto, programa, plano ou política) e de suas alternativas, que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por eles considerados. Segundo os autores devido a variedade das condições sócio-econômicas e políticas do projeto e da diversidade dos métodos de AIA existentes, cabe a cada equipe técnica envolvida no projeto selecionar o método (ou os métodos) mais apropriado às atividades propostas. Desta maneira, “definir uma metodologia de avaliação de impactos ambientais consiste em definir os procedimentos lógicos, técnicos e operacionais capazes de permitir que o processo, antes referido, seja completado”. Os autores ressaltam também a necessidade de incluir alguns critérios básicos comuns a todos os métodos de análise, de modo que a avaliação seja eficaz e permita a prevenção, recuperação e/ou reconstituição ambiental (CUNHA & GUERRA, 2002).

Para MACHADO (2001), Estudo de Impacto Ambiental é o instrumento necessário para caracterizar que o empreendimento poderá causar significativo impacto ambiental (art. 9º, III, da Lei federal 6.938, de 31.8.1981). Toda vez que se deixa de exigir o estudo de impacto ambiental quando devido passa a haver um prejuízo potencial para as unidades de conservação da área de influência do projeto. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é de maior abrangência que o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e o engloba em si mesmo. O EIA compreende o levantamento da literatura científica e legal pertinente, trabalhos de campo, análises de laboratório e a própria redação do relatório. Por isso, diz o art. 9º da Resolução 1/86-CONAMA

que o “Relatório de Impacto Ambiental-RIMA refletirá as conclusões do Estudo de Impacto Ambiental”, ficando patenteado que o EIA precede o RIMA e é seu alicerce de natureza imprescindível.

O problema da construção das grandes hidrelétricas não se resume apenas ao pagamento de justas indenizações, é necessário compreender suas verdadeiras dimensões e criar uma cultura e uma infraestrutura institucional que permitam transformar esses projetos em um apoio de desenvolvimento regional, assegurando impactos mínimos ao ecossistema local e regional. Os objetivos globais da política energética nacional devem ser o de garantir uma oferta de energia coerente com as necessidades do desenvolvimento com mínimo custo econômico e respeitando as restrições sociais, ambientais e estratégicas. Por isto a avaliação de impactos ambientais em hidrelétricas é a oportunidade de se identificar efeitos indesejáveis e de alto custo e de modificar projetos na fase de planejamento.

A Lei 6.938/81 instituiu por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, criando medidas urgentes e adequadas à conciliação de interesses (privados, sociais e públicos) ao justo equilíbrio entre os fatores positivos do desenvolvimento científico e tecnológico atual e seus inevitáveis efeitos prejudiciais à saúde e à própria vida. A Lei 6.938/81 dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação (alterada pelas Leis 7.804/89 e 8.028/90; regulamentada pelos Decretos 89.336/84, 97.632/89 e 99.274/90; vide Lei 9.605/98). Estabelece como instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente a avaliação de impactos ambientais e o cadastro técnico federal de atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras dos recursos ambientais (art. 9º, incisos III e XII); o prévio licenciamento de atividades poluidoras ou capazes de causar degradação ambiental (art. 10); como competência do IBAMA o licenciamento de atividades e obras com significativo Impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional (art. 10, § 4º) (CETESB, 2005).

A Constituição da República/88<sup>5</sup>, em seu artigo 24, determina a competência legislativa concorrente da União, dos Estados e do Distrito Federal sobre alguns assuntos dos quais destaque: conservação da natureza, defesa dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição (inciso VI); responsabilidade por dano ao meio ambiente (inciso VIII), cabendo à União a edição de normas gerais e aos Estados e Distrito Federal as normas específicas (§ 1º). O artigo 30 estabelece a competência legislativa dos municípios para legislar sobre assuntos de interesse local (inciso I) e complementar a legislação federal e estadual no que couber (inciso II). O artigo 225 determina que incumbe ao Poder Público exigir, na forma da lei, para instalação de

obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade (§ 1º, inciso IV).

Segundo TOMMASI (1994), há alguns critérios técnicos para se avaliar os impactos ambientais decorrentes da ação humana, que envolvem também impactos ecológicos, estéticos e econômicos. Trata-se da execução, por equipe multidisciplinar, das tarefas técnicas e científicas destinadas a analisar, sistematicamente, as conseqüências da implantação de um projeto no meio ambiente, por métodos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e técnicas de previsão dos impactos ambientais.

A resolução 001/86 do CONAMA estabeleceu os diversos impactos que deverão ser estudados e previstos usando-se evidentemente de todos os conhecimentos científicos existentes no país e fora dele na época da elaboração do relatório. Determina, ainda, a resolução examinada que os impactos devem ser estudados nas fases de implantação e operação da atividade. Combine-se essa determinação da resolução com a constituição federal (art. 225. IV) e se observará que os impactos terão que ser avaliados antes de se licenciar a implantação e antes de se autorizar a operação da atividade. Segundo o autor a área de influência do projeto deverá ser analisada considerando em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza (ART. 5º, III, da resolução CONAMA 01/86 ), (MACHADO, 2001).

O impacto ambiental “é uma alteração física ou funcional em qualquer dos componentes ambientais. Essa alteração pode ser qualificada e, muitas vezes, quantificada. O impacto ambiental “é uma alteração física ou funcional em qualquer dos componentes ambientais. Essa alteração pode ser qualificada e, muitas vezes, quantificada. Pode ser favorável ou desfavorável ao ecossistema”. Pode ainda afetar direta ou indiretamente a saúde, a segurança e o bem-estar da população (CONAMA, Res. 001 de 23/01/86)<sup>6</sup>.

Logo, um Estudo do Impacto Ambiental (EIA) torna-se necessário a todo projeto que produz alterações estruturais no ambiente, a ponto de desequilibrá-lo. Na realidade, quando temos várias alternativas de um projeto e as analisamos para encontrar a menos impactante, estamos fazendo análises de custo-benefício, ou seja, qual das alternativas reverteria maior benefício para a sociedade, com menores danos e com menores custos ambientais. Trata-se de um instrumento valioso pela visão imparcial sobre determinado projeto, uma posição que procura eliminar influências de grupos políticos e econômicos. Para isso, o EIA se vale de alguns elementos considerados diferenciais e característicos, estabelecidos em lei, para “evitar que um

---

<sup>5</sup>Constituição Federal do Brasil de 1988, Ano:1988[on-line <http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>

<sup>6</sup> Regulamentação, a nível federal, dos Estudos de Impacto Ambiental(EIA) e do Relatório de Impacto

projeto (obra ou atividade), justificável do ponto de vista econômico seja depois nefasto ou catastrófico para o meio ambiente” (LORA, 2002). É mostrado na FIGURA 3.15 o diagrama do processo de avaliação de impactos ambientais.

Para COSTA et al (2005) o princípio básico da Matriz de Leopold consiste em, primeiramente, assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, para, em seguida, estabelecer numa escala que varia de um a 10, a magnitude e importância de cada impacto, identificando-o como positivo ou negativo. Enquanto a valoração da magnitude é relativamente objetiva ou empírica, pois se refere ao grau de alteração provocado pela ação sobre o fato ambiental, a pontuação da importância é subjetiva ou normativa, uma vez que envolve atribuição de peso relativo ao fator afetado no âmbito do projeto.

Segundo TOMMASI (1994), seria importante submeter o projeto a uma comissão formada por profissionais liberais, pesquisadores, membros da comunidade científica e membros do órgão estadual de controle ambiental, que avaliariam a viabilidade do projeto e se ele deve ou não passar por um EIA. A regulamentação e aprovação do EIA passam por três tipos de licenciamento ambiental obrigatório: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (OP).

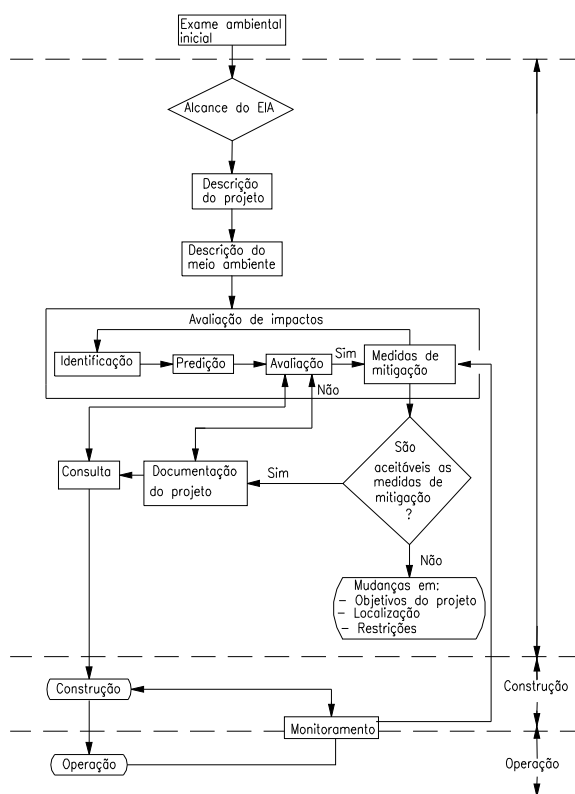


FIGURA 3.15 – Diagrama do processo de avaliação de impactos ambientais.

Fonte: LORA (2002)

A legislação prevê ainda a participação de grupos sociais afetados pelo projeto, assim como associações civis (ONGs) interessadas na defesa do meio ambiente e do público em geral, através das audiências públicas.

Depois de definir a dimensão do objeto a ser estudado e caracterizar a situação ambiental dos sistemas físicos, biológicos e sócio-econômicos das áreas de influência, é necessário identificar um método que permita uma análise eficiente da implantação e operacionalização do projeto, dentro das metodologias da literatura nacional ou internacional adotada pela equipe responsável.

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é o método utilizado para avaliar os impactos causados por uma nova atividade econômica envolvendo a população local. Ele pode ser feito antes da construção do reservatório ou quando for necessário efetuar alterações no seu uso múltiplo, ou quando novas construções forem feitas pelo gerenciamento das bacias hidrográficas, o EIA do reservatório necessita seguir os seguintes critérios: confiabilidade dos dados; monitoramento permanente do reservatório; deve-se estudar a socioeconômica e a ecologia regional; formação de uma equipe multidisciplinar com conhecimento local.

Para STRASKRABA & TUNDISI (2000) observa-se na FIGURA 3.16 que há um exame ambiental inicial. Isto significa que antes de iniciar qualquer Estudo de Impacto Ambiental

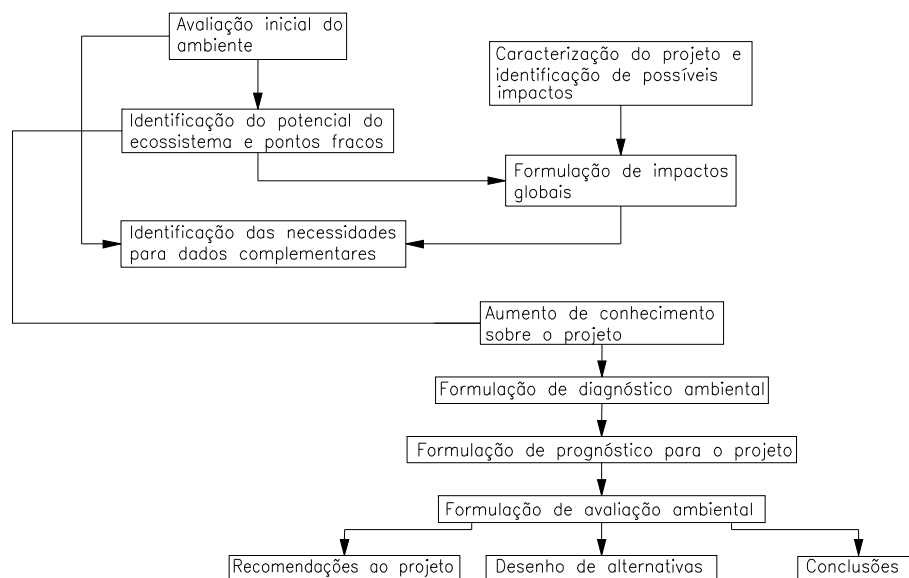


FIGURA 3.16 - Etapas de um Estudo de Impacto Ambiental.

Fonte: STRASKRABA & TUNDISI (2000)

devemos verificar se há necessidade de submeter um projeto a todas estas etapas ou se basta apenas uma avaliação mais simples como veremos adiante.

A grande vantagem do EIA, portanto, é verificar a viabilização de um determinado projeto, mediante determinadas características: 1. é um estudo de curta a média duração; 2. é multidisciplinar; 3. cobre geralmente áreas geográficas extensas, envolvendo muitos pesquisadores, técnicos, etc. 4. envolve vários níveis de governo, universidades, firmas de consultoria, etc; 5. é, por natureza, orientado para a resolução de problemas; universidades, firmas de consultoria, etc; 5. é, por natureza, orientado para a resolução de problemas; é relativo e “ad-hoc”; 6. as informações que produz têm grande chance de serem utilizadas para a solução de questões ambientais. (ROSEMBERG *et al* 1981 *apud* TOMMASI 1994).

O diagnóstico ambiental da área de influência do projeto inclui, além de uma completa descrição dos recursos ambientais e suas interações, considerando o meio físico, o meio biológico e o meio sócio econômico, a identificação, análise e previsão de impactos significativos, positivos e negativos, diretos e indiretos, imediatos e a médios e longos prazos, temporários e permanentes, se há grau de reversibilidade, suas propriedades cumulativas e sinérgicas, distribuição de ônus e benefícios sociais. Estas medidas envolvem também a responsabilidade pelo proponente do projeto, das despesas e custos decorrentes dos estudos feitos pela equipe multidisciplinar, assim como das medidas mitigadoras e do monitoramento.

Segundo BAINES (2004), apesar da crescente organização e participação política dos povos indígenas, sobretudo a partir da Constituição de 1988 no Brasil, em muitos países, como o Brasil, a Austrália e o Canadá, a legislação que regulamenta os processos de demarcação e homologação de terras indígenas, processos que inevitavelmente entram em choque com projetos de desenvolvimento regional, e a preparação de Relatórios de Impacto Ambiental (RIMAs), exige a participação de um antropólogo.

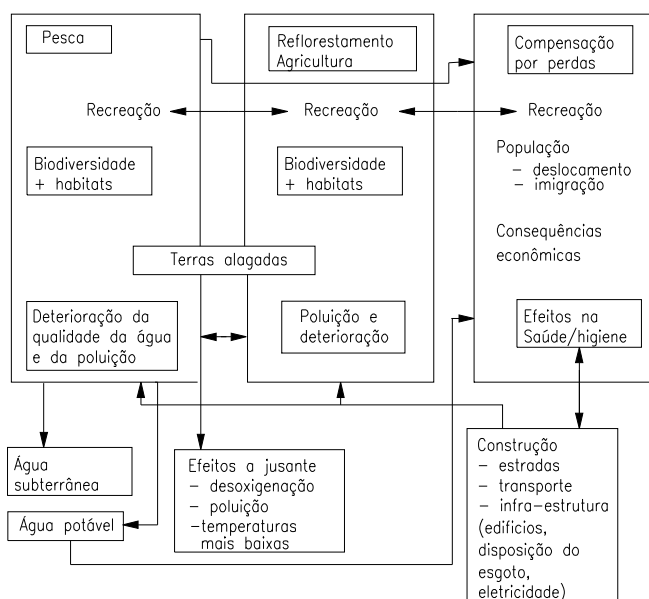
Segundo a resolução CONAMA de 01/86, impacto ambiental é “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia, resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam”: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota as condições estéticas e sanitárias do ambiente.

O decreto 99.274/90 (art. 17 § 1º, c) prevê a necessidade de o EIA conter a “identificação, análise e previsão de impactos significativos, positivos e negativos”. A resolução 1/86-

CONAMA prevê no art. 5º, II, que o estudo obedecerá as diretrizes gerais de “identificar e avaliar os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade”, e o art. 6º determina que o estudo abrangerá a análise dos impactos ambientais do projeto através de “identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos positivos e negativos, diretos e indiretos, imediatos e a médio e a longo prazo, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade (MACHADO, 2001).

É mostrado na FIGURA 3.17 as variáveis consideradas na elaboração de um EIA para uma bacia hidrográfica, ou antes, da construção de um reservatório. Depois de definir a dimensão do objeto a ser estudado e caracterizar a situação ambiental dos sistemas físicos, biológicos e sócio-econômicos das áreas de influência, é necessário identificar um método que permita uma análise eficiente da implantação e operacionalização do projeto, dentro das metodologias da literatura nacional ou internacional adotada pela equipe responsável. A seguir serão apresentados os principais métodos de avaliação dos impactos ambientais.

### 3.6 – Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais



FIGURAS 3.17 - Variáveis a serem consideradas em um estudo de Impacto Ambiental.

Fonte: STRASKRABA & TUNDISI (2000)

A questão ambiental vem despertando a cada dia a preocupação dos diversos segmentos da sociedade à medida que esta sente cada vez mais próxima de si os problemas ambientais

causados pelo uso irracional dos recursos naturais. Por isso, vive-se hoje a busca de alternativas de desenvolvimento com menor degradação ambiental possível e com mais justiça social.

Segundo Tommasi (1994), não há um método único capaz de isoladamente realizar um Estudo de Impacto Ambiental completo e abrangente, mas existem alguns métodos que são mais utilizados, porque conseguem “comparar alternativas, organizar, resumir, sintetizar toda informação gerada num desses estudos e, ainda, comunicá-los corretamente aos que os utilizarão”. Além disso, são capazes de oferecer informações necessárias para compor os programas e planos de gerenciamento/monitoramento das ações e fases do empreendimento, de modo que ao final, possa ser elaborado o Relatório de Impacto Ambiental-RIMA. Neste caso, são identificados os impactos negativos e positivos no meio ambiente, além das vantagens e desvantagens das alternativas propostas, incluindo a possibilidade de não implantar o projeto.

Para TOMMASI (1994) & CUNHA *et al* (2002) existem linhas diferentes para a avaliação de impactos ambientais, não há um método completo e abrangente para todas as fases e objetivos do empreendimento, o que se propõe é a aplicação de vários métodos aos dados colhidos inicialmente no diagnóstico ou, então, às diferentes etapas do projeto. A seguir, veremos algumas vantagens e desvantagens desses métodos:

#### Sistema de Informações Georeferenciadas (SIG)

O SIG apresenta-se como uma opção aos métodos tradicionais de gerenciamento, pois é uma ferramenta poderosa, integrando dados espaciais e seus atributos, possibilitando a simulação, o modelamento e a visualização de informações associadas aos mapas de áreas de cultivo e fornecendo subsídios ao processo de tomada de decisões. O seu funcionamento em rede também possibilita a configuração de telas específicas conforme o usuário, fornecendo diferentes níveis de acesso e consulta aos bancos de dados espaciais e de atributos. O setor agrícola mostra-se como um imenso campo para desenvolvimento de aplicativos em SIG e, no momento, são poucas as empresas que se utilizam desta ferramenta. A ligação GPS-SIG faz com que a topografia, um ponto crítico na atualização de mapas e comum em agroindústria, passe a ser mais ágil (ROCHA, 2006).

#### Metodologias Espontâneas (*Ad Hoc*):

São métodos no conhecimento empírico de experts do assunto e/ou da área em questão. Estas metodologias, se utilizadas isoladamente, deverão desenvolver a avaliação de impactos ambientais de forma simples, objetiva e de maneira dissertativa. São adequadas para casos com escassez de dados, fornecendo orientação para outras avaliações. Os impactos são

identificados normalmente através de brainstorming, caracterizando-os e sintetizando-os em seguida por meio de tabelas ou matrizes.

Apresentam como vantagem uma estimativa rápida da evolução de impactos de forma organizada, facilmente compreensível pelo público. Porém, não realizam um exame mais detalhado das intervenções e variáveis ambientais envolvidas, geralmente considerando-as de forma bastante subjetiva, qualitativa e pouco quantitativa (MOURA *et al* 2006).

#### Listagens de controle (*Check-List*)

É uma lista de fatores considerados como parâmetros para uma avaliação de impacto ambiental, normalmente realizados pelos especialistas envolvidos no projeto, através do diagnóstico dos meios físico, biótico e sócio-econômico. Pode também ser feita por questionário, direcionado para problemas peculiares ao projeto que está sendo desenvolvido. É um dos métodos mais empregados na fase inicial da AIA porque fornece meios de avaliar qualitativamente e de imediato os impactos negativos e positivos sobre o ambiente.

Como o próprio nome diz, trata-se de interações entre ações e impactos relacionados com as cadeias de impacto a partir de uma determinada intervenção. Utiliza o método gráfico para organizar uma seqüência de efeitos provocados por cada ação dos projetos. Em seguida relacionam-se os seus efeitos secundários acarretados e assim por diante.

#### Superposição de Cartas (*Overlay Mapping*)

Esse método procura desenvolver o mapeamento do ambiente através de lâminas transparentes superpostas, de modo que cada aspecto analisado (tipo de solo, cobertura vegetal, recursos hídricos, grau de poluição, de erosão, etc) possa ser comparado, estabelecendo gradações de cor, conforme diferentes graus de sensibilidade e variações induzidas pelo projeto. Este método é vantajoso para a visualização e a resolução de questões de dimensão espacial, mas omite impactos cujos indicadores não podem ser especializados.

O uso de modelos tem sido uma excelente maneira de utilizar uma grande quantidade de dados previsíveis, possibilitando identificar necessidades adicionais de pesquisa e estudar as relações entre fatores físicos, biológicos e sócio-econômicos. Teoricamente, o modelo contempla duas abordagens distintas e complementares para a avaliação ambiental, a saber: avaliação estrutural (quantitativa) e avaliação temporal (atual e tendencial). Muitos estudiosos usam os modelos pela sua capacidade preditiva e por apresentar grande credibilidade e aceitação pelo público.

#### Matrizes de Correlação ou de Interações

Elas foram desenvolvidas para suprir as falhas das listagens de controle. Uma das mais conhecidas é a matriz de Leopold *et al*, porque é a mais utilizada em quase todos os tipos de projetos. Ela permite uma rápida identificação dos problemas ambientais envolvidos num dado projeto e dos impactos positivos e/ou negativos decorrentes deles. Os impactos são avaliados em escalas nominais (alto, médio e baixo) e ordinal (Primeiro, segundo, terceiro, etc) ou ainda, inexistentes (nenhuma indicação), pouco significativa(indicadas por “o” ou significativas, como abordagem dos fatores biofísicos e sociais e dados qualitativos e quantitativos. Uma de suas desvantagens é “preparar uma matriz para cada alternativa a ser analisada e para cada período de tempo a ser considerado”. Outras desvantagens podem ser apontadas: subjetividade, dificuldade em prever o tempo e a frequência das interações, bem como em identificar os impactos secundários. Atualmente, a elaboração de matrizes como as de Singer,Bisset e a de RIAM (The Rapid Impact Assesment Matrix for EIA), criada por Pastakia e Jensen permitem registros permanentes e transparentes, de maneira rápida, precisa e eliminam algumas desvantagens tornando o método fácil, prático e eficiente.

Baseadas na matriz de Leopold, as matrizes atuais correspondem a uma listagem bidimensional para identificação de impactos, permitindo, ainda, a atribuição de valores de magnitude e importância para cada tipo de impacto. Os impactos positivos e negativos de cada meio (físico, biótico e sócio-econômico) são alocados no eixo vertical da matriz, de acordo com a fase em que se encontrar o empreendimento (implantação e/ou operação), e com as áreas de influência (direta e/ou indireta), sendo que alguns impactos podem ser alocados, tanto nas fases de implantação e/ou operação, como nas áreas direta e/ou indireta do projeto, com valores diferentes para alguns de seus atributos respectivamente. Cada impacto é, então, alocado na matriz por meio (biótico, antrópico e físico), e cada um contém subsistemas distintos no eixo vertical, sobre o qual os impactos são avaliados nominal e ordinalmente, de acordo com seus atributos. Os atributos de impacto, com suas escalas nominal (atribuindo qualificações, por exemplo, alto, médio e baixo) e ordinal (atribuindo uma ordenação hierarquizada – por exemplo, primeiro, segundo e terceiro grau), possibilitam uma melhora da análise qualitativa, (MOURA, 2006).

### Metodologias quantitativas

Os métodos quantitativos pretendem associar valores às considerações qualitativas que possam ser formuladas quando da avaliação de impactos de um projeto. Um dos métodos

quantitativos mais importantes foi o apresentado pelo Batelle Columbus Laboratories, em 1972, para o US Bureau of Reclamation.

O método utiliza, basicamente, indicadores de qualidade ambiental expressos por gráficos que relacionam o estado de determinados compartimentos ou segmentos ambientais a um estado de qualidade variando de 0 a 1. Os indicadores são denominados como parâmetros, oferecendo 71 gráficos de qualidade ambiental a eles relacionados. Utiliza ainda um peso relativo para cada fator, comparando-os sob um julgamento subjetivo. Por fim estipula, para cada parâmetro considerado. A diferença, entre o referido produto e o peso relativo do parâmetro considerado. A diferença, entre o referido produto e o peso relativo do parâmetro considerado. A diferença, entre o referido produto e o peso relativo do parâmetro considerado na fase anterior ao empreendimento e o produto verificado em cada fase do empreendimento (implantação e operação), determina os impactos que poderão ser gerados pelo projeto (MOURA 2006).

A seguir apresentaremos outros métodos utilizados:

Projeção de cenários:

CUNHA & GUERRA (2002) descrevem esse método como uma análise da evolução de determinado ambiente, onde cada situação corresponde a um cenário e/ou situação hipotética e onde as variáveis serão analisadas em função do maior ou menor grau de impacto no futuro dos sistemas ambientais. Geralmente são utilizados pelas autoridades governamentais para dar continuidade às ações do seu planejamento.

Análise de sistemas

Para TOMMASI (1994), “Sistema é um conjunto de fatores físicos, humanos e econômicos relacionados formando uma unidade dinâmica” ou várias unidades que se relacionam entre si. O emprego da análise de sistemas permite avaliar as interações que ocorrem quando a atividade humana se desenvolve afetando tanto a natureza, como os aspectos sociais e econômicos. A análise ambiental por abordagem sistêmica inclui várias etapas: identificar os limites do Sistema, a definição da escala a ser utilizada, a influência das Entradas e das Saídas do Sistema e identificar os componentes do sistema a fim de estabelecer uma simplificação da realidade, permitindo identificar os elementos chaves.

TAUK (1995) nos lembra que métodos diferentes conduzem a resultados diferentes ou mesmo não comparáveis e que nem tudo pode ser definido *a priori*, mas os profissionais envolvidos no projeto podem criar outros métodos, visando promover uma abordagem integrada e multidisciplinar do estudo de impacto ambiental. A autora sugere a possibilidade de pesquisa

em entidades que fazem este tipo de avaliação, como a Cetesb, ou ainda a contribuição das universidades e outros centros de estudo com maiores informações sobre o assunto.

Neste sentido, BARBOSA (2004) elaborou uma matriz baseando-se nas matrizes propostas por LEOPOLD (1971) e SINGER (1985) com o objetivo de quantificar e qualificar os impactos ambientais identificados nas fases de planejamento, Implantação e operação de PCH, permitindo assim, fazer uma previsão da quantidade de unidades de impactos antes e após a adoção de medidas mitigadoras. Nesta matriz foi utilizada uma escala de pesos atribuídos ‘a combinação de atributos que estão apresentados na TABELA 3.8.

Neste estudo foi adaptada esta matriz de impactos para Grandes Centrais Hidrelétricas e a área deste estudo, está inserida na área de drenagem do baixo rio Tietê, onde estão distribuídos 32 municípios.

A água é utilizada principalmente para a geração de energia hidrelétrica, mas também para usos múltiplos como: abastecimento, navegação e disposição de efluentes domésticos e industriais, além da carga remanescente oriunda da bacia do alto Tietê e afluentes. Além das atividades econômicas tradicionais (cana-de-açúcar e indústria têxtil), ocorrem extensas áreas de pastagens cultivadas. Os solos da bacia do baixo rio Tietê são de caráter arenoso (Formação Adamantina e Santo Anastácio), e entremeado com zonas de solos de origem basáltica.

TABELA 3.8 – Escala de pesos atribuídos à combinação de atributos.

PESOS	COMBINAÇÃO DOS ATRIBUTOS
0	O impacto descrito não ocorre em alguma das etapas de planejamento, implantação e operação da UHE.
1	Local/direto-indireto/reversível/magnitude baixa
2	Local/direto-indireto/reversível/magnitude média
3	Local/direto-indireto/reversível/magnitude alta
4	Regional/direto-indireto/reversível/magnitude baixa
5	Regional/direto-indireto/reversível/magnitude média
6	Regional/direto-indireto/reversível/magnitude alta
7	Local/direto-indireto/irreversível/magnitude baixa
8	Local/direto-indireto/irreversível/magnitude média
9	Local/direto-indireto/irreversível/magnitude alta
10	Regional/direto-indireto/irreversível/magnitude baixa
11	Regional/direto-indireto/irreversível/magnitude média
12	Regional/direto-indireto/irreversível/magnitude alta

Fonte: BARBOSA (2004)

Com base no que já foi citado sobre a matriz de correlação a ser aplicada, salienta-se que sua estrutura torna mais subjetiva a análise dos processos abordados neste estudo. Além disto, a

possibilidade de poder trabalhar cada tipo de impacto dentro de sua real importância comparando-o com os demais impactos, torna a matriz uma ferramenta indispensável neste tipo de estudo. Outro fator vantajoso na aplicação da matriz é a capacidade de abordagens múltiplas em cada impacto, de acordo com a combinação dos atributos e pesos definidos. Deste modo a multiplicidade de avaliações e a objetividade encontrada ao final da montagem da matriz revela com maior clareza a atuação de cada impacto analisado, bem como as suas reais conseqüências para o processo levando-se em consideração também os outros impactos encontrados e suas dimensões dentro da análise realizada.

Desta forma a matriz de correlação aqui proposta é cabível ao tipo de estudo abordado e possibilita outras abordagens das interações encontradas entre os impactos analisados. Com estas características a matriz é capaz não só de simplificar o estudo de impactos ambientais identificados nas fases de planejamento, Implantação e operação de Grandes Centrais Hidrelétricas, mas também de torná-lo equilibrado o suficiente para que todos os impactos analisados contribuam de igual forma sem contudo desprezar as características pertinentes a cada um dentro do sistema.

A importância de uma análise quantitativa e qualitativa das fases de planejamento, Implantação e operação de Grandes Centrais Hidrelétrica se reafirma no fato de que, desde de a mais remota história, água e a energia caminham juntas através, tendo sido grande a contribuição da energia hidráulica no desenvolvimento econômico. No entanto, devido aos impactos causados pela construção de grandes represas, é necessário construir represas para geração hidrelétrica de uma maneira sustentável.

A água e a energia caminham juntas através da história, tendo sido grande a contribuição da energia hidráulica no desenvolvimento econômico. No entanto, devido aos impactos causados pela construção de grandes represas, é necessário construir represas para geração hidrelétrica de uma maneira sustentável.

A seguir será apresentada a mitigação de impactos causados pela construção de hidrelétricas.

### **3.7 – Mitigação de Impactos Causados pela Construção de Hidrelétricas**

A humanidade enfrenta um número de desafios críticos para sua própria sobrevivência, como um aumento da população nunca ocorrido com um desejo mundial de melhorar os padrões de qualidade de vida e como também o reconhecimento da necessidade de se conservar a vida

sustentável e as funções da natureza. O desafio é equilibrar a crescente necessidade por água e energia com os inevitáveis efeitos adversos no ambiente. (VELTROP, 2002).

VASCONCELLOS (2005) diz que a qualidade das águas que fluem ao reservatório é determinada pelas bacias hidrográficas e os elementos naturais como clima, precipitação, vegetal e atividades humanas. É mostrado na FIGURA 3.18 a vegetação característica de margens de pequenos rios e córregos.



FIGURA 3.18 - Aspecto do interior de mata - ciliar.  
Fonte: VASCONCELLOS (2005)

Este tipo de vegetação é considerado, atualmente, como uma área fundamental de preservação, pois está intimamente relacionado com a manutenção do fluxo e da qualidade da água.

Por esta razão, as matas ciliares são consideradas áreas de preservação permanente, ou seja, em hipótese alguma podem ser removidas para qualquer tipo de atividade humana.

Conforme STRASKRABA & TUNDISI (2000), atualmente a maioria dos reservatórios é de uso múltiplo. É comum eles serem utilizados para recreação, geração de energia elétrica e outras atividades, fazendo com que haja conflitos entre seus usuários e que devem ser solucionados pelos gerentes. O uso múltiplo dos reservatórios tropicais cria condições para proliferação de doenças hidricamente transmissíveis. O reservatório tem outras utilidades como: eliminam impurezas, retendo sedimentos, matéria orgânica, excesso de nutrientes ; servem também como local de lazer, natação, canoagem, motonáutica, vela, esqui aquático, pesca, remo, patinação no gelo, e atividades em terra como pesca, passeios etc; pode ser também um recurso biológico como: berçário de peixes aquicultura, produção de plantas aquáticas.

Outras partes do reservatório podem ser preservadas para pássaros ou outros animais, para plantas ou como áreas de valor estético.

O projeto de lei que está para ser aprovada no Congresso dispõe sobre o reflorestamento com matas ciliares dos reservatórios de hidrelétricas. Em seu art. 1º afirma que as empresas concessionárias de usinas hidrelétricas que possuem reservatórios de regularização anual e estejam em funcionamento na data de publicação desta lei estão obrigadas a fazer o reflorestamento das matas ciliares dos reservatórios em uma faixa de, no mínimo, 100 metros. Art. 2º Para as novas usinas hidrelétricas com reservatório de regularização anual, o reflorestamento terá suas condições estabelecidas e aprovadas quando da análise dos Estudos de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental (art. 2).

A idéia de tornar obrigatório o reflorestamento de reservatórios de hidrelétricas não tem por objetivo apenas disciplinar que o mesmo seja realizado pelas empresas concessionárias de usinas hidrelétricas, mas também proteger a vida útil dos reservatórios que dependem diretamente do uso do solo das bacias hidrográficas. Se a erosão do solo em condições naturais é um processo irreversível, imaginemos a velocidade e conseqüências sócio ambientais e econômicas causadas pelo assoreamento de um reservatório monitorado pela ação humana. Nesse sentido, o reflorestamento das margens com matas ciliares dos reservatórios se apresenta fundamental para prevenir e controlar os processos erosivos. A vegetação ciliar colabora, de maneira essencial, na retenção das partículas do solo que descem das partes mais altas da bacia carregadas pelas águas pluviais que escorrem pelas superfícies das encostas. Auxilia, inclusive, no controle do desmoronamento das margens por ação do próprio lago (BÓIA, 2004).

Segundo FEARNSIDE (2002), na barragem de Petit Saut, na Guiana Francesa, um dique subaquático foi construído paralelo à represa 60 m a montante como medida para imobilizar a metade inferior da coluna d'água e puxar apenas água de superfície, relativamente bem oxigenada, nas entradas de turbina. A tomada d'água das turbinas em Tucuruí está a 26,5 metros acima do nível do mar, a Petit Saut tem sua tomada d'água no fundo, como em Balbina. De acordo com simulações feitas antes da construção de Petit Saut, o dique resulta em qualidade de água suficientemente alta para manter peixes a jusante.

A TABELA 3.9 apresenta principais características referentes à qualidade das águas de um reservatório, importantes para a qualidade das águas do rio a jusante e de suas condições.

Segundo BEZERRA *apud* JUNIOR (2004), historicamente o aspecto de proteção do ecossistema aquático tem sido limitado nos estudos de vazões mínimas. Entretanto, a consideração do fator ambiental é importante como forma de preservar a diversidade das espécies e a integridade ecológica do ecossistema aquático. Assim, a vazão ecológica é aquela que deve ser mantida no corpo d'água, visando atender as exigências da biota enfocada, seja mantendo as condições

existentes antes da intervenção antrópica, seja para garantir condições estabelecidas que busquem mitigar os impactos desta intervenção. Deste modo, é necessário estabelecer claramente os impactos de tal ação antrópica definindo a vazão que atenuaria nesses efeitos.

TABELA 3.9 - Principais características referentes à qualidade das águas de um reservatório, importantes para a qualidade das águas do rio a jusante e de suas condições.

Qualidade da Água	Efeitos sobre as características do rio a jusante
Profundidade do reservatório	-Menor efeito em reservatórios rasos, mas os efeitos aumentam com a profundidade.
Profundidade dos mecanismos de descarga	-Os efeitos são maiores com o aumento da profundidade desses mecanismos em reservatórios estratificados
Tempo de retenção	- Reservatórios com pequeno tempo de retenção não causam grandes efeitos nos rios a jusante, porém os efeitos aumentam na razão direta do tempo de retenção.

Fonte: STRASKRABA & TUNDISI (2000)

No Brasil, os estudos pioneiros sobre vazões mínimas garantidas, levando em consideração as questões ecológicas, vêm sendo desenvolvidos pelo núcleo de Vazão Ecológica – NEVE, na Universidade Federal do Espírito Santo – UFES no rio Timbuí. Entre os métodos mais utilizados com o intuito de se obter o caudal necessário para obtenção da vazão ecológica, temos os Método do “WRRI Cover”, o Método de Washington, Método da Califórnia, Método de Oregon e o método “Instream Flow Incremental Methodology” (IFIM).

Segundo GALLEGO *et al* (2004), um estudo realizado no lago Rodo em Montevidéu, Uruguai, mostrou que acrescentando a colheita de plantas aquáticas e administração hidráulica ao sistema de recirculação de água constituída de três piscinas conectadas no lago, o sistema mostrou-se mais eficiente, tornando-se uma ferramenta útil para restauração de pequenos e rasos lagos em regiões tropicais e subtropicais.

Segundo FEARNSIDE (2004), a densidade energética (Watts de capacidade instalada por m<sup>2</sup> de superfície de reservatório) é um indicador útil do impacto ambiental pois, quanto mais baixa é a densidade, mais alto é o impacto. O tempo de residência média (dias em que a gota de água permanece no reservatório) é relacionado à qualidade da água: quanto mais longo o tempo de residência, pior a qualidade da água, causando diminuição nas concentrações de oxigênio e aumento nas concentrações de metano. A profundidade média rasa também é uma indicação de impacto alto, já que destrói muita floresta para produzir pouca energia.

Para BORLAND (2005), o volume do Lago Michigan, o maior lago de água doce nos EUA, é aproximadamente igual a água subterrânea existente debaixo da bacia. E é claro que qualquer diversão nesta água subterrânea afetará as águas que avançam lentamente para cima da bacia e qualquer reavaliação de diversão será uma proteção importante. Diversos métodos de aeração/oxigenação podem ser utilizados para gerenciar as vazões que serão liberadas pelo sistema. Na FIGURA 3.19 ilustra-se um processo que combina oxigenação a partir do fundo com mistura a partir da superfície mediante bombas e hélices. Mediante o emprego dessas técnicas melhora-se o teor de oxigênio das águas presentes na profundidade de onde ela está sendo retirada. Pode-se elevar as concentrações de oxigênio nas águas liberadas até o ponto em que peixes e outros organismos possam sobreviver. Simultaneamente aumenta-se a temperatura das águas e protegem-se as estruturas contra corrosão.

Segundo KLESSIG (2001), os gerentes questionam como os lagos podem ser gerenciados para sustentar suas funções ecológicas e econômicas. Normalmente o valor social dos lagos é tratado com menos atenção. É necessário começar a análise com outros usos do lago conectados com a sociedade questionando: que necessidades sociais devem ser conhecidas para sustentar a sociedade questionando: que necessidades sociais devem ser conhecidas para sustentar a sociedade?

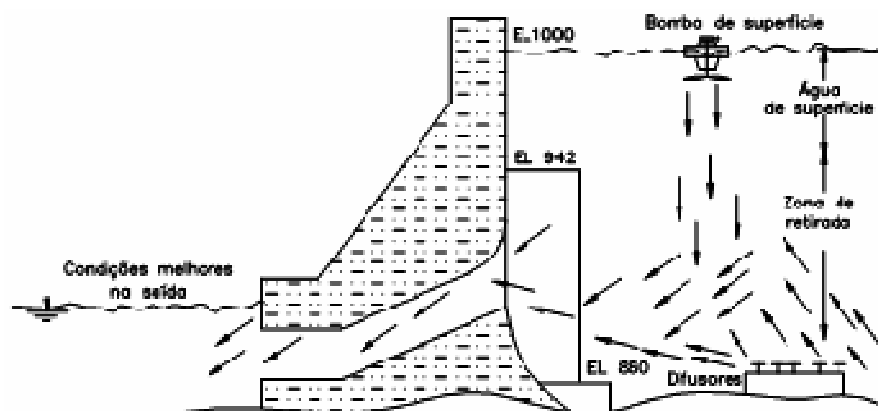


FIGURA 3.19 - Combinação de oxigenação e mistura a partir da superfície mediante bombas ou hélices nas proximidades das tomadas d'água das turbinas, visando a qualidade das águas liberadas para jusante (copiado Mobley – ainda não publicado).

Fonte: STRASKRABA & TUNDISI (2000).

As necessidades sociais primárias de sociedades sustentáveis podem ser apresentadas e a contribuição de lagos para cada necessidade pode ser encontrada.

É necessário mostrar aos gerentes da qualidade da água as interligações entre os aspectos quantitativos e qualitativos das águas e expor aos limnologistas a totalidade do sistema, necessitando incluir bacias hidrográficas, e as relações entre as quantidades de água e as características limnológicas sobre as atividades humanas incluindo-se aspectos socioeconômico e econômico (ICOLD 1984 *apud* TUNDISI, 2001).

A disponibilidade de água é um requisito essencial para o gerenciamento da qualidade da água. No planejamento do reservatório é considerada a variabilidade existente nas vazões naturais. As vazões liberadas têm a qualidade das águas dependentes das características das qualidades das águas presentes na profundidade dos mecanismos de descargas, turbinas ou vertedouro que, devido às manobras, podem ocasionar alterações nas características das águas. Tendo-se antecipadamente as características quantitativas e qualitativas das vazões afluentes torna-se possível conhecer a qualidade das águas do reservatório antes mesmo da sua construção.

O tempo de retenção de um reservatório é um fator muito importante no subsistema químico do mesmo, pois a qualidade das águas passa rapidamente por um processo de envelhecimento após o enchimento do reservatório e por um processo mais lento de envelhecimento após os primeiros anos, sendo a qualidade das águas pior nos primeiros anos do que nos finais. É muito importante determinar os volumes de água que entram no reservatório. Primeiro, porque é necessário saber os níveis do reservatório, para os possíveis usos do mesmo e o abastecimento a jusante e, segundo, porque a quantidade de água influencia na qualidade de água, pois vazões maiores “lavam” os poluentes podendo no entanto, causar erosões (STRASKRABA & TUNDISI, 2000).

É necessário mostrar aos gerentes da qualidade da água que o manejo integrado dos recursos hídricos inclui água como parte integrante do ecossistema, sendo um recurso natural e bem econômico e social cujas quantidades e qualidade determinam a natureza de sua utilização. Neste contexto, os recursos hídricos devem ser protegidos levando-se em conta o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e a perenidade do recurso, a fim de satisfazer e conciliar as necessidades de água nas atividades humanas. O manejo integrado dos recursos hídricos, inclusive a integração de aspectos relacionados à terra e à água, deve ser feito ao nível de bacia ou sub-bacia de captação (AMBIENTE, 2005).

Segundo VELTROP (2002), a fim de melhorar os resultados do desenvolvimento no futuro, a Comissão Mundial de Represas (WCD) identificou: Três valores fundamentais para apreciação dos valores e objetivos do desenvolvimento compartilhado: Equidade na alocação de recursos e na distribuição de benefícios; Eficiência no gerenciamento dos desenvolvimentos das

infraestruturas existentes; - Sustentabilidade no uso do recurso base mundial em diminuição. Quatro prioridades estratégicas para a construção de futuras barragens: Obter a aceitação do público para as decisões principais equitativas do desenvolvimento de recursos sustentáveis; explorar opções de barragens para o suprimento de água, alimentos e energia; sustentar rios e meios de subsistência, porque rios, divisores de águas, e ecossistemas aquáticos são motores biológicos do planeta; Reconhecer titularidades e usufruto de benefícios através de negociações conjuntas com pessoas afetadas de maneira adversa.

Três etapas importantes de decisões para o planejamento e o gerenciamento de desenvolvimento de recursos hídricos e produção de eletricidade: uma avaliação das necessidades para validar as necessidades de serviços de água e de energia; preparação do projeto para verificar que os acordos estão presentes antes das concorrências para o contrato de construção; implementação do projeto para confirmação da conformidade antes do comissionamento. A única opção para o funcionamento auto sustentável do reservatório é o gerenciamento preventivo da qualidade das águas que, além de evitar problemas, detecta problemas novos, enquanto que as ações corretivas são muito mais caras em longo prazo. Por exemplo, no reservatório de Yacyretá, na Argentina, o vertedouro foi alterado durante sua construção, reduzindo os custos, se o mesmo fosse alterado após a construção da barragem. É necessário usar a desestratificação para melhorar a qualidade de água dos reservatórios que é prejudicada pela mortandade de peixes causada pela falta de oxigênio.

FREITAS & DUTRA (2002) concluíram que tanto as variáveis ambientais, quanto as variáveis sociais, foram incorporadas tardiamente ao planejamento do aproveitamento do potencial hídrico da Amazônia e fazem várias recomendações que permitiriam aos futuros projetos hidroelétricos se coadunarem com o nível de exigência superior em matéria de conservação ambiental e responsabilidade social perante os atingidos e habitantes locais. É imprescindível a revisão dos inventários de potencial hidrelétrico. Eles devem incluir toda a bacia e contemplar os impactos sociais e ambientais decorrentes da queda da disponibilidade hídrica. Ademais, novos mecanismos de participação pública em todas as etapas do projeto de grandes barragens devem ser criados. Neste sentido, os comitês de bacia hidrográfica precisam assumir o papel que lhes cabe como local de decisão reunindo agentes e usuários envolvidos. Primeiro, é necessário garantir o acesso às informações técnicas referentes ao projeto e aos impactos associados, em linguagem apropriada para o público; segundo, é indispensável a criação de canais permanentes de comunicação entre o empreendedor e as comunidades atingidas pelo empreendimento ao longo de todo o ciclo do projeto e, terceiro, tendo em vista a incerteza

científica sobre a magnitude e a relevância dos impactos e riscos ambientais do empreendimento, a adoção do “princípio de precaução” deve ser uma regra ao longo de todas as etapas de planejamento, construção e operação do projeto.

A posição da barragem em relação ao curso do rio determina os efeitos causados nas áreas situadas a jusante do rio, a “distância de reset”, é a distância abaixo da barragem, em que uma série de variáveis do rio se recuperam, e as condições do rio retornam a suas características naturais. Reservatórios construídos em trechos baixos dos rios caracterizam-se pela inundação de grandes áreas. Eles são eutróficos e com grande carga orgânica, resultando na formação de um fundo anóxico.

Reservatórios rasos são bem misturados pelos ventos, as condições de estratificação se desenvolvem onde a profundidade abaixo da camada superficial é afetada pela ação eólica. No caso de hidroeletricidade os reservatórios são profundos e possuem um tempo de retenção variável, e as profundidades das saídas perto do fundo. Neste sentido a profundidade do reservatório e a intensidade dos ventos na região têm uma grande influência sobre a qualidade da água; o ideal seria reservatório com menor tempo de retenção.

Para gerenciar o reservatório e sua bacia hidrográfica, é importante desenvolver em parceria um sistema integrado de gerenciamento da informação. A participação dos usuários e poluidores do reservatório e sua bacia hidrográfica (água, recreação, energia elétrica, pesca, navegação) são as autoridades locais, população, indústrias e comércio, ajudam a resolver desacordos e a integração do sistema. É mostrado na FIGURA 3.20 um conselho de gerenciamento local, com o objetivo de interar parceiros.

A vantagem é que seus membros podem obter informações diretas, ajudando-os a compreender os problemas e as possíveis soluções, entendendo que os mesmos não são de interesse somente do gerente do reservatório. Nesse contexto, os conflitos são apresentados de maneira tranqüila e suas soluções são obtidas mais facilmente.

As vantagens econômicas do uso múltiplo do reservatório devem ser consideradas em um gerenciamento integrado.

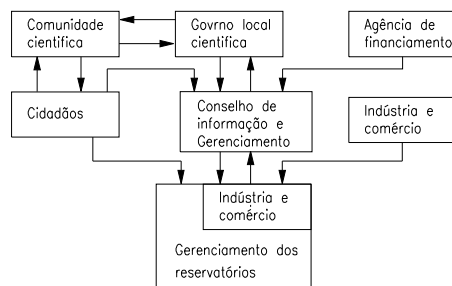


FIGURA 3.20 Componentes de um conselho local de informação e gerenciamento.

Fonte: (modificado de STREBEL *et al.* (1994) *apud* STRASKRABA *et al* (2000)).

Em um período de 10 a 20 anos, a região próxima ao reservatório terá uma economia beneficiada quer a montante, quer a jusante, pelas novas atividades como recreação, turismo, irrigação e aquíicultura. Neste sentido a economia que poderia depender exclusivamente da geração de energia elétrica passa a ter outras opções com um melhor aproveitamento do reservatório.

Outro benefício importante do gerenciamento integrado é que os prédios com boa estrutura utilizada para a construção da barragem, que são desativadas após a conclusão da mesma, podem ser utilizados para cursos de treinamento ou como local de pesquisas.

KLESSIG (2001) cita que gerentes de lago questionam como os lagos podem ser gerenciados para sustentarem suas funções ecológicas. Normalmente é dada menos atenção para o valor social de um lago. Inicia-se a analisar a outra finalidade do lago e a relação com a sociedade apresentando as perguntas: que necessidades sociais devem ser satisfeitas para sustentar a sociedade? Lagos podem fornecer ótimos benefícios sociais se as decisões administrativas reconhecerem que todo o cenário de contribuição potencial de lagos pode fazer a sociedade e estas decisões da administração serem integradas providenciar atenção balanceada para todos os valores que os lagos fornecem.

É mostrado na FIGURA 3.21 as 11 condições necessárias, enquanto estas 11 necessidades não receberem níveis iguais de atenção, nenhuma pode ser tratada em longo prazo como uma prioridade e, assim, causar negligência de outras necessidades, sem desestabilizar o sistema. As sociedades podem ser consideradas como um grande abrigo sustentado por 11 vigas de apoio. Se algumas vigas receberem prioridade de atenção, o telhado do abrigo pode ser muito elevado com grandes realizações em curto prazo nas áreas de prioridade (FIGURA 3.22).

Segundo o autor a sociedade só será sustentável se todos os recursos contribuírem o possível para muitas das necessidades primárias.



FIGURA 3.21 - Estrutura social sustentável com atenção suficiente para cada necessidade primária (KLESSIG, 2001).

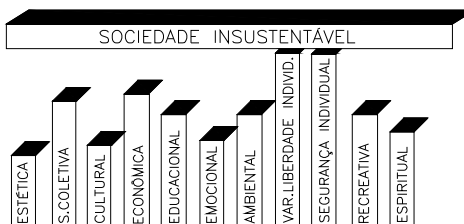


FIGURA 3.22 - Estrutura social insustentável com prioridades em longo prazo e negligências em longo prazo (KLESSIG, 2001).

Administração de Recurso integrada é uma filosofia que tenta lidar com todos os valores de um recurso nas esperanças que uma decisão que considera um valor não produza conseqüências não intencionais que danificam outros valores.

Por exemplo, uma preocupação de prioridade com o dano causado a um lago através de sedimento (segurança ambiental) pode conduzir à posição de estruturas de contorno que têm sérios impactos negativos na oportunidade estética ou na capacidade de para reproduzir anfíbios (segurança ambiental). Provendo Prioridade no acesso ao lago (liberdade individual) pode diminuir esses lugares tranquilos e de rara beleza, solidão e admiração (oportunidade estética e dimensão espiritual). Prioridade em turismo e segundo urbanização (oportunidade econômica) pode diminuir todos os outros valores através do crescimento da degradação do recurso.

SWEET (2002) cita que de acordo com o Relatório de Impacto Ambiental de Xiaolangdi, "O reservatório foi projetado para ser operado de uma maneira única na história das principais represas do mundo. para otimizar o deposito de sedimento no reservatório, o nível de água será regulado inicialmente no mínimo na cabeceira para produção de potência efetiva e então será aumentado a uma taxa de 3 metros por ano. Isto apanhará a maioria da areia grossa, enquanto a maioria do lodo bom será descarregado. Depois de aproximadamente 30 anos de operação, a capacidade de armazenamento de sedimento será esgotada. O nível de água será abaixado para descarregar os sedimentos acumulados, e assim recuperar o armazenamento do reservatório e capacidade de regulação".

A conservação ambiental exige uma gestão integrada dos recursos hídricos. Isto significa o estabelecimento de prioridades entre os usos, a definição de limites sócio-ambientais para o aproveitamento de cada bacia hidrográfica, a fixação de metas de qualidade e recuperação dos corpos hídricos e a elaboração de planos de conservação e uso racional. A busca constante por novas fontes, tecnologias e formas de uso mais eficientes da energia, com o intuito de reduzir a pressão sobre os recursos hídricos, também deveria ser considerada uma prioridade. Tudo isso só pode ser obtido se existir um arcabouço jurídico e um aparato institucional que permita ao Estado planejar e agir e à sociedade de participar das decisões e fiscalizar as ações (FREITAS & DUTRA, 2002). Neste contexto citaremos a seguir algumas leis e procedimentos para obtenção do Licenciamento Ambiental de um empreendimento.

### **3.8 – Processo de Obtenção das Licenças Ambientais**

O licenciamento ambiental é um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação, modificação e operação de atividades e empreendimentos utilizadores de recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou daqueles que sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, desde que verificado, em cada caso concreto, que foram preenchidos pelo empreendedor os requisitos legais exigidos.

Como uma das funções constitucionalmente definidas do Estado é a de conservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado, o licenciamento ambiental, como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, faz parte da tutela administrativa preventiva, ou seja, visa à preservação do meio ambiente, prevenindo a ocorrência de impactos negativos ou minorando-os Administração e ao administrado (OLIVEIRA *apud* PEDREIRA, 2004).

O licenciamento ambiental é feito perante os órgãos ambientais, tais como o IBAMA, o qual se responsabiliza pelas licenças dos empreendimentos e atividades com impacto ambiental de âmbito nacional ou que afete diretamente o território de dois ou mais Estados; os Órgãos Estaduais de Meio Ambiente - OEMA para empreendimentos e atividades cujos impactos diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais municípios e em unidades de conservação de domínio estadual ou em florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente e os Órgãos ambientais municipais para empreendimentos e atividades de impacto local e dos que lhes forem delegados pelos Estados através de instrumento legal ou de convênio (FREITAS *et al*, *apud* FACURI, 2004).

Segundo a autora as licenças requeridas no processo são:

#### Licença Prévia – LP

É a licença que autoriza a concepção do empreendimento. A obtenção da LP inicia-se quando a empresa responsável pelos estudos de viabilidade apresenta o aproveitamento hidrelétrico ao órgão licenciador.

A partir do recebimento do Termo de Referência - TR, onde constam as diretrizes a serem adotadas, a empresa passa a elaborar o estudo de impacto ambiental e o respectivo relatório -EIA/RIMA. O EIA/RIMA é encaminhado ao órgão ambiental competente que iniciará o processo de análise do estudo para emissão da Licença Prévia - LP.

#### Licença de Instalação

A empresa vencedora do leilão deverá detalhar os planos, programas e projetos ambientais, que foram objeto do processo de licenciamento prévio, e inclui o aproveitamento hidrelétrico licitado com a LP. Este detalhamento é exigido por meio do Projeto Básico Ambiental – PBA, que inclui as medidas de controle ambientais e demais condicionantes.

Após a análise e aprovação do PBA a Licença de Instalação - LI é liberada para o empreendimento. A concessão dessa licença autoriza o início da instalação do empreendimento, sob a ótica do setor ambiental.

A LI define os parâmetros do projeto e as condições de realização das obras. Essas condições deverão ser obedecidas para garantir que a implantação da atividade não cause impactos ambientais negativos, além dos limites aceitáveis e estabelecidos na legislação ambiental. Com a aprovação e expedição da LI, a empresa responsável pelo empreendimento implanta-o conforme o Projeto Executivo aprovado pelo órgão licenciador e implementa os programas ambientais no que se refere à fase de implantação do empreendimento. A concessão dessa licença tem prazo de validade estabelecido pelo cronograma de instalação do empreendimento ou atividade, não podendo ser superior a 6 (seis) anos.

#### Licença de Operação

A Licença de Operação - LO autoriza a operação comercial do empreendimento após vistoria, para verificar se todas as exigências e detalhes técnicos descritos no projeto aprovado foram desenvolvidos e atendidos ao longo de sua implantação e se está de acordo com o previsto na Licença Prévia e de Instalação. Todas as atividades devem ser acompanhadas durante o monitoramento. O monitoramento ambiental permite verificar o cumprimento dos programas e ações mitigadoras, além das condicionantes acordadas. O prazo de validade

estabelecido pela resolução CONAMA nº 237/97 é de no mínimo 4 (quatro) anos e no máximo 10 (dez) anos, podendo ser renovada.

A Resolução CONAMA 237/97 dispõe sobre o licenciamento ambiental (altera a Resolução CONAMA 001/86). Estabelece: definições de estudos ambientais e de impacto ambiental regional que o licenciamento dependerá de EIA/RIMA, para os empreendimentos capazes de causar degradação ambiental, e de estudos ambientais pertinentes, para os não potencialmente causadores de degradação e a realização de audiências públicas para avaliação dos estudos ambientais, quando couber e de acordo com a regulamentação. As licenças ambientais devem ser expedidas pelo IBAMA para os empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional (art. 4º), sendo possível ao IBAMA delegar aos Estados a competência para o licenciamento. Na FIGURA 3.23 é mostrado uma visão global do ciclo do empreendimento e o licenciamento.

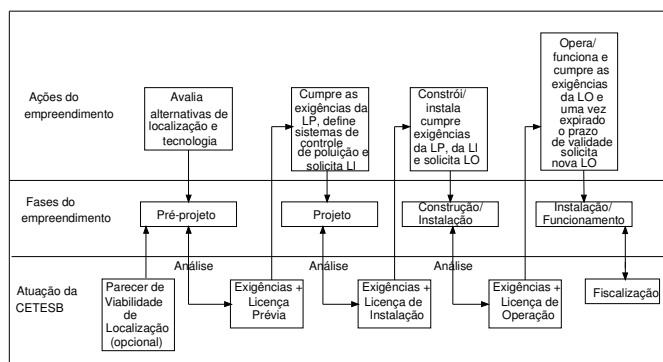


FIGURA 3.23 - Fases do empreendimento ambiental.

Fonte: CETESB (2006)

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente -CONAMA 302/02 determina que o empreendedor, no âmbito do procedimento de licenciamento ambiental, deve elaborar o plano ambiental de conservação e uso do entorno de reservatório artificial em conformidade com o termo de referência expedido pelo órgão ambiental competente para os reservatórios artificiais destinados à geração de energia e abastecimento público.

## **Capítulo 4**

### **Materiais e Métodos**

#### **4.1 Materiais**

Para o desenvolvimento da presente pesquisa foram utilizados como materiais:

- 1) Bibliografia referente ao tema (artigos e trabalhos apresentados em seminários, encontros, fóruns, congressos, workshops; periódicos referenciados pela CAPES);
- 2) EIA-RIMA da hidrelétrica Três Irmãos da CESP;

- 3) Legislação aplicada ao setor elétrico e ao meio ambiente;
- 4) Software Excel, Word, AutoCAD V. 2004, SIG Idrisi for Windows;
- 5) Imagens satélites CBERS2 - CCD, com resolução espacial de 20 metros citadas na TABELA 4.1, com suas devidas datas, horário de processamento e coordenadas geodésicas.
- 6) Cartas topográficas, IBGE na escala 1:250.000, 1980 das cidades de Andradina, Dracena, Araçatuba e Votuporanga.

TABELA 4.1 – Caracterização das Imagens CBERS.

IMAGENS	COORDENADAS GEODÉSICAS (°)	HORÁRIO
CBERS_2_CCD1XS_15-11-2005_160_123_BAND 2, 3,4. tif	N20,0- O52,0- S21,1- L51,2	13: 32': 05''
CBERS_2_CCD1XS_15-11-2005_160_124_BAND 2, 3,4. tif	N20, 8- O52,3- S22,0- 51,4	13: 32': 21''
CBERS_2_CCD1XS_06-08-2005_159_123_BAND 2, 3,4. tif	N20- O51, 1- S21,1- L50,2	13: 39': 11''
CBERS_2_CCD1XS_06-08-2005_159_124_BAND 2,3,4.tif	N20, 8- O51,3- S52,2- 50,4	13: 39': 31''
CBERS_2_CCD1XS_21-11-2005_158_123_BAND 2,3,4.tif	N20- O52- S21,1- L49,3	13: 24': 15''
CBERS_2_CCD1XS_21-11-2005_158_124_BAND 2,3,4.tif	N28,8- O50,3- S22,0- L49,5	13: 24': 30''

Fonte: INPE (2005)

## 4.2. Métodos

O fluxograma na FIGURA 4.1 sintetiza os procedimentos adotados no presente estudo, e os mesmo estão descritos a seguir com suas respectivas numerações.

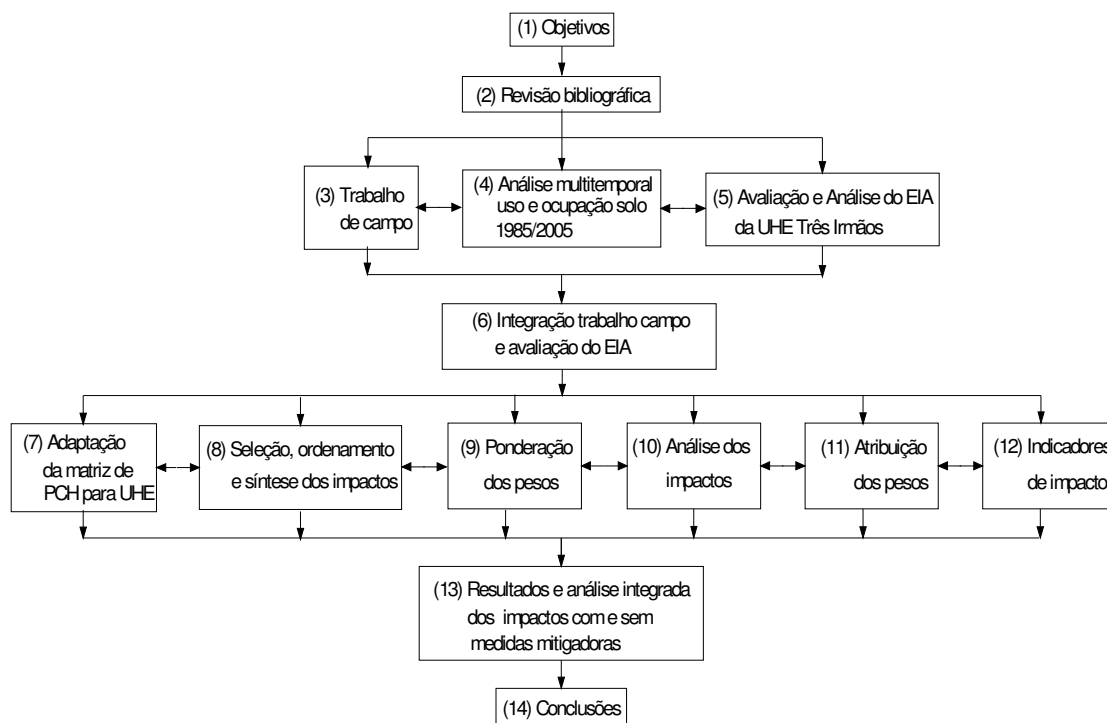


FIGURA 4.1 - Fluxograma do método.

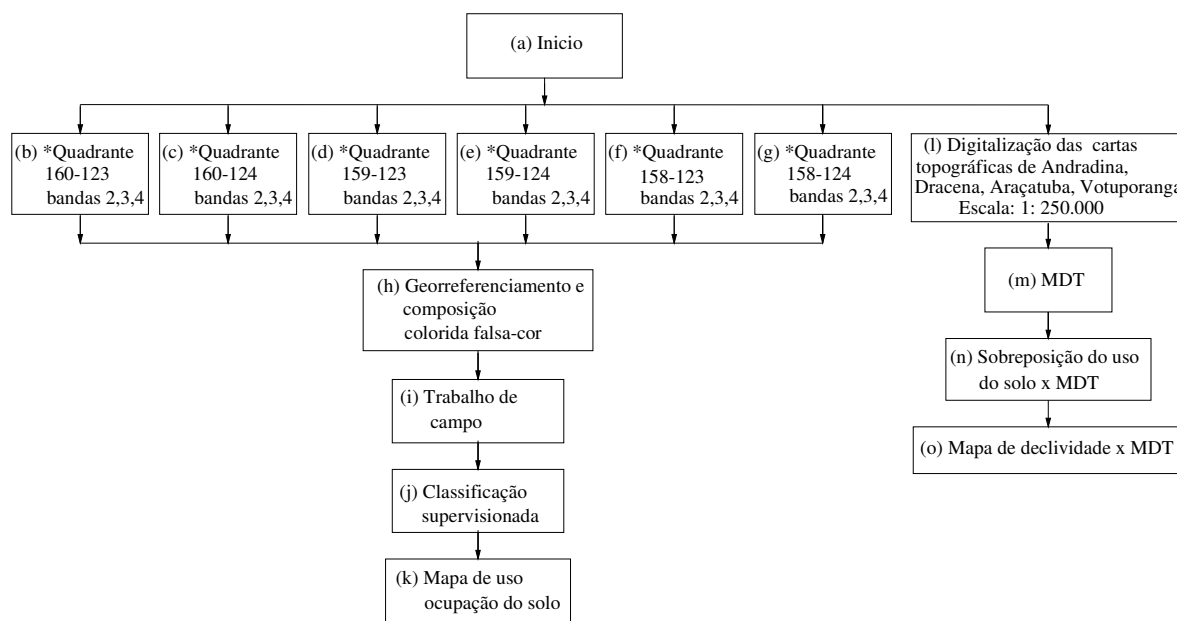
(1) Objetivos - definidos detalhadamente no Capítulo 2, consistem em adaptar uma metodologia que foi desenvolvida para avaliação de impacto ambiental utilizada para PCHs a empreendimentos hidrelétricos de grande porte e a realização de um comparativo multitemporal do uso e ocupação do solo da referida bacia hidrográfica.

(2) Revisão Bibliográfica - realizou o “estado da arte” referente ao tema, informações sobre os impactos ambientais e medidas mitigadoras nos recursos naturais e em grandes centrais hidrelétricas. Leitura de livros, artigos científicos, dissertações, e teses.

(3) Trabalho de Campo - realizado com o apoio da equipe da CESP, em Três Lagoas (MT), o trabalho de campo consistiu em uma visita a UHE Três Irmãos, no período de 03/04 a 06/04 de 2006. Tendo em mãos a composição colorida falsa-cor elaborada com imagens do satélite CBERS e um aparelho GPS, teve como objetivo identificar a verdade terrestre pertinente ao uso e ocupação do solo. Nesta fase foram desenvolvidas as seguintes atividades: registro fotográfico na bacia hidrográfica; entrevistas com os funcionários da usina e coleta de informações para a confecção dos mapas de uso e ocupação do solo.

(4) Análise multitemporal do uso e ocupação do solo 1985-2005 - Foi elaborado um comparativo

multitemporal do uso e ocupação do solo nos anos de 1985 e 2005, utilizando dados do EIA/1990 da UHE Três Irmãos e imagens satélite mostrado na FIGURA 4.2.



\* Dados completos das imagens são encontrados na TABELA 4.1.

FIGURA 4.2 - Fluxograma do trabalho elaborado para determinar o uso e ocupação do solo de 1985 e 2005 com vistas ao comparativo multitemporal.

(a) Início – preliminarmente, para 1985, foi digitalizado o mapa de uso do solo citado no RIMA/CESP (1990). Para o ano de 2005 foi feita a seleção das imagens que formaram o mapa de uso e ocupação do solo, procurou-se reunir imagens de datas próximas para evitar grandes variações espaciais. No total foram utilizadas 18 imagens do satélite CBERS de maneira a cobrir a mesma área da bacia hidrográfica citada no RIMA/CESP (1990).

(b, c, d, e, f, g) – Quadrantes das imagens utilizadas.

(h) Georreferenciamento e composição colorida falsa-cor - como uma imagem não cobre a área total, foi necessário que as mesmas, após georreferenciamento, fossem unidas de maneira a representar a área da bacia hidrográfica que contém o reservatório estudado. Para realizar as análises propostas com imagens do satélite foi utilizada a composição colorida falsa-cor RGB (Red, Green, Blue) das bandas 2, 3, e 4.

(i) Trabalho de campo - o trabalho de campo está descrito no item (3).

(j) Classificação supervisionada - na classificação supervisionada, as ocupações do solo foram identificadas e diferenciadas pelos seus padrões de resposta espectral em sete temas de usos do

solo representados por mata, capoeira, solo exposto-área urbana, cultura anual, solo exposto-cultura permanente, pasto, e cana.

(k) Mapa de uso e ocupação do solo - o mapa de uso e ocupação do solo foi gerado através da classificação supervisionada, utilizando ainda o *software* Idrisi onde foi calculada a área de cada tema de solo em 2005. Com as áreas calculadas dos temas do mapa de uso e ocupação do solo de 1985 e as áreas calculadas dos temas em 2005, foi possível elaborar o gráfico do comparativo multitemporal do uso e ocupação do solo nos anos de 1985 e 2005 que permite analisar a evolução do uso e ocupação do solo na referida bacia hidrográfica.

(l) Digitalização das cartas topográficas - foram digitalizadas as curvas de nível obtidas nas cartas topográficas e adicionada a elas suas devidas altitudes.

(m) MDT - Utilizando as curvas de nível da região do reservatório, com suas respectivas altitudes, digitalizadas no AutoCad e importadas para o *software* Idrisi, e utilizando uma imagem raster, todas georreferenciadas, foi possível a elaboração do Modelo Digital do Terreno (MDT).

(n) e (o) Sobreposição do mapa de uso do solo e do mapa de declividade sobre o MDT - a sobreposição do mapa de uso e ocupação do solo e do mapa de declividade sobre o MDT auxiliará na análise preliminar sobre questões de uso do solo, como por exemplo, plantio em locais inadequados tendo em vista o aumento de possibilidade de erosão. Tais dados possibilitarão, no futuro, elaborar análise de solo e assoreamento do reservatório.

(5) Avaliação e análise do EIA da UHE Três Irmãos - para conhecimento da área de estudo, primeiramente foi realizado estudo do EIA da UHE Três Irmãos para coleta de dados (características do empreendimento, mapa do uso do solo de 1985, bacia hidrográfica, impactos ambientais e suas respectivas medidas mitigadoras).

(6) Integração do trabalho de campo e da avaliação e análise do EIA - com o objetivo de identificar a situação ambiental antes e após o empreendimento, foi realizada a visita na UHE Três Irmãos podendo assim identificar os impactos, a eficácia das medidas mitigadoras aplicadas e elaborar a integração entre o trabalho de campo e as informações contidas no EIA.

(7) Adaptação da matriz proposta de PCH para UHE - como visto no Capítulo 3, BARBOSA (2004) elaborou uma matriz baseando-se nas matrizes propostas por LEOPOLD (1971) e SINGER (1985) com o objetivo de quantificar e qualificar os impactos ambientais identificados nas fases de planejamento, implantação e operação de PCH, permitindo assim, fazer uma previsão da quantidade de unidades de impactos antes e após a adoção de medidas mitigadoras.

Nesta matriz foi utilizada uma escala de pesos atribuídos á combinação de atributos que estão apresentados na TABELA 3.10.

Neste sentido, para este estudo adaptou-se esta matriz para UHE, inserindo na matriz os impactos existentes e os não existentes no EIA.

Os resultados mostram que os danos ambientais foram reduzidos 45,4% aplicando-se as medidas mitigadoras sugeridas no EIA da PCH Ninho da Águia, já na UHE Três Irmãos houve uma redução dos danos ambientais de 57,4% para os impactos encontrados no EIA.

(8) Seleção, ordenamento e síntese dos impactos - os impactos foram identificados no EIA (1990) e ordenados conforme as fases de planejamento, implantação e operação, e em seguida, foi elaborada uma síntese da descrição dos mesmos.

(9) Ponderação dos pesos - de acordo com a escala de pesos (TABELA 3.10) foram feitos a ponderação dos impactos, sem adoção de medidas mitigadoras e com adoção de medidas mitigadoras.

(10) Análise dos impactos - os parâmetros e atributos utilizados para análise dos impactos foram: Reflexos sobre o ambiente (Direto Indireto); Abrangência do impacto (Local, Regional); Reversibilidade (Reversível, Irreversível) e Magnitude - grau de comportamento da qualidade ambiental (Alta, Média, Baixa), definidos conforme resolução Conama nº 001/86.

(11) Atribuição dos pesos - após a análise individual de cada impacto foram atribuídos pesos a cada um deles de acordo com a TABELA 3.10. Foram consideradas sem medidas mitigadoras e com medidas mitigadoras e os mesmos foram inseridos na matriz conforme modelo (TABELA 4.2).

Indicadores de impactos - foi feita uma discussão dos indicadores ambientais da matriz, considerando os parâmetros e atributos citados no item (10), apresentando os resultados. Nos indicadores qualitativos foi feita a somatória dos pesos, e o cálculo dos percentuais das unidades de impactos, em cada meio, sem medidas mitigadoras e com medidas mitigadoras.

(Quanto aos indicadores quantitativos foi feita a soma de cada impacto em seus respectivos meios, e em seguida foi feito o cálculo dos percentuais dos impactos. Finalmente, foi calculada a representatividade (%) das unidades de impactos em cada fase, sem medidas mitigadoras e com medidas mitigadoras, podendo assim ter uma visão da redução das unidades de impactos com a aplicação de medidas mitigadoras.

#### TABELA 4.2 – Matriz dos impactos ambientais.

		NIA*	IMPACTOS AMBIENTAIS	SEM MEDIDAS MITIGADORAS				COM MEDIDAS MITIGADORAS				
				PLANEJAMENTO	IMPLANTACÃO	OPERACÃO	UIA ** %	PLANEJAMENTO	IMPLANTACÃO	OPERACÃO	UIA ** %	
MEIOS	FISICO											
	BIOLOGICO											
	ANTROPICO											
TOTALS PARCIAIS												
TOTAL DE UNIDADES DE IMPACTO												
REPRESENTATIVIDADE / REDUÇÃO %												

Fonte: BARBOSA (2004)

\*NIA - Número de Impactos Ambientais (avalia os impactos quantitativamente).

\*\*UIA - Unidades de Impactos Ambientais (avalia os impactos qualitativamente).

(13) Resultados e análise integrada dos impactos com e sem medidas mitigadoras - De acordo com a distribuição de pesos na matriz, foi possível realizar um comparativo das porcentagens obtidas em cada fase e meio, dos impactos mitigados e dos não mitigados, analisando os impactos de forma integrada.

Observou-se que muitos impactos considerados relevantes para uma UHE não foram contemplados no EIA deste estudo. Então posterior aos impactos já existentes foram acrescentados os impactos não contemplados no EIA e propostas medidas mitigadoras aos mesmos.

(14) Conclusões – As conclusões estão descritas no Capítulo 6.

## Capítulo 5

## Área de Estudo – Localização e Caracterização do Reservatório de Três Irmãos

O reservatório de Três Irmãos (FIGURA 5.1) é o último e maior dos sistemas da série em cascata do rio Tietê. Sua barragem possui um comprimento de 3.710 metros e foi construída em 1991, na bacia do Baixo Tietê, a jusante da barragem do reservatório de Nova Avanhandava, entre as cidades de Andradina e Pereira Barreto.

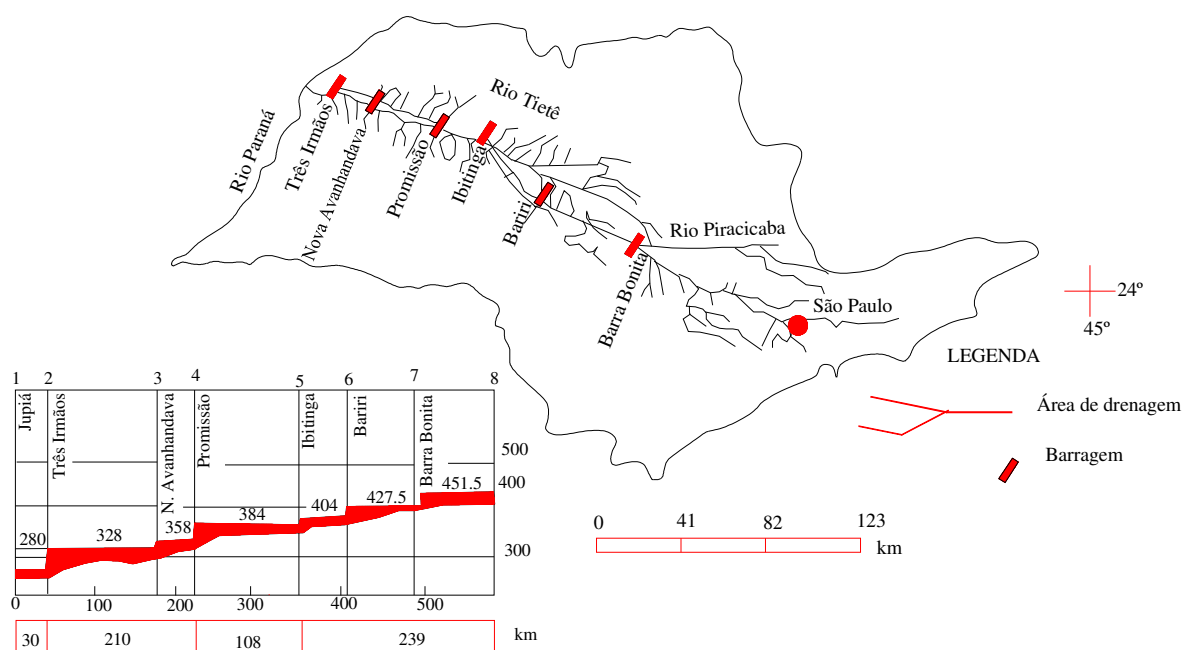


FIGURA 5.1 - Localização UHE Três Irmão.  
Fonte: ZANATA (2005)

A bacia hidrográfica do reservatório de Três Irmãos é compreendida entre a barragem da UHE Nova Avanhandava e a barragem da usina hidrelétrica Três Irmãos (FIGURA 5.2). É constituída na quase totalidade por formações areníticas, assentadas sobre os basaltos. Essas formações compreendem arenitos que variam quanto a granulometria, composição e espessura e que ocorrem em relevo de formas suavizadas, com vales e colinas com 400 m de altitude.

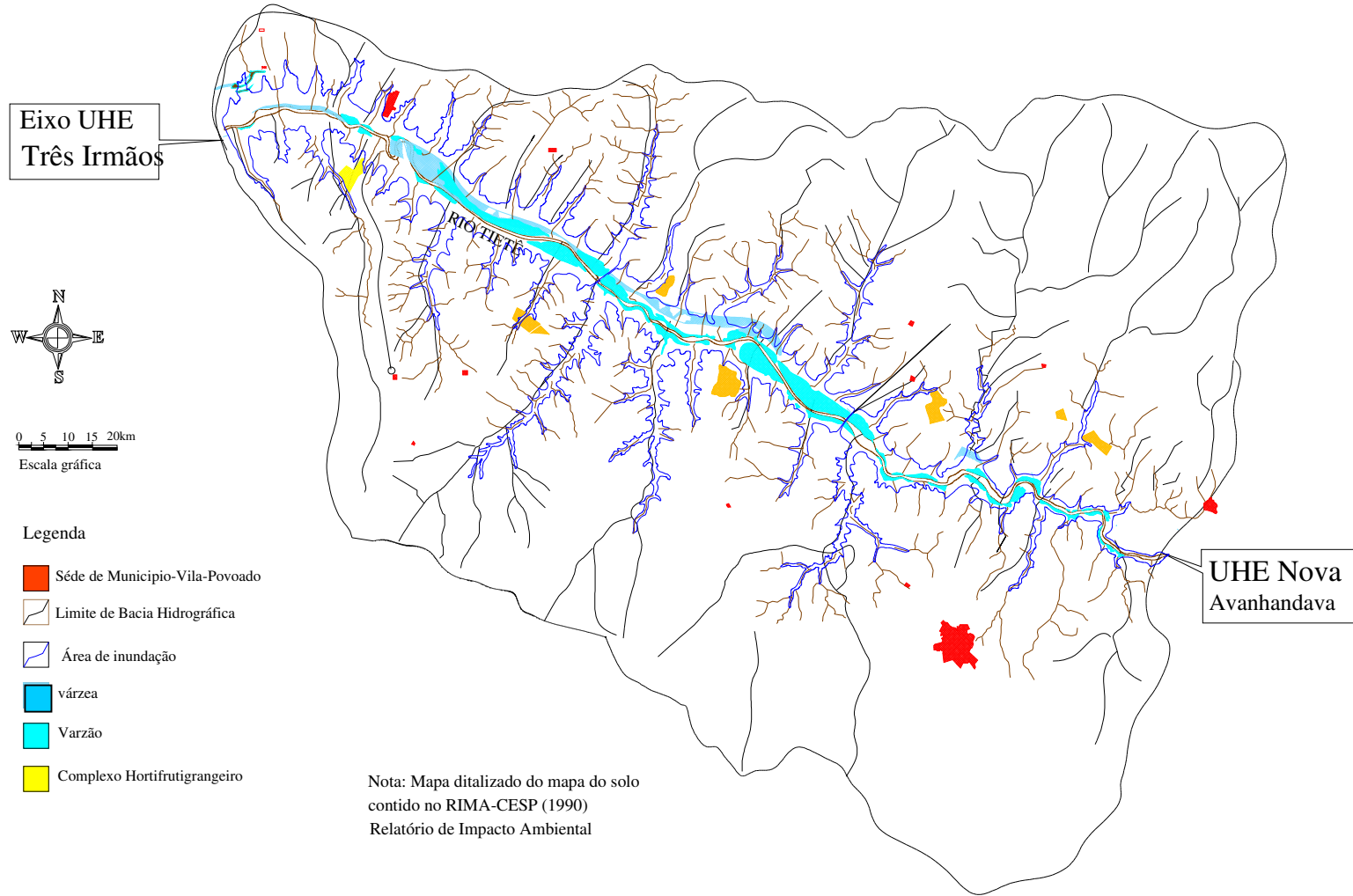


FIGURA 5.2 - Bacia Hidrográfica da UHE Três Irmãos.  
Fonte: RIMA-CESP (1990)

O reservatório inundou porções territoriais dos municípios de Andradina, Araçatuba, Birigui, Buritama, Coroados, Guararapes, Lavinia, Mirandópolis, Pereira Barreto, Sud Menucci, Turiúba, Valparaíso que compõem a sua área de influência. A FIGURA 5.3 e a TABELA 5.1 mostram a população da área de influência do reservatório da UHE Três Irmãos. O clima da região é do tipo tropical quente e úmido. Na maior parte da área chove no verão; no alto dos espigões que formam os limites da bacia chove no verão e no inverno é seco.

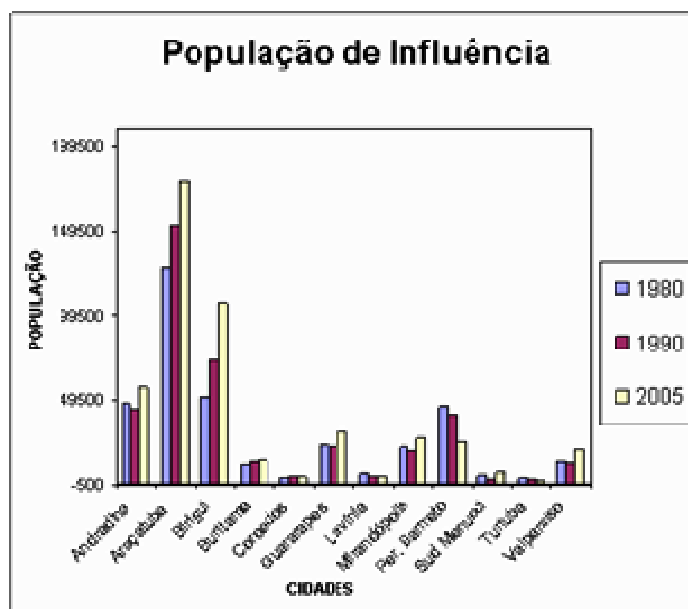


FIGURA 5.3 - População da área de Influência do Reservatório da UHE Três Irmãos.

TABELA 5.1 - População da área de influência do reservatório da UHE Três Irmãos.

CIDADE	POPULAÇÃO		
	1980	1990	2005
Andradina	47.658	44.127	56.885
Araçatuba	129.304	152.708	179.717
Birigui	50.889	72.797	106.313
Buritama	11.582	13.398	14.536
Coroados	5.643	4.862	4.659
Guararapes	22.515	21.816	30.193
Lavinia	6.117	4.495	4.939
Mirandópolis	21.530	19.759	26.878
Pereira Barreto	46.366	41.238	24.680
Sud Menucci	5.357	3.307	7.465
Turiúba	3.999	3.219	1.775
<b>TOTAL</b>	<b>364.256</b>	<b>390.922</b>	<b>477.882</b>

Fonte: CESP/EIA (1990) & IBGE (2005)

A UHE Três Irmãos na FIGURA 5.4 possui oito unidades geradoras, totalizando uma potência instalada de 1292 MW conforme TABELA 5.2. Esta usina possui uma característica diferente das outras construídas pela CESP – Companhia Energética de São Paulo, ela tem seu reservatório interligado com o reservatório de Ilha Solteira através de um canal de ligação artificial para navegação, denominado Canal de Pereira Barreto conforme FIGURA 5.5 , com comprimento de 9,6 quilômetros e profundidade de 4 metros, permitindo um maior controle das enchentes e melhor aproveitamento energético. Possui também duas eclusas permitindo a navegação entre os rios Tietê, Paraná e Paranaíba.



FIGURA 5.4 - Barragem do reservatório de Três Irmãos (SP).Fonte: CESP (2005)

TABELA 5.2 Características da UHE Três Irmãos.

ITEM	VALOR
Potência instalada	1292 MW
Área do reservatório	81700 ha
Bacia hidrográfica	70600 km <sup>2</sup>
Volume acumulado	14 bilhões de m <sup>3</sup>
Nível máximo montante	328,4 m
Nível máximo jusante	285,7 m
Vazão média ordinária do rio Tietê	1900 m <sup>3</sup>

Fonte: EIA/CESP (1990)

A formação do reservatório Três Irmãos causou impactos ambientais sobre o meio físico tais como: alteração do relevo e perda de solos; elevação do lençol de água subterrânea; elevação do lençol de água subterrânea; nas áreas de empréstimo e a perda de recursos naturais.



FIGURA 5.5 - Canal Pereira Barreto.  
Fonte: UHE Três Irmãos (2006)

Ocorreram também impactos sobre o meio biológico como: diminuição da densidade de espécies com a redução do potencial genético da fauna e da flora e alterações na qualidade da água e nas comunidades aquáticas.

Os impactos sobre a sociedade atingiram a estrutura social e econômica em âmbito regional, sendo que o maior impacto social e econômico foi sobre o pequeno produtor que dificilmente encontrou forma de se reestruturar.

A área de influência da UHE Três Irmãos, considerada a área que foi atingida pelo seu reservatório, tinha em 1990, 390.922 habitantes, ou seja, vivendo em 10.851 km<sup>2</sup> dos quais 6,6% foram inundados. Isto significa que dos 35,7 habitantes por km<sup>2</sup> que viviam no reservatório em 1980, passaram para 38,7 com o enchimento do reservatório, e em 2005 passaram para 58,1 habitantes por km<sup>2</sup>, o que chega a ser um aumento significativo.

Os municípios de Andradina, Araçatuba, Birigui, Buritama, Coroados, Guararapes, Lavinia, Mirandópolis, Pereira Barreto, Sud Menucci, Turiúba, e Valparaíso foram atingidos pela inundação.

Destes o município de Araçatuba é o centro regional; Birigui, onde se desenvolveu indústria de calçados de couro; Sud Menucci e Turiúba ainda são municípios predominantemente rurais. As cidades deram emprego para parte das famílias que o gado expulsou, mas a maior parte da população que deixou o campo migrou para outras regiões a procura de trabalho (RIMA/CESP, 1990).

Atualmente os municípios de Andradina, Araçatuba, Guararapes e Valparaíso são os maiores produtores de cana-de-açúcar da região, e segundo dados do IBGE (2005), são os municípios que mais apresentam óbitos por doenças respiratórias devido as queimadas de cana-de-açúcar conforme

TABELA 5.3. O Brasil tem, hoje, cerca de 5 milhões de hectares de cana-de-açúcar plantados, 75% no Estado de São Paulo.

TABELA 5.3 - Mortalidade causada por doenças no aparelho respiratório.

Municípios	Cana-de-açúcar quantidade produzida 2003	Mortalidade – doenças aparelho respiratório 2004
Andradina	1.060.000	38
Araçatuba	1.215.000	108
Birigui	109.440	78
Buritama	8000	10
Coroados	88.688	2
Guararapes	1.563.920	29
Lavínia	390.000	4
Mirandópolis	358.645	25
Pereira Barreto	121.095	13
Sud Menucci	415.183	2
Turiúba	-	1
Valparaíso	2.070.000	7

Fonte: IBGE (2005)

Da área total cultivada, 80% é queimada nos seis meses de pré-colheita, o que equivale a, aproximadamente, 4 milhões de hectares. Com a queima de toda essa biomassa por longo período, são enviados à atmosfera inúmeras partículas e gases poluentes, que influem direta e indiretamente na saúde de praticamente todos os habitantes do interior do Estado de São Paulo. São nestas regiões que se concentram as plantações, desde que o cultivo da cana substituiu quase que completamente o do café. Diversos estudos, realizados por pneumologistas, biólogos e físicos, confirmam que as partículas suspensas na atmosfera, especialmente as finas e ultrafinas, penetram no sistema respiratório provocando reações alérgicas e inflamatórias. Além disso, não raro, os poluentes vão até a corrente sanguínea, causando complicações em diversos órgãos do organismo (SPPT, 2005).

Referente ao esgotamento sanitário em 1980, apenas uma pequena parte dos esgotos recebiam algum tipo de tratamento; o lixo era jogado a céu aberto, sem qualquer tipo de cuidado, e nem toda população recebia água encanada. Daí muitos casos registrados pelos órgãos do governo, de tuberculose, meningite, lepra, sarampo e malária. Em Araçatuba, em 1987, houve surtos de dengue e malária. As duas doenças são transmitidas por mosquitos que se desenvolvem em águas paradas.

Atualmente, em Araçatuba, conforme reportagem publicada pela Folha da Região, o DAEA (Departamento de água e esgoto de Araçatuba) retira cerca de 800 quilos de lixo do esgoto por dia. O lixo descartado indevidamente na rede de esgoto é uma das causas para o entupimento dos canos. De acordo com os moradores de Andradina, a rede de esgoto não suporta a quantidade de dejetos e constantemente transborda.

Os pontos onde são realizadas as captações de água bruta em Araçatuba e Birigui para abastecimento público apresentaram classificação ruim na média anual, devido aos baixos valores de oxigênio dissolvido, principalmente durante o mês de novembro. Além destes mananciais que abastecem estas cidades, a bacia abrange os reservatório de Nova Avanhandava, Três Irmãos, no rio Tietê, e Jupia, no rio Paraná. Por causa disso, em 2005, a companhia analisou o sedimento no reservatório Três Irmãos e detectou a presença de cobre e cromo, além de outras substâncias em quantidades não toleradas, que impediram que a água alcançasse boa qualificação (GOMES, 2006).

A região de Araçatuba tem pelo menos três mil pessoas que podem ter contraído dengue neste ano e que não conseguiram confirmá-la até o momento da pesquisa. Não há kits suficientes para os exames laboratoriais em todos os pacientes que apresentam sintomas de dengue. Segundo o CVE (Centro de Vigilância Epidemiológica) da Secretaria de Estado da Saúde, foram notificados 4.576 casos suspeitos em 17 cidades da região em 2006 (MIRACELLY, 2006).

Os casos positivos de dengue em Birigui já superam 150. A Secretaria Municipal de Saúde confirmou também, um total de 370 casos suspeitos. Os dados colocam a cidade em alerta e bem próxima de uma epidemia. Nenhuma morte por dengue foi registrada na cidade (ALCANTARA, 2006).

## Capítulo 6

### Resultados e Análises

A questão ambiental vem despertando a cada dia a preocupação dos diversos segmentos da sociedade à medida que esta se sente cada vez mais próxima de si os problemas ambientais causados pelo uso intenso dos recursos naturais. Por isso, hoje a busca de alternativas de desenvolvimento aliado com menor degradação ambiental possível e também com mais justiça social, o chamado Desenvolvimento Sustentável.

Como visto no Capítulo 3, não há um método único capaz de realizar isoladamente um Estudo de Impacto Ambiental completo e abrangente, mas existem alguns métodos que são mais utilizados, porque conseguem comparar alternativas, organizar, resumir, sintetizar toda informação gerada num desses estudos e, ainda, comunicá-los corretamente aos que os utilizarão. Neste caso, são identificados os impactos negativos e positivos no meio ambiente, além das vantagens e desvantagens das alternativas propostas, incluindo a possibilidade de não implantar o projeto.

Neste trabalho, fundamentado na metodologia proposta por BARBOSA (2004), os resultados e análises dos impactos ambientais causados pelo empreendimento considerando sem aplicação de medidas mitigadoras e com aplicação de medidas mitigadoras, utilizando uma matriz comparativa de impactos, foram fundamentadas a partir das informações do EIA/RIMA (CESP, 1990) e das imagens do satélite CBERS de 2005, como foi possível realizar um comparativo multitemporal do uso e ocupação do solo da região.

A análise ambiental da área de influência do projeto dentro da bacia hidrográfica utilizando a matriz comparativa inclui, além de uma completa descrição dos recursos ambientais e suas interações, considerando o meio físico, o meio biológico e o meio socioeconômico, a identificação, análise e previsão de impactos significativos, positivos e negativos, diretos e indiretos, imediatos e a médios e longos prazos, temporários e permanentes, se há grau de reversibilidade, suas propriedades cumulativas, a distribuição de ônus e benefícios sociais.

Os temas identificados para o mapeamento foram os mesmos temas considerados no RIMA da UHE Três Irmãos no ano de 1985 para efeito de comparativo multitemporal com o ano de 2005. Os temas identificados foram corpos d'água, mata, capoeira, cultura anual, cultura permante, pasto, área urbana, área de preservação permanente.

- ❖ Assim, inicialmente são mostradas fotografias dos temas em uma parcela do reservatório e entorno (FIGURA 6.1). Estes temas estão relacionados com os temas obtidos na composição colorida falsa-cor da bacia hidrográfica do reservatório, que foi a mesma composição utilizada para elaborar o mapa de uso e ocupação do solo.

## **6.1 – Dados de uso e ocupação do solo de 1985 e 2005**

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 302/02 determina que o empreendedor, no âmbito do procedimento de licenciamento ambiental, deve elaborar o plano ambiental de conservação e uso do entorno de reservatório artificial em conformidade com o termo de referência expedido pelo órgão ambiental competente para os reservatórios artificiais destinados à geração de energia e abastecimento público.

A Resolução CONAMA 303 definiu as dimensões da faixa marginal ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água, naturais ou artificial obrigatória a elaboração de plano ambiental de conservação e uso do entorno, instrumento fundamental para a recuperação e a proteção de APP nos reservatórios. Ficou estabelecido que em reservatório para energia elétrica, com mais de 10 ha de superfície - APP de 30 m (urbana) e 100 m (rural).

Conforme citado no Capítulo 3, o reflorestamento das margens com matas ciliares dos reservatórios se apresenta fundamental para prevenir e controlar os processos erosivos e produtos químicos, que trazem conseqüências sócio ambientais e econômicas devido o assoreamento do reservatório. A vegetação ciliar colabora, de maneira essencial, na retenção das partículas do solo que descem das partes mais altas da bacia carreadas pelas águas pluviais que escorrem pelas superfícies das encostas. Auxilia, inclusive, no controle do desmoronamento das margens por ação do próprio lago.

A quantidade de nutrientes nos reservatórios depende do tipo de vegetação e dos usos da terra. Superfícies impermeabilizadas pelo homem em áreas urbanas afetam negativamente a qualidade das águas, aumentando riscos de cheias e contaminação. A retirada de florestas aumenta muito a concentração de produtos químicos, mas também a fertilização de florestas aumenta os nutrientes nas águas podendo causar a eutrofização.

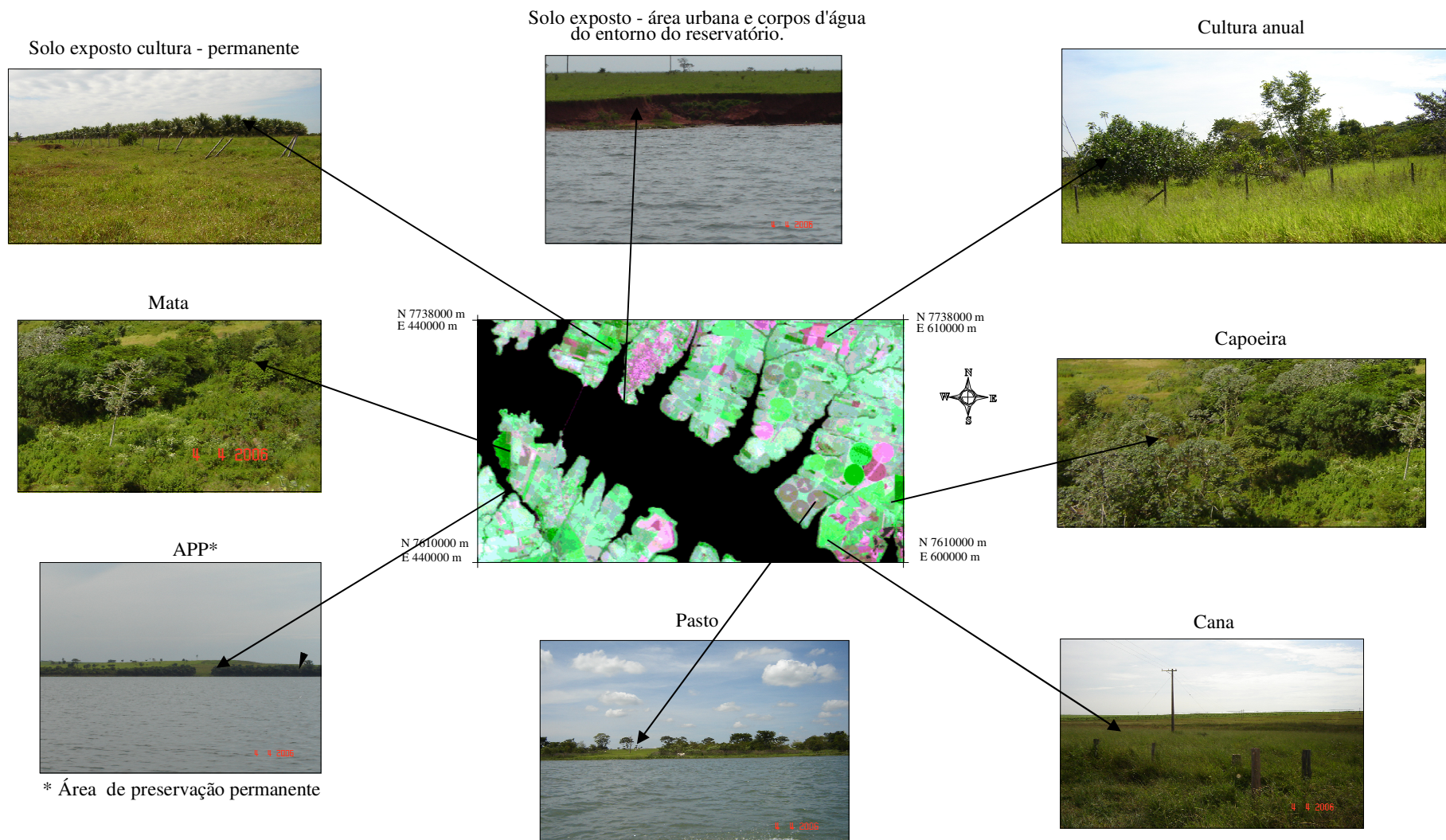


FIGURA 6.1 – Uso e ocupação do solo no entorno do reservatório Três Irmãos mostrados em uma imagem de composição colorida falsa-cor do satélite CBERS no ano de 2005.

Neste sentido, é de grande importância, também para a análise multitemporal, verificar a vegetação atual no entorno do reservatório Três Irmãos nos anos de 1985 e 2005. Para isto, foi elaborado um diagnóstico ambiental multitemporal utilizando dados de uso e ocupação de 1985.

A FIGURA 6.2 mostra as áreas pertinentes a cada tema do uso do solo da UHE Três irmãos, tomando como referência o mapa de uso do solo existente no RIMA/CESP (1990).

Já para o ano de 2005, foram utilizadas as imagens brutas do satélite CBERS, as quais são mostradas no ANEXO 2. Como pode ser observado no ANEXO 2, as imagens utilizadas apresentam datas diferentes porque não foi possível conseguir imagens com a mesma data, portanto, pode haver alguma alteração no resultado na qualificação e quantificação dos temas de uso e ocupação, devido a variação temporal entre período seco e chuvoso.

As variações sazonais entre imagens, a exemplo da FIGURA 6.3, determinam a necessidade da aplicação de modelo para correções atmosféricas. Devido ao baixo retorno de resultados obtidos por DUPAS *et al* (2000), tais modelos não foram aplicados. Esta composição colorida falsa-cor (3-4-2), que deu origem ao mapa de uso e ocupação do solo indicam que, as diferentes tonalidades dos pixels na composição colorida permitiram observar os vários tipos de uso do solo da região. Na FIGURA 6.4 é mostrado o mapa de uso do solo de 2005 e uma ampliação de uma amostra na FIGURA 6.5. Como auxiliar na análise do estudo dos impactos é mostrado o modelo digital do terreno (MDT) com intervalo de altitude, o que permite identificar as áreas baixas do reservatório (FIGURA 6.6).

A seguir é apresentada a definição de cada tema considerado na avaliação multitemporal de ambas as datas.

- ❖ Corpos d'água: estão representados nesta categoria os rios, os córregos e lagos;
- ❖ Mata: vegetação primária, encontrada na região de cerrado;
- ❖ Capoeira: são consideradas nesta categoria as florestas secundárias que surgem após a retirada da cobertura vegetal primitiva;
- ❖ Cultura anual: compreendem as terras preparadas para o plantio de culturas de ciclo curto colhidos anualmente como arroz, soja, milho, feijão e sorgo.
- ❖ Cultura permanente: aquela que não precisa ser renovada em curto prazo porque seu ciclo é superior a 3 anos;

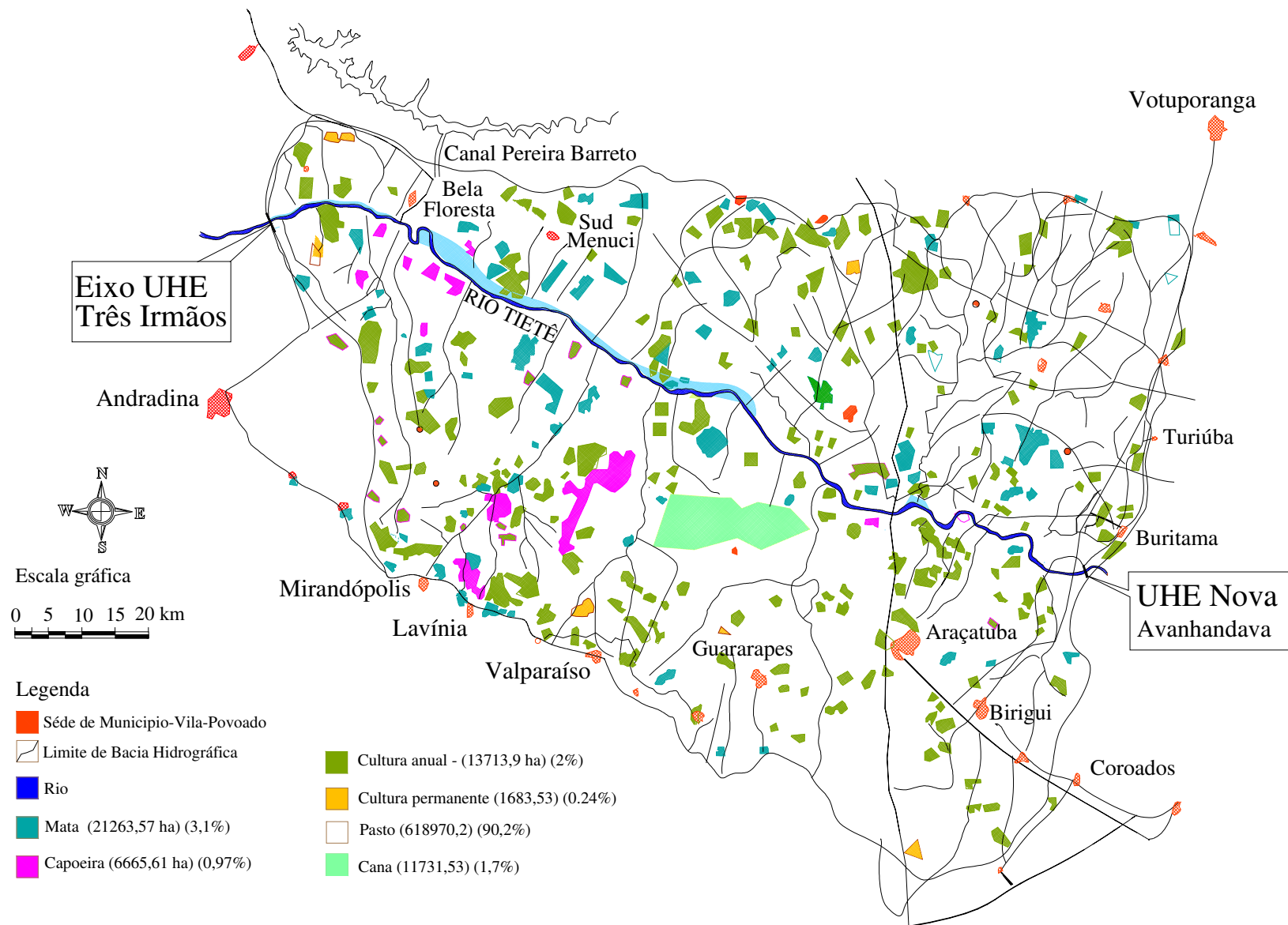


FIGURA 6.2 - Mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica da UHE Três Irmãos, SP no ano de 1985.  
Fonte: RIMA/CESP (1990).

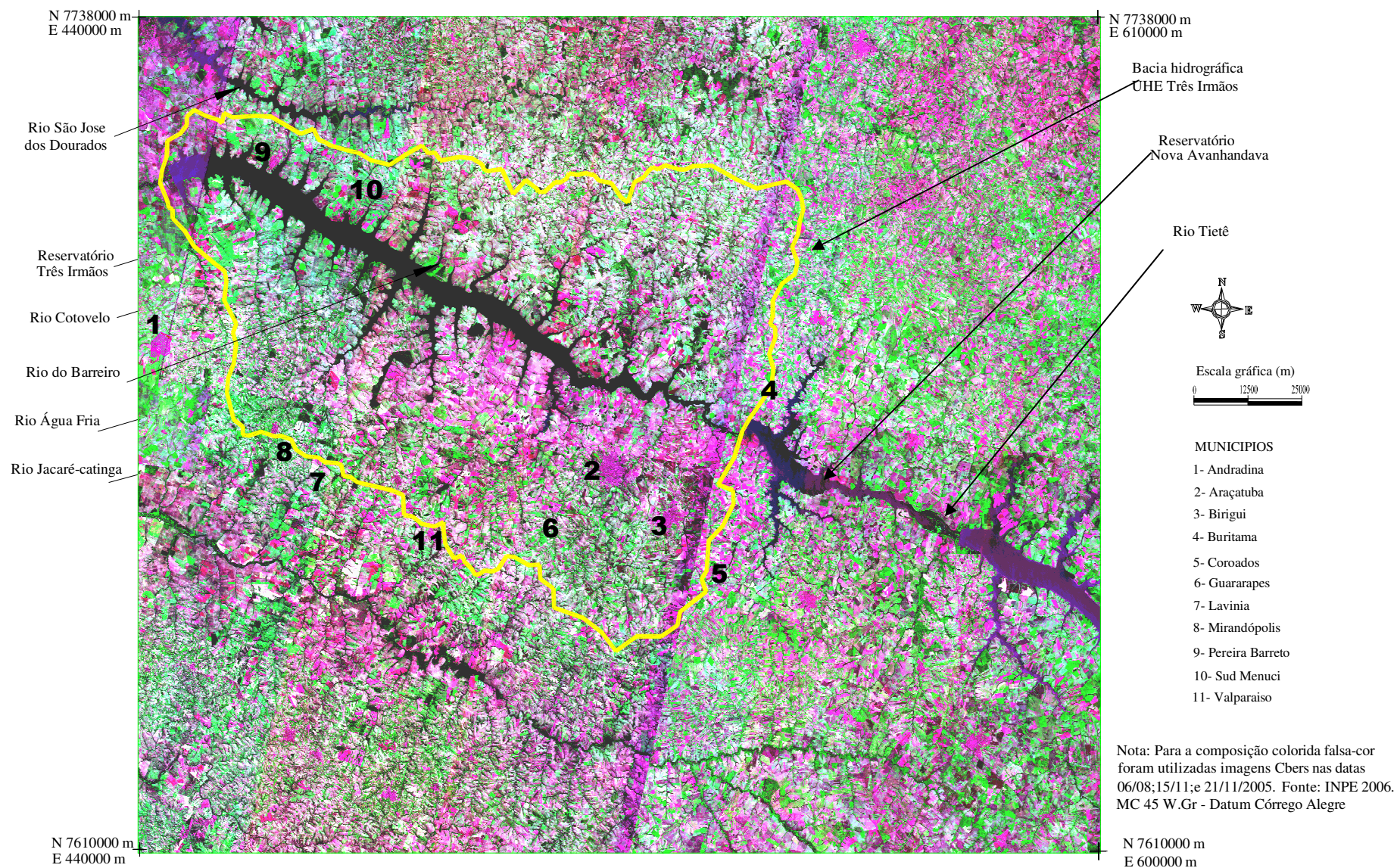


FIGURA 6.3 - Composição colorida falsa-cor do satélite CBERs no ano de 2005 da bacia hidrográfica e do reservatório da UHE Três Irmãos, SP.

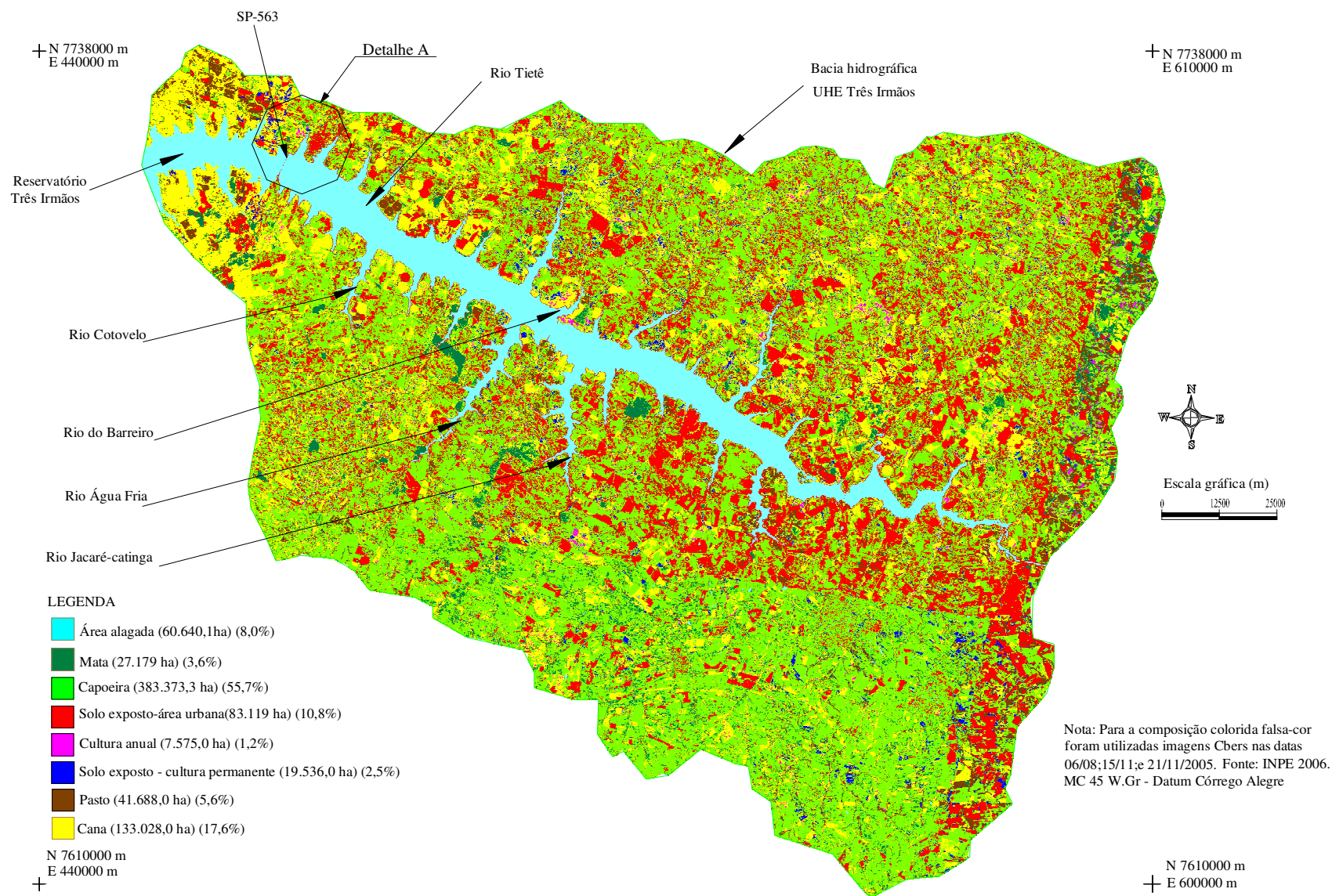


FIGURA 6.4 - Mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica da UHE Três Irmãos, SP no ano de 2005.

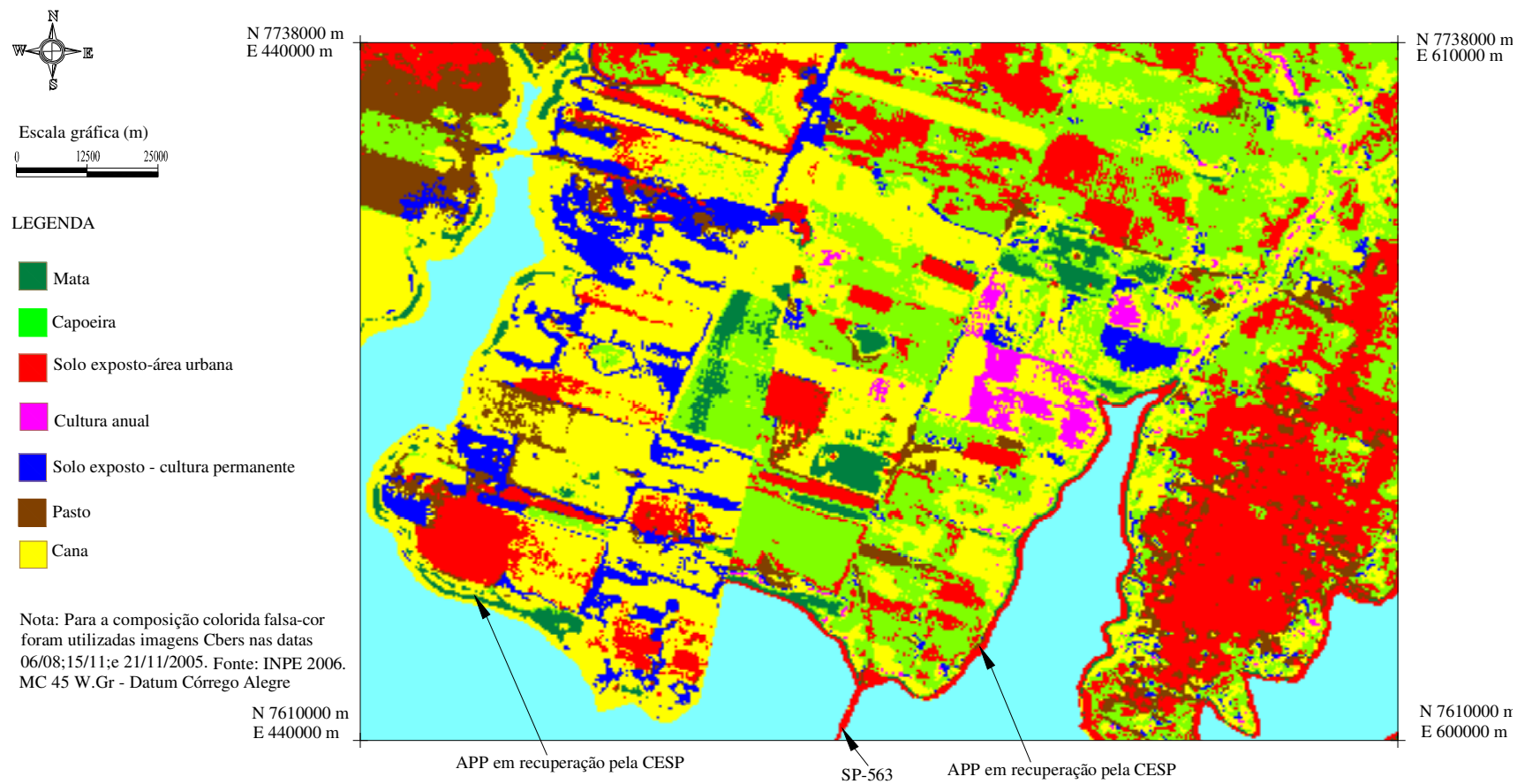


FIGURA 6.5 - Detalhe A – Ampliação para identificação dos temas do mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica da UHE Três Irmãos, SP no ano de 2005.

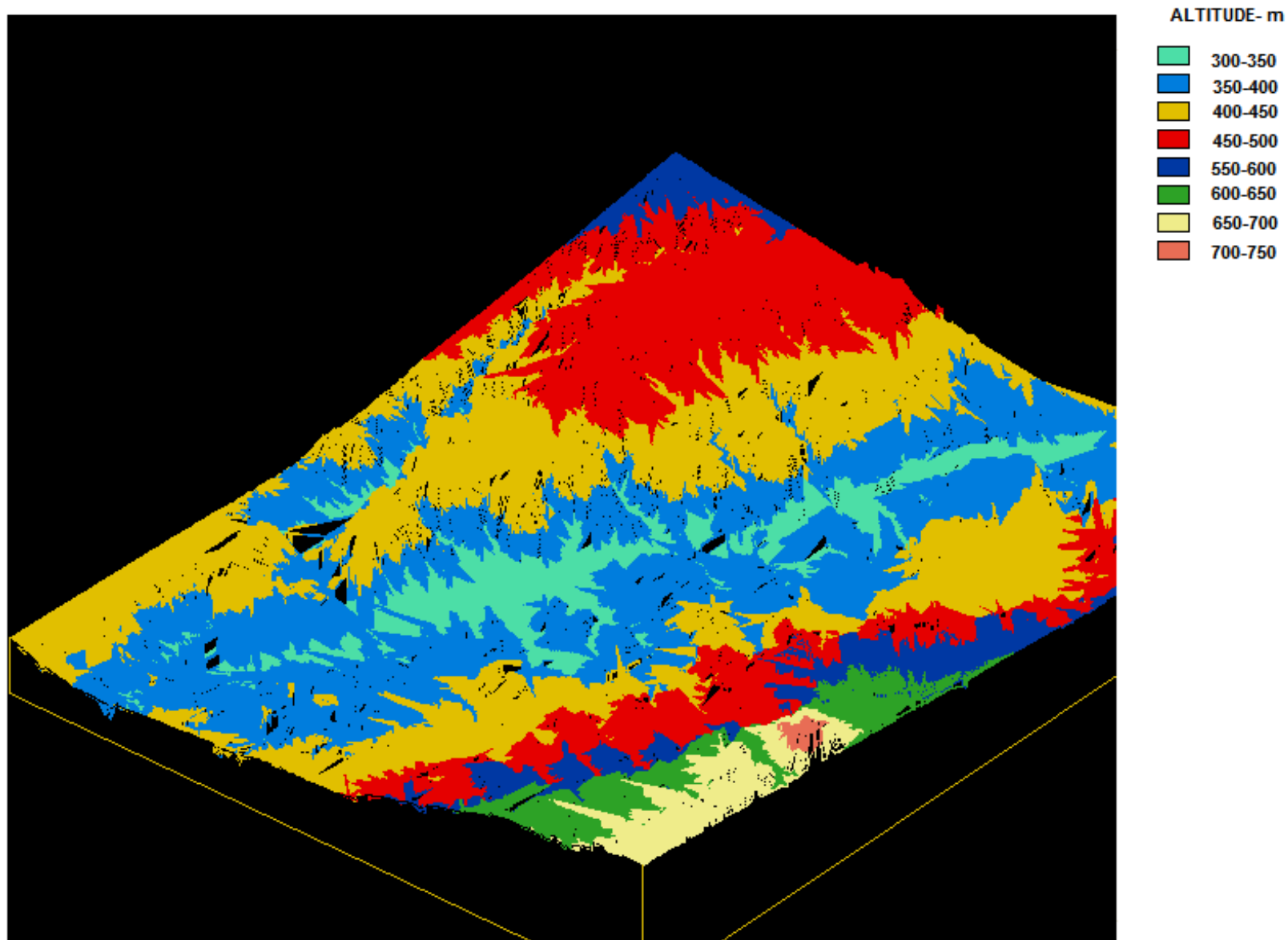


FIGURA 6.6 - Modelo digital do terreno (MDT) UHE Três Irmãos.

- ❖ Pastagem: as pastagens são áreas onde a vegetação é predominante de *Brachiaria*, e árvores de pequeno porte;
- ❖ Área urbana: nesta área encontram-se as edificações, cidades, distritos, fábricas, complexos industriais e comerciais, chácaras e instituições isoladas das concentrações urbanas contínuas;
- ❖ Áreas de preservação permanente (APPs): as APPs são áreas de preservação permanente no entorno do reservatório.

Os municípios de Andradina, Araçatuba, Birigui, Buritama, Coroados, Guararapes, Lavinia, Mirandópolis, Pereira Barreto, Sud Menucci, Turiúba, e Valparaíso foram os atingidos pela inundação. Estes municípios tinham em 1980 um total de 364.258 habitantes (TABELA 5.1), e em 1990, ocasião do início da operação da usina tinham 393.892 habitantes, tendo um aumento de 25.634 (7,0%) habitantes e, por consequência, houve o aumento de nutrientes lançados no reservatório. Apenas uma pequena parte dos esgotos recebiam algum tipo de tratamento, daí o aumento da quantidade de nutrientes enviada para o reservatório. Em relação a doenças transmissíveis e endemias, os municípios abrangidos pelo reservatório caracterizavam-se como sendo uma região onde a qualidade da água era fator condicionante da alta incidência destas (EIA/CESP, 1990).

Com o mapa de uso do solo de 1985 e 2005 foi possível efetuar o cálculo das áreas temáticas de cada tipo de uso existente no entorno do reservatório (TABELA 6.1), dados estes que serão analisados a seguir.

## **6.2 – Avaliação multitemporal do uso e ocupação do solo de 1985 a 2005**

A análise ambiental do uso e ocupação do solo é considerada para acompanhar a variabilidade multitemporal dos temas nos anos de 1985 e 2005 na bacia hidrográfica do reservatório de Três Irmãos. Foram considerados resultados das margens esquerda (ME) e direita (MD) de maneira a possibilitar a análise da evolução dos impactos entre as duas datas. Os resultados do uso e da ocupação do solo que estão resumidos na TABELA 6.1, são apresentados na forma de gráficos nas FIGURAS 6.7 e 6.8.

A análise multitemporal do uso e ocupação do solo foi feita utilizando nos temas existentes nas margens esquerda e direita, objetivando seguir o mesmo padrão de avaliação do uso do solo feita pelo EIA em 1985 e na área de inundação da referida usina. Assim, são descritas as transformações do uso do solo ocorridas na bacia hidrográfica do reservatório da

UHE Três TABELA 6.1 - Cálculo das áreas temáticas de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do reservatório da UHE Três Irmãos.

Categorias		ÁREA (ha) / PERCENTUAIS (%)					
		1985 (RIMA/CESP, 1990)			2005		
		ME	MD	Total	ME	MD	Total
1	Área alagada	0	0	78.531,3 (10,4%)	0	0	60.640,1 (8,0%)
2	Mata	7.601,7 (2,5%)	6.466,9 (1,8%)	14.068,6 (1,8%)	19.335 (4,9%)	7.844,0 (2,7%)	27.179,0 (3,6%)
3	Capoeira	6.017,6 (1,9%)	0	6.017,6 (0,9%)	230.341,3 (57,9%)	153.032,0 (51,8%)	383.373,3 (50,7%)
4	Solo exposto e área urbana	3.874,0 (1,2%)	5.185,0 (1,5%)	9.059,0 (1,2%)	48.879,0 (12,3%)	34.240,0 (11,6%)	83.119,0 (10,8%)
5	Cultura anual	31.760,0 (10%)	25.405,0 (7,0%)	57.165,0 (7,4%)	2.950,0 (0,8%)	4.625,0 (1,5%)	7.575,0 (1,2%)
6	Cultura permanente e solo exposto	964,0 (0,3%)	719,4 (0,2%)	1.683,4 (0,2%)	8.628,0 (2,2%)	10.908,0 (3,6%)	19.536,0 (2,5%)
7	Pasto	254.683,6 (80,4%)	323.176,0 (89,5%)	577.859,6 (76,5%)	23.184,0 (5,7%)	18.504,0 (6,3%)	41.688,0 (5,6%)
8	Cana	11.731,3 (3,7%)	0	11.731,5 (1,6%)	64.710,0 (16,2%)	68.318,0 (22,5%)	133.028,0 (17,6%)
Totais		316.632,4 (100%)	360.952,3 (100%)	756.116,0 (100%)	397.927,3 (100%)	297.471,0 (100%)	756.138,3 (100%)

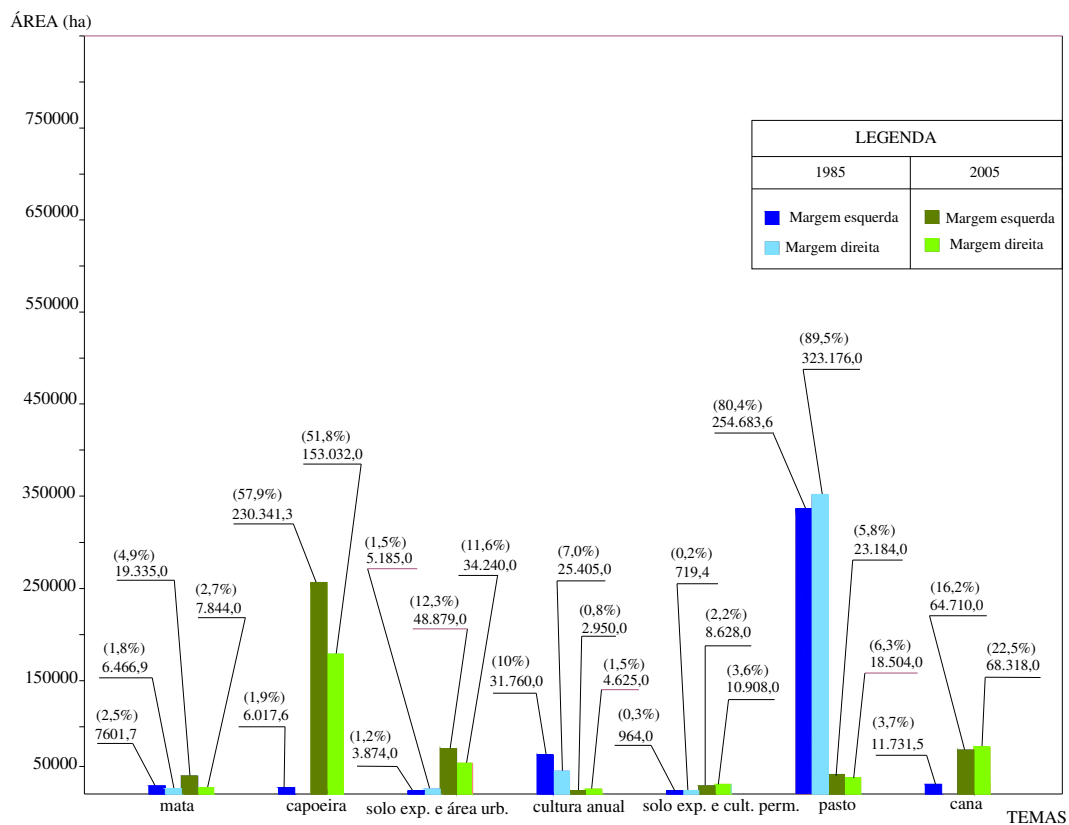


FIGURA 6.7 – Gráfico da Evolução do processo de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica da UHE Três Irmãos de 1985 a 2005. Fonte: EIA-CESP (1990)/INPE (2006)

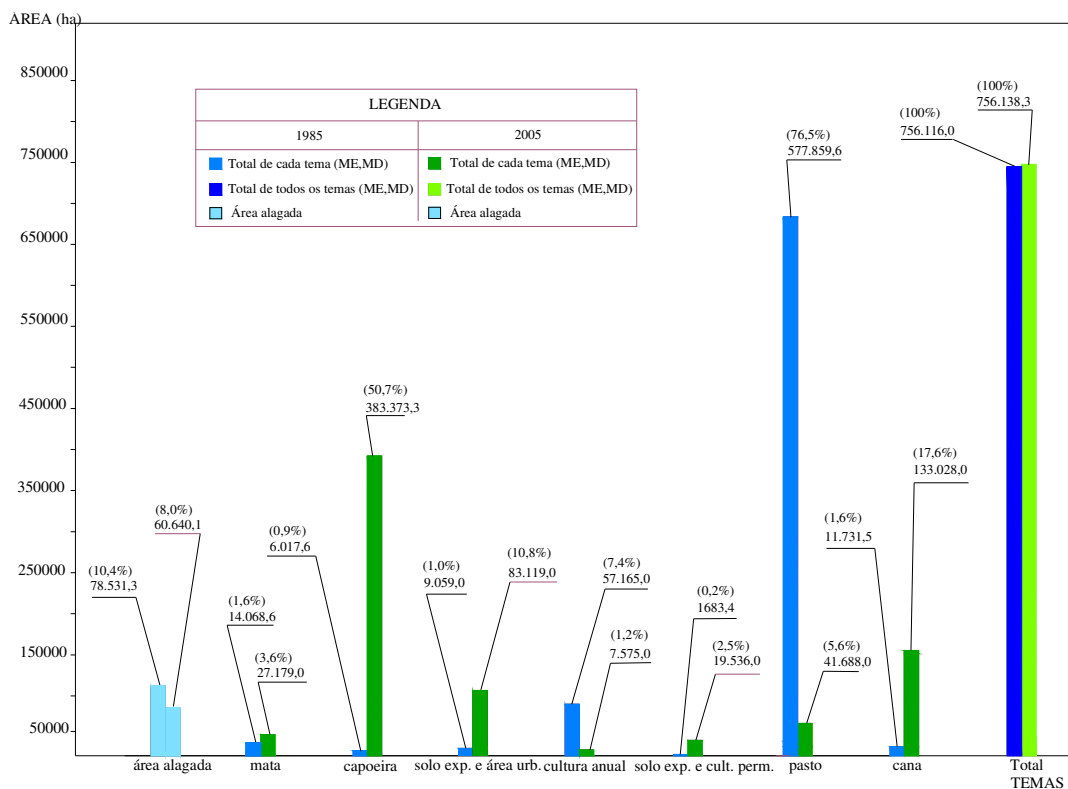


FIGURA 6.8 – Gráfico do total dos temas da bacia hidrográfica da UHE Três Irmãos de 1985 a 2005. Fonte: EIA/CESP (1990) - INPE (2005)

Irmãos em um período de vinte anos. Em 1985 os temas foram considerados sem o reservatório, ou seja, sem a área alagada.

Considera-se, como já mencionado anteriormente, que ocorreu uma diferença nos dados devido a diferença das datas das imagens, portanto, os resultados apresentados a seguir não permitem que as análises sejam elaboradas de maneira definitiva. A seguir, para uma área total da bacia de 756.138,3 ha não considerando a área alagada em 1985, os resultados encontrados são analisados.

#### 1) Área alagada

A área alagada (FIGURA 6.9) em um nível normal de 328,0 metros era de 78.531,3 ha calculados com dados do (RIMA/CESP, 1990). Já em 2005, na ocasião da obtenção das imagens, o nível normal do reservatório era de 322 metros e a área alagada calculada foi de 60.640,14 ha, diferença esta devido aos níveis do reservatório serem diferentes nos referidos anos.

#### 2) Mata

Em relação à vegetação primária (FIGURA 6.10), houve uma pequena variação nos percentuais.



FIGURA 6.9 – Área alagada UHE Três Irmãos.



FIGURA 6.10 – Vegetação primária UHE Três Irmãos.

Na margem esquerda o percentual passou de 2,5% em 1985 para 4,9% em 2005, na margem direita houve um aumento da mesma que passou de 1,8% em 1985 para 2,7% em 2005. Pode-se notar que houve um aumento na quantidade de mata tanto na ME como na MD tanto no ano de 1985 como no ano de 2005, o que é favorável ao reservatório, pois a mata proporciona uma maior retenção com infiltração da água evitando erosões, apresentando grandes benefícios, entre outros, ao solo e aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

### 3) Capoeira

Pertinente à capoeira (FIGURA 6.11), que é composta principalmente por imbaúba (*Cecropia pachystachya*), houve um aumento expressivo da quantidade da mesma tanto em sua margem direita como na margem esquerda, sendo que passou de 1,9% em 1985 para 57,9% em 2005, e de 0% em 1985 para 50,7% em 2005, respectivamente.

Esta mudança foi favorável ao reservatório, e demonstra uma evolução em termos de preservação, pois mesmo que ainda não haja grande diversidade, são árvores de porte significativos e permanentes, trazendo benefícios ao solo e a água quando bem manejadas.



FIGURA 6.11 – Capoeira UHE Três Irmãos.

Pode-se considerar que houve certa dificuldade em distinguir a quantidade de capoeira e pasto devido a diferença na data das imagens.

#### 4) Solo exposto e área urbana

O solo exposto e a área urbana (FIGURA 6.12) também tiveram um aumento significativo passando de 1,2% em 1985 para 12,3% em 2005 na margem esquerda, e de 1,5% em 1985 para 11,6% em 2005 na margem direita, o que prejudica o reservatório. O solo exposto provoca processos erosivos que têm como consequência o assoreamento do reservatório, e transporte de nutrientes. Não foi possível separar os dois temas por apresentarem o mesmo comprimento de onda nas imagens do CBERS.



FIGURA 6.12 – Solo exposto e área urbana UHE Três Irmãos.

A área destinada à ocupação urbana em torno do reservatório na forma de loteamentos, teve um crescimento acelerado nos municípios de Andradina, Araçatuba, Guararapes e Valparaíso, em relação aos demais municípios de Buritama, Coroados, Lavinia, Sud Menucci e Turiúba.

O município de Pereira Barreto teve redução da população em cerca de 40% (IBGE, 2005), isto é justificável devido ao fato deste município ter sido o mais atingido em sua área urbana na ocasião do enchimento do reservatório de Três Irmãos. O crescimento dos municípios

não foi tão favorável ao reservatório devido ao aumento de transporte de poluentes pelo escoamento superficial, bem como grande fonte de poluição pontual, pois produz grande quantidade de resíduos domésticos que são lançados nos corpos d'água .

Segundo a CETESB (2005), foi investigado o compartimento sedimento no reservatório Três Irmãos revelando a presença de cobre, cromo e de HPAs em concentrações ligeiramente superiores aos limites permitidos. Os contaminantes encontrados no sedimento podem estar associados a toxicidade verificada na coluna d'água, sendo necessário manter o monitoramento de sedimento neste ponto, além de necessário averiguar possíveis fontes destes contaminantes, bem como o manejo do referido reservatório.

#### 5) Cultura anual

Quanto à cultura anual (FIGURA 6.13) houve uma diminuição de 10% em 1985 para 0,8% em 2005 na margem esquerda, e, na margem direita diminuiu de 7% pra 1,5% o que foi até favorável ao reservatório, pois este tipo de cultura (soja, milho e feijão) além de deixar solo exposto em boa parte do ano, pode até facilitar a infiltração mas dificulta a retenção do solo, provocando o surgimento de processos erosivos, arraste e infiltração de agrotóxico e, principalmente, quando o cultivo e manejo agrícola não são adequados.



FIGURA 6.13 – Cultura anual no entorno do reservatório.

#### 6) Cultura permanente e Solo exposto

Referente a cultura permanente e solo exposto e (FIGURA 6.14), houve um aumento não significativo, passando de 0,3% em 1985 para 2,2% em 2005 na margem esquerda e de 0,2% para 3,6% em 2005 na margem direita. A cultura permanente (coqueiro, eucalipto) traz benefícios, ao



FIGURA 6.14 – Cultura permanente e Solo exposto UHE Três Irmãos.

solo, pois é constituída por árvores de porte significativos e permanentes. Existe também o fator de confusão que interfere nas respostas espectrais para o ano de 2005 em relação aos temas 4 e 6.

#### 7) Pasto

No ano de 2005 ocorreu uma grande redução de área de pastagens (FIGURA 6.15), dando lugar a cana-de-açúcar e a capoeira que é uma vegetação que sucede à derrubada de florestas. Observa-se o aumento do solo exposto com a diminuição da mata nativa, da cultura permanente e o quase desaparecimento da cultura anual, devido ao desmatamento e o deslocamento da população rural do local.



FIGURA 6.15 – Pasto UHE Três Irmãos.

A área para pastagem perdeu um espaço significativo, passou de 80,4% em 1985 para 5,7% em 2005 na margem esquerda e de 89,5% para 6,3% em 2005 na margem direita, o que foi favorável ao reservatório. Este tema tem a mais significativa redução total passando de 76,5% para 5,6%. Indicador favorável porque a pastagem não oferece muita proteção ao solo, sendo muitas vezes mal manejada, onde processos erosivos se instalam, sem considerar a aplicação de agro-químicos.

#### 8) Cana

Quanto à cana-de-açúcar (FIGURA 6.16), ao contrário do pasto houve um aumento de 3,7% em 1985 para 16,2% em 2005 na margem esquerda, e um aumento de 0% em 1985 para



FIGURA 6.16 – Cana-de-açúcar UHE Três Irmãos.

22,5% na margem direita, o que não é nada favorável para o reservatório, pois o solo fica exposto uma boa parte do ano, e a quantidade de agro-químicos aplicada são consideráveis e o lançamento do vinhoto pelas indústrias de cana-de-açúcar possivelmente seja prejudicial ao solo e aos corpos d'água. No total da bacia hidrográfica, este tema tem crescimento de 1,6% para 17,6%, o que demonstra uma ampliação da indústria de açúcar e álcool.

O método comparativo utilizando o mapa de uso do solo em 1985 e as imagens satélites em 2005 mostrou-se adequado, pois permitiu compreender a evolução do processo de uso e ocupação do solo no local no período de 20 anos.

Pode-se notar que em 2005, ao contrário de 1985 o tipo de uso do solo predominante deixa de ser o pasto, passando então a ser as áreas de capoeira, cana-de-açúcar, solo exposto e as de ocupação urbana.

As áreas de pasto existentes em 1985 vêm diminuindo lentamente e cedendo lugar à expansão de áreas para o cultivo de cana-de-açúcar. O processo de evolução do uso e ocupação do solo demonstrada na referida FIGURA 6.7 permite constatar de que no futuro, se a cultura de cana - de- açúcar continuar crescendo, a tendência é aumentar a eutrofização do reservatório.

O rio Tietê é um exemplo do aproveitamento de um rio para construção de diversas barragens. A cascata de reservatórios do rio Tietê propicia a redução dos detritos, proveniente principalmente da cidade de São Paulo, da montante para a jusante do rio, sendo que a maior parte fica retida na represa de Barra Bonita (primeiro reservatório do Médio Tietê)(ZANATA, 2005).

A TABELA 6.2 apresenta a posição do reflorestamento da APP do reservatório da UHE Três Irmãos. Até o momento conforme informação obtida da UHE Três Irmãos, a CESP recuperou 2.680,0 ha dos 3.050,0 ha, compromisso da mesma. Considerando o valor calculado utilizando o perímetro do reservatório e a faixa marginal de 50m que a CESP utiliza para o

reflorestamento das APPs, ainda faltam 3.785,4 ha de APPs para serem reflorestada, com um custo de cerca de vinte e seis milhões de reais.

TABELA 6.2 - Posição do reflorestamento da área de preservação permanente do reservatório da UHE Três Irmãos.

Reflorestamento	Compromisso assumido pela CESP	Área reflorestada (ha)	Custo unitário do ha reflorestado em R\$	Custo da área a ser reflorestada ha em R\$ ( / )
Dados/CESP/2006 <sup>7</sup>	3.050,0	2.680,0	7.000,00	2.590.000,00
Calculado pelo mapa de uso solo (2005)	6.465,4	2.680,0	7.000,00	26.497.800,00

De acordo com tais dados conclui-se, que fica muito caro o reflorestamento da área de entorno do reservatório, ficando mais viável o reflorestamento desta área antes da construção do mesmo.

A crescente diminuição dos recursos naturais no entorno do reservatório de multiusuários tem forçado o levantamento periódico do uso do solo com o objetivo de compreender os padrões e a distribuição de organização no espaço, pois essa distribuição é afetada por constantes modificações em relação à ação antrópica.

Portanto, as informações quanto à origem e impacto sobre o uso e ocupação do solo, obtidas periodicamente através de dados de sensores orbitais integrado aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm-se mostrado particularmente útil para auxiliar na discriminação de elementos da paisagem, no planejamento e regulamentação de alterações ambientais, em levantamentos de uso e ocupação do solo.

### 6.3 – Matriz dos impactos ambientais

Como visto no capítulo 3, a principal alternativa energética utilizada no Brasil é a hidroeletricidade, apresentando hoje cerca de 75% do total da energia gerada. Ressalta-se que se não fossem os empreendimentos hidrelétricos o país não teria desenvolvido tecnologia. Contudo, existem desvantagens ambientais que devem ser particularizadas para cada região.

Para a construção de grandes empreendimentos hidrelétricos torna-se necessário criar uma cultura e infra-estrutura transformando esses projetos em um apoio ao desenvolvimento,

<sup>7</sup> Os dados foram fornecidos pela CESP – UHE Três Irmãos em 2006.

reduzindo os impactos nos ecossistemas local e regional. Neste sentido, a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) em empreendimentos hidrelétricos é a oportunidade de se identificar efeitos indesejáveis e de alto custo, possibilitando a modificação de projetos ainda na fase de planejamento.

Neste contexto, os resultados que serão apresentados buscam auxiliar na solução dos problemas ambientais causados por grandes empreendimentos hidrelétricos. A seguir, serão analisados os impactos ambientais gerados na usina em estudo demonstrando, preliminarmente, como os resultados foram estruturados no texto.

Definido o método de trabalho, os resultados são apresentados na tabela 6.3. A referida tabela apresenta uma estrutura onde são mostrados os resultados dos impactos ambientais constantes no EIA (1) para os meios físico, biológico e antrópico quantificados por meio do Número de Impactos Ambientais (NIA), seguindo a ordem de 1 a 23. Para os resultados de Unidades de Impactos Ambientais (UIA) sem medidas mitigadoras e com medidas mitigadoras, para as fases de planejamento, implantação e operação, são apresentados os totais parciais e o total de unidades de impacto. Os totais parciais para cada meio são também apresentados. Da mesma maneira que para os impactos ambientais constantes no EIA (1), são também apresentados os resultados obtidos para os impactos ambientais que não constam no EIA (2) seguindo a ordem de 24 a 45 e a união em (3) de (1) e (2) mostrado na TABELA 6.6. Para atribuir os pesos para obtenção dos resultados de UIA, foi necessário avaliar individualmente cada impacto ambiental de maneira a possibilitar a atribuição dos pesos em cada fase planejamento, implantação e operação (ANEXO 1).

Os indicadores ambientais NIA e UIA e seus percentuais foram os que apontaram os indicadores ambientais do empreendimento, pois servem para comparar as diversas variáveis que compõem os impactos ambientais. Para os diversos impactos, como também para as diversas etapas do empreendimento, o conteúdo principal para adoção de pesos em cada impacto, é fornecido pela a sua análise individual que está no ANEXO 1.

A seguir é apresentada uma discussão sobre os resultados dos indicadores ambientais encontrados na tabela 6.3.

#### 1) – Impactos ambientais que constam no EIA

Ocorreram 23 impactos ambientais nas fases de planejamento, implantação e operação, sendo 8 impactos no meio físico, 9 impactos no meio biológico e 6 impactos no meio antrópico, cujo percentual é de 34,7%, 39,2% e 26,1%, respectivamente. Estes valores mostram que para este estudo os impactos no meio biológico são mais numerosos quantitativamente.

TABELA 6.3 – Matriz dos impactos existentes e dos não existentes no EIA da UHE Três Irmãos

			SEM MEDIDAS MITIGADORAS				COM MEDIDAS MITIGADORAS						
1) Impactos ambientais que constam no EIA	MEIOS	NIA*	IMPACTOS AMBIENTAIS	FASES				UJA ** %	FASES				UJA ** %
				PLANEJAMENTO	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	PLANEJAMENTO		IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO			
1) Impactos ambientais que constam no EIA	FÍSICO	8/34,7%	1			9	87/36%			9	51/21%		
			2			12			1				
			3			12			10				
			4			12			11				
			5			12			2				
			6			11			4				
			7		7								
			8			12			10				
	BIOLÓGICO	9/39,2%	9			2	97/40%			0	59/24%		
			10			12			1				
			11			12			11				
			12			12			4				
			13			12			4				
			14			12			12				
			15			11			11				
			16			12			6				
	ANTRÓPICO	6/26,1%	17			12	58/24%			10	29/12%		
			18		11				1				
			19		11				1				
			20		9				7				
			21		12				10				
			22		3				0				
			23			12				10			
<b>TOTAIS PARCIAIS</b>				<b>0</b>	<b>53</b>	<b>189</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>116</b>	<b>57%</b>		
<b>TOTAL DE UNIDADES DE IMPACTO</b>								<b>242</b>					<b>139</b>
<b>REPRESENTATIVIDADE / REDUÇÃO %</b>				<b>0</b>	<b>22%</b>	<b>78%</b>					<b>0</b>	<b>9,5%</b>	<b>47,9%</b>
2) Impactos ambientais que não constam no EIA	FÍSICO	3/13,6%	24			12	18/10,1%			12	12/6,7%		
			25			3			0				
			26			3			0				
	BIOLÓGICO	9/40,9%	27		1		72/40,7%	0		10	31/17,5%		
			28			12							
			29		4				1				
			30			5				1			
			31			5			0				
			32			9			1				
			33					12		4			
			34					12		2			
			35					12		12			
			ANTRÓPICO	10/45,4%	36			4		87/49,2%		0	
	37					10		1					
	38					10		1					
	39					9		1					
	40					9		1					
	41					9		1					
	42					9		1					
	43			9		1							
44				12		12							
45				6		1							
<b>TOTAIS PARCIAIS</b>				<b>9</b>	<b>85</b>	<b>83</b>	<b>100%</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>54</b>	<b>35,5%</b>		
<b>TOTAL DE UNIDADES DE IMPACTO</b>								<b>177</b>					<b>63</b>
<b>REPRESENTATIVIDADE / REDUÇÃO %</b>				<b>5,1%</b>	<b>48%</b>	<b>46,9%</b>					<b>0,6%</b>	<b>4,5%</b>	<b>30,5%</b>

\*NIA – Números de impactos ambientais - representatividade quantitativa

\*\*UIA – Unidades de impactos ambientais - representatividade qualitativa

Qualitativamente de um total de 45 UIA, observa-se que sem aplicação de medidas mitigadoras a representatividade dos impactos foi de 87 (36%), 97 (40%) e 58 (24%) para os meios físico, biológico e antrópico, respectivamente.

De acordo com estes valores observa-se que os impactos têm aproximadamente a mesma representatividade quantitativa e qualitativamente. Com a aplicação de medidas mitigadoras a representatividade qualitativa dos impactos nos meios físico, biológico e antrópico, foram de 51 (21%); 59 (24%) e 29 (12%) respectivamente. Os valores da TABELA 6.4 mostram a eficácia da aplicação das medidas mitigadoras para cada meio .

TABELA 6.4 - Resumo da eficácia da aplicação das medidas mitigadoras ao EIA

Meios/Situação	Físico (%)	Biológico (%)	Antrópico (%)
Sem medidas mitigadoras	36	40	24
Com medidas mitigadoras	21	24	12
Diferença	15	16	12

Para a fase de planejamento a representatividade de redução dos impactos foi nula e para as fases de implantação e operação, esta representatividade foi de 22% e 78%, respectivamente, sem aplicação de medidas mitigadoras. E com aplicação das medidas mitigadoras, a representatividade dos impactos para as referidas fases foi de 9,5% e 47,9% respectivamente.

A redução dos valores aplicando as medidas mitigadoras foi significativa nas fases de implantação e operação. A não ocorrência de impactos na fase de planejamento justifica a inexistência dos valores. As medidas mitigadoras foram mais efetivas na fase de implantação, pois os impactos foram reduzidos 2,3 vezes, enquanto que na fase de operação os impactos foram reduzidos 1,6 vezes.

## 2) - Impactos ambientais que não constam no EIA

Considera-se relevante contemplar o elenco real de impactos ocorridos. Para tanto, foram observados alguns impactos que não foram contemplados no estudo, tais impactos se encontram descritos no ANEXO 1. Os referidos impactos de 24 a 45 são mostrados na TABELA 6.5. Do total de 22 impactos ambientais, 3 são impactos no meio físico ( 24 a 26), 9 impactos no meio

biológico (27 a 35) e 10 impactos no meio antrópico (36 a 45), cujo percentual é de 13,6%; 40,9% e 45,4% respectivamente.

Os referidos valores mostram que para este estudo os impactos no meio antrópico são mais numerosos quantitativamente. Qualitativamente observa-se que sem aplicação de medidas mitigadoras a representatividade dos impactos foi de 18 (10,1%); 72 (40,7%) e 87 (49,2%) para os meios físico, biológico e antrópico, respectivamente.

Com a aplicação de medidas mitigadoras a representatividade qualitativa dos impactos nos meios físico, biológico e antrópico, foram de 12 (6,7%); 31 (17,5%) e 20 (11,3%) respectivamente. Os valores da TABELA 6.5 mostram o diferencial da aplicação e da não aplicação das medidas mitigadoras para cada meio .

TABELA 6.5 - Resumo da eficácia da aplicação e da não aplicação das medidas mitigadoras.

Meios/Situação	Físico (%)	Biológico (%)	Antrópico (%)
Sem medidas mitigadoras	10,1	40,7	49,2
Com medidas mitigadoras	6,7	17,5	11,3
Redução (%)	3,4	23,2	37,9

Para as fases de planejamento, implantação e operação, esta representatividade foi de 5,1%; 48% e 46,9%, respectivamente, sem aplicação de medidas mitigadoras. E com aplicação das medidas mitigadoras, a representatividade de redução dos impactos para as referidas fases foi de 0,6%; 4,5% e 30,5%. A redução dos valores aplicando as medidas mitigadoras foi significativa em todas as fases. As medidas mitigadoras foram mais efetivas na fase de implantação, pois os impactos foram reduzidos 10,6 vezes, enquanto que na fase de operação os impactos foram reduzidos 1,5 vezes.

### 3 – Impactos existentes no EIA da UHE Três Irmãos e dos que não constam no EIA da UHE Três Irmãos.

Na TABELA 6.6 é demonstrada a somatória dos impactos ambientais existentes e dos não existentes.

A somatória dos impactos de 1) e 2) indicam 45 impactos ambientais, sendo 11 (24,4%) impactos no meio físico, 18 (40%) impactos no meio biológico e 16 (35,6%) impactos no meio antrópico.

TABELA 6.6 - Matriz dos impactos existentes no EIA da UHE Três Irmãos e dos que não constam no EIA da UHE Três Irmãos.

		NIA*	IMPACTOS AMBIENTAIS	SEM MEDIDAS MITIGADORAS				COM MEDIDAS MITIGADORAS			
				PLANEJAMENTO	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	UJA ** %	PLANEJAMENTO	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	UJA ** %
3) Impactos que constam no EIA e impactos que não constam no EIA da UHE Três Irmãos	FÍSICO	11/24.4%	1			9	105/25,1%			9	63/15%
			2			12				1	
			3			12				10	
			4			12				11	
			5			12				2	
			6			11				4	
			7		7					4	
			8			12				10	
			9			12				12	
			10			3				0	
			11			3				0	
	BIOLÓGICO	18 /40%	12			2	169/40,3%			0	90/21,5%
			13			12				1	
			14			12				11	
			15			12				4	
			16			12				4	
			17			12				12	
			18			11				11	
			19			12				6	
			20			12				10	
			21		1				0		
			22			12				10	
			23		4				1		
			24			5				1	
			25			5				0	
	26			9			1				
	27			12			4				
	28			12			2				
	29			12			12				
	ANTRÓPICO	16/35.6%	30				145/34,6%		1		49/11,7%
			31			11			1		
			32			9			7		
			33			12			10		
			34			3			0		
			35			12				10	
			36		4				0		
			37			10				1	
			38			10				1	
			39			9				1	
			40			9				1	
			41			9				1	
			42			9				1	
			43			9				1	
			44			12				12	
			45			6				1	
TOTAIS PARCIAIS				9	138	272	100%	1	31	170	49,2%
TOTAL DE UNIDADES DE IMPACTO							419				202
REPRESENTATIVIDADE / REDUÇÃO %				2,1%	32%	62,7%		0,2%	7,4%	40,5%	

\*NIA – Números de impactos ambientais - representatividade quantitativa

\*\*UIA – Unidades de impactos ambientais - representatividade qualitativa

Os resultados mostram que para este estudo os impactos no meio biológico são mais numerosos quantitativamente. Qualitativamente, sem medidas mitigadoras, observa-se que sem aplicação de medidas mitigadoras a representatividade dos impactos foi de 105 (25,1%), 169 (40,3%) e 145 (34,6%) para os meios físico, biológico e antrópico, respectivamente.

Conforme estes valores observa-se que os impactos têm aproximadamente a mesma representatividade quantitativa e qualitativamente sem medidas e com medidas mitigadoras. Com a aplicação de medidas mitigadoras a representatividade qualitativa dos impactos nos meios físico, biológico e antrópico, foram de 63 (15%); 90 (21,5%) e 49 (11,7%) respectivamente. Os valores da TABELA 6.7 mostram o resumo da aplicação das medidas mitigadoras para cada meio.

TABELA 6.7 – Resumo da eficácia da aplicação e da não aplicação das medidas mitigadoras.

Meios/Situação	Físico (%)	Biológico (%)	Antrópico (%)
Sem medidas mitigadoras	25,1	40,3	34,6
Com medidas mitigadoras	15	21,5	11,7
Redução (%)	10,1	18,8	22,9

Para as fases de planejamento, implantação e operação, a representatividade de redução foi de 2,1%; 32% e 62,7%, respectivamente, sem aplicação de medidas mitigadoras. E com aplicação das medidas mitigadoras, a representatividade dos impactos para as referidas fases foi de 0,2%; 7,4% e 40,5%, respectivamente.

É apresentada na TABELA 6.8 uma síntese dos resultados para visualização e discussão dos mesmos. A redução dos valores aplicando as medidas mitigadoras foi significativa em todas as fases. As medidas mitigadoras foram mais efetivas na fase de planejamento, pois os impactos foram reduzidos 10,5 vezes, enquanto que na fase de operação os impactos foram reduzidos 1,5 vezes. Pode-se observar que, aplicando as medidas mitigadoras os danos ambientais são reduzidos em 49% aplicando-se as medidas mitigadoras.

TABELA 6.8 – Síntese dos resultados da TABELA 6.6.

Fases/Situação	Planejamento	Implantação	Operação

Sem medidas mitigadoras	2,1%	32%	62,7%
Com medidas mitigadoras	0,2%	7,4%	40,5%
Redução (%)	1,9%	24,6%	22,2%

Considerando a sustentabilidade do empreendimento, se os impactos não considerados no EIA da UHE Três Irmãos fossem identificados e o empreendedor aplicasse as medidas mitigadoras sugeridas para os mesmos, seriam evitados vários problemas ambientais observados na visita a campo durante o trabalho, tais como: erosão dos solos, perda da biodiversidade, problemas relacionados com a qualidade das águas, além da insatisfação dos proprietários que ali permaneceram.

## 6.4 – Considerações sobre a análise do EIA

A seguir serão descritas as considerações sobre a análise do EIA (conforme a síntese dos impactos - ANEXO 1) e da situação encontrada nas visitas a campo.

O impacto nº 1, pertinente à supressão dos solos, trouxe graves conseqüências para os proprietários rurais da região dependentes economicamente dessas áreas para sobreviverem e que até os dias atuais mostram-se insatisfeitos.

As medidas mitigadoras pertinentes ao impacto nº 3 estão sendo executadas desde 1994, encontrando dificuldades devido à resistência dos proprietários para permitir a recuperação de áreas degradadas no entorno do reservatório (APPs). Estas áreas se encontram em suas propriedades, sendo comum que o gado derrube as cercas e pisoteie as mudas já plantadas, como mostrado na FIGURA 6.17. As cercas custam 40% do custo total da recuperação destas áreas, sendo que a cada 500 metros reflorestado é deixado um espaço de 100 metros para uso do gado.



FIGURA 6.17 - Área reflorestada com acesso para o reservatório.

Torna-se necessário orientar os proprietários sobre as vantagens do reflorestamento, tanto para a CESP quanto para sua própria propriedade, pois acarreta diminuição de risco de processos erosivos em suas propriedades.

Outra solução seria o plantio de árvores que tragam algum benefício econômico para os proprietários, tais como, Pitangueira, Pequi, Mangueira, dentre outros.

Observou-se nos impactos números 4 e 5, referentes à instabilização e risco de comprometimento de áreas de entorno, que houve um aumento da área do espelho d'água e, com isto, o aumento da evaporação.

A FIGURA 6.18 mostra os desbarrancamentos das referidas áreas. Além do que as medidas propostas não foram aplicadas em toda área devido às dificuldades mencionadas no impacto nº 3. A salinização dos solos descritos no impacto nº 6 foi reduzida devido ao manejo adequado da irrigação.



FIGURA 6.18 - Processos erosivos pluviais e das ondas.

Junto com o sistema de irrigação, é necessário o manejo e monitoramento das condições do solo quanto à compactação, adubação, absorção de água, cobertura morta orgânica, etc, para evitar o carreamento do solo para o reservatório. Parte desta área foi utilizada para lazer como medida sugerida no EIA do referido estudo.

O impacto nº 8, de acordo com a visita, foram encontrados dois portos de areia (FIGURA 6.19) em funcionamento com adaptação dos equipamentos permitindo a exploração em águas profundas como proposto no EIA, sendo que estes equipamentos têm um maior custo para os proprietários dos portos porque utilizam mais energia elétrica para serem operados. Quanto aos materiais argilosos, estes foram estocados por algum tempo.



FIGURA 6.19 - Porto de areia.

Referente ao impacto nº 9, o município de Pereira Barreto foi o único a ter sua área urbana atingida, sofrendo maiores conseqüências.

O impacto nº 10 é regional porque atinge toda a bacia hidrográfica. A FIGURA 6.20 mostra que as espécies da flora do fundo do reservatório são perdidas.

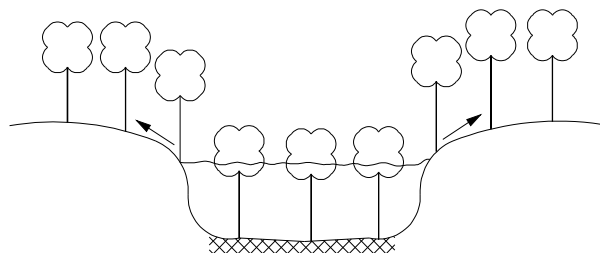


FIGURA 6.20 - Área de inundação.

A implantação do reservatório inundou 7591,11 ha de mata. Em relação à perda da fauna, no impacto nº 11, as medidas mitigadoras propostas foram aplicadas, mas mesmo assim muitos animais do fundo migraram por não conseguirem sobreviver nas áreas reflorestadas. Quanto às espécies ameaçadas de extinção, como por exemplo, o jacaré de papo amarelo, foi certificado que eles permaneceriam no local.

O impacto nº 15 continua relevante porque o brejo para sobrevivência da herpetofauna foi eliminado.

No impacto nº 16 para que a medida mitigadora seja eficaz é necessário se certificar do manejo adequado do solo acima do reflorestamento.

Pertinentes ao impacto nº 17, na área em torno do reservatório foram feitos loteamentos e construídas casas de campo para temporada. Tais construções surgiram devido ao desmembramento natural de herança familiar. Quanto às famílias residentes na área do reservatório, estas foram beneficiadas de acordo com as medidas propostas para o referido

impacto. Nas proximidades do reservatório foi construída uma área de lazer mostrada na FIGURA 6.21.



FIGURA 6.21 - Área de lazer.

Referente ao impacto nº 33, a consideração do fator ambiental é importante como forma de conservar a diversidade das espécies e a integridade ecológica do ecossistema aquático. Assim, a vazão ecológica é aquela que deve ser mantida no corpo d'água, visando atender as exigências da biota enfocada, seja mantendo as condições existentes antes da intervenção antrópica, seja para garantir condições estabelecidas, que busquem mitigar os impactos desta intervenção.

Com relação ao impacto nº 35, as emissões de gases de efeito estufa são produzidas através da decomposição da biomassa por bactérias em represas de geração hidrelétrica em regiões tropicais. As macrófitas fornecem uma fonte ininterrupta de carbono facilmente decomposto e, conseqüentemente, de emissões de CH<sub>4</sub>. Na FIGURA 6.22 é mostrado as macrófitas aquáticas encontradas na região do reservatório (FEARNISIDE, 2004).



FIGURA 6.22 - Macrófitas aquáticas.

O método de AIA proposto, utilizando o Sistema de Informações Geográficas e imagens CBERS de 2005, possibilitou delimitar, caracterizar e quantificar as áreas no entorno do reservatório e compara-las com o uso da terra em 1985, obtendo assim, as áreas que estão sendo usadas indevidamente de acordo com a legislação ambiental vigente. Este método possibilita a orientação do uso correto de terra, bem como para a proteção das áreas de preservação permanente, podendo-se evitar graves problemas ambientais, os quais podem advir do uso indevido da terra.

Com o resultado do uso e ocupação do solo no entorno do reservatório é possível elaborar um plano de recuperação de áreas degradadas de forma mais eficaz, através do plantio de

vegetação mais adequada para melhoria da qualidade da água no reservatório e diminuição de processos erosivos no entorno do mesmo, diminuindo, portanto o assoreamento do reservatório e aumentando sua vida útil.

A matriz possibilita: agilizar o processo de licenciamento ambiental; indicar o índice ambiental do empreendimento; a matriz pode ser aplicada na fase de planejamento, permitindo uma melhor escolha da área onde será implantado o empreendimento; indicar os índices ambientais para as diversas fases do empreendimento, isto é, o percentual ao se comparar os resultados obtidos com e sem a aplicação de medidas mitigadoras; existe também a possibilidade de ajudar na valoração da obra dos empreendimentos hidrelétricos, após a ponderação dos resultados.

A desvantagem da aplicação desta matriz está na subjetividade, assim como outras metodologias citadas no Capítulo 3. As avaliações dos impactos através da inserção de pesos na matriz também apresentam subjetividade, sendo que alguns técnicos podem subestimar ou superestimar os pesos de cada impacto.

Os resultados deste estudo com a aplicação da matriz proposta apresentaram muitas vantagens como mencionado anteriormente, os empreendimentos hidrelétricos são impactantes e necessitam ser submetidos a um processo rigoroso do licenciamento.

Tendo em vista o crescimento acelerado de alguns municípios da área de influência da bacia hidrográfica do reservatório da UHE Três Irmãos, e o aumento de epidemias nestes municípios, torna-se urgente a implantação de programas de educação ambiental para a comunidade, para viabilizar o cumprimento da legislação ambiental existente e educar os empresários e prefeitos quanto ao lançamento inadequado de resíduos industriais e domésticos que são lançados nos corpos d'água, alterando assim a qualidade da água.

## Capítulo 7

# CONCLUSÃO

O problema da construção das grandes hidrelétricas não se resume apenas ao pagamento de justas indenizações, é necessário compreender suas verdadeiras dimensões e criar uma cultura e uma infra-estrutura institucional que permitam transformar esses projetos em um apoio de desenvolvimento regional, assegurando impactos mínimos ao ecossistema local e regional. Os objetivos globais da política energética nacional devem ser o de garantir uma oferta de energia coerente com as necessidades do desenvolvimento com mínimo custo econômico, respeitando as restrições sociais, ambientais e estratégicas. Por isto, a avaliação de impactos ambientais em hidrelétricas é a oportunidade de se identificar efeitos indesejáveis e de alto custo, e de modificar projetos na fase de planejamento.

O comparativo multitemporal utilizado neste estudo possibilitou caracterizar e quantificar as áreas de vegetação existentes nos anos de 1985, e confrontá-las com o uso atual da terra obtendo assim, as áreas que estão sendo usadas indevidamente, e prejudicando mais ainda a qualidade da água do reservatório.

Foram identificados neste estudo 45 impactos ambientais negativos, sendo 11 (24,4%) impactos no meio físico, 18 (40%) impactos no meio biológico e 16 (35,6%) impactos no meio antrópico.

Os resultados obtidos mostram que os impactos no meio biológico são mais significativos quantitativamente. Qualitativamente, observa-se que sem aplicação de medidas mitigadoras a representatividade dos impactos foi de 105 (25,1%), 169 (40,3%) e 145 (34,6%) para os meios físico, biológico e antrópico, respectivamente.

Conforme estes valores observa-se que os impactos têm aproximadamente a mesma representatividade quantitativa e qualitativamente sem medidas e com medidas mitigadoras. Com

a aplicação de medidas mitigadoras a representatividade qualitativa dos impactos nos meios físico, biológico e antrópico, foram de 63 (15%); 90 (21,5%) e 49 (11,7%), respectivamente.

Para as fases de planejamento, implantação e operação, a representatividade de redução foi de 2,1%; 32% e 62,7%, respectivamente, sem aplicação de medidas mitigadoras. E com aplicação das medidas mitigadoras, a representatividade dos impactos para as referidas fases foi de 0,2%; 7,4% e 40,5%, respectivamente. As medidas mitigadoras foram mais efetivas nas fase de planejamento.

A matriz utilizada mostrou os índices ambientais do empreendimento nas diversas fases, de planejamento, implantação e operação mostrando a eficácia das medidas mitigadoras, inclusive em relação aos impactos não existentes no EIA. Possibilita também, como pode ser visto na TABELA 4.2, auxiliar nos custos ambientais do empreendimento e também agilizar o processo de licenciamento ambiental.

A partir das conclusões obtidas como resultado deste estudo, recomenda-se as seguintes ações voltadas à minimização dos problemas ambientais detectados:

- 1) Maior fiscalização por parte dos órgãos ambientais e proprietários locais e conscientização por parte destes e da comunidade no sentido de preservar as matas ciliares e subsidiar a elaboração de técnicas de manejo, minimizando a erosão.
- 2) Considera-se que alguns impactos não podem ser minimizados mesmo com a aplicação de novos investimentos em medidas mitigadoras. No entanto, em alguns casos, é possível prevenir ou reverter os impactos nas fases de planejamento, implantação e operação do empreendimento, com a utilização de maiores investimentos em ações mitigadoras.
- 3) Uma medida que envolveria a área de preservação permanente, seria substituir o cultivo da cana - de - açúcar às margens da represa pelo plantio de espécies nativas, recuperando parte da sua função de retenção.
- 4) Em relação à matriz de impactos, se os impactos não considerados no EIA da UHE Três Irmãos fossem identificados e aplicadas medidas mitigadoras aos mesmos, seriam evitados vários problemas identificados na visita a campo como: erosão dos solos, perda da biodiversidade, problemas relacionados com a qualidade da água.
- 5) Para que os resultados sejam mais próximos da realidade, sugere-se também que em todas as fases de elaboração do EIA seja considerada uma mesma equipe avaliadora dos impactos, e até mesmo para a aplicação da matriz, para se evitar a subjetividade com a mudança de um avaliador para outro.

- 6) É necessário transformar os projetos de UHE em um apoio de desenvolvimento regional, assegurando impactos mínimos ao ecossistema local e regional.

## Capítulo 8

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, W. (2006). Casos confirmados de dengue já superam 150 [on-line <http://www.folhadaregio.com.br/link.php?codigo=53572>, capturado em 31/07/2006]
- AMBIENTE (2005). Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos [on-line, <http://www.ambiente.sp.gov.br/agenda21/ag18.htm>].
- AMBIENTE BRASIL, [On-line [www.ambientebrasil.com.br](http://www.ambientebrasil.com.br), capturado em 26/12/2006].
- ANA – Agência Nacional de Águas (2002). Projeto Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ, [on-line [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br), capturado em 10/08/2006].
- ANA – Agência Nacional de Águas (2005). Agricultura Irrigada, [on-line <http://www.ana.gov.br/Documentos/cartilhaCONRID.pdf>, capturado em 09/06/2005].
- ANDRADE, R. V LORA, E.E.S; DUPAS, F.A. (2002). “Recursos Naturais, Demografia e Desenvolvimento: Uma análise baseada no relatório de desenvolvimento humano 2001 da ONU”. 11p. AGRENER. UNICAMP.
- ANEEL (2005) Capacidade de Geração do Brasil [on-line [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br), capturado em 09/06/2005]
- BAINES, S. G. (2004). Série Antropologia 361 Antropologia do Desenvolvimento e Povos Indígenas, Brasília. [ on-line <http://www.unb.br/ics/dan/Serie361empdf.pdf>].
- BARBOSA, T. A. S. (2004). Análise do Estudo de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Águia Delfim Moreira, MG. Proposta de Otimização do Processo de Licenciamento Ambiental Utilizando uma Matriz Simplificada. Dissertação de Mestrado, Universidade de Itajubá.
- BARON, S. (2001). Reparação e Indenização de Perdas Sofridas por Populações Atingidas por Barragens - Movimento dos Atingidos por Barragens-Brasil [on-line

- [http://www.dams.org/kbase/consultations/latin/abs\\_p1\\_pt.htm#fortunato](http://www.dams.org/kbase/consultations/latin/abs_p1_pt.htm#fortunato) capturado em 10/06/2005].
- BASE DA LEGISLAÇÃO FEDERAL DO BRASIL [on line <http://legislacao.planalto.gov.br> capturado em 28/07/2005].
- BÓIA, J. (2004). Projeto de lei do congresso Nacional. Congresso Nacional. Comissão Mista de Planos, Orçamentos Públicos e Fiscalização. 4. Projeto de Lei nº 03/2005-CN. [on-line [www.camara.gov.br](http://www.camara.gov.br)].
- BORLAND, H. (2005) Ontario rejects Great Lakes diversion proposal. (Conservation News You Can Use) - Journal of Soil and Water Conservation. Jan-Feb 2005 v60 i1 p10A(1)[on-line [http://pdfserve.galegroup.com/pdfserve/get\\_item/1/Sc159ddw6\\_2/SB453\\_02.pdf](http://pdfserve.galegroup.com/pdfserve/get_item/1/Sc159ddw6_2/SB453_02.pdf)], IEEE, referenciado pelo Periódico Capes.
- CABRAL, M.M.L.; CACHAPUZ, B.B.P.; LAMARÃO, N.T.S. (1988). Panorama do setor de energia elétrica no Brasil, edição Memória Da Eletricidade, Rio de Janeiro.
- CAMARA - Comissão de Minas e Energia - Projeto de Lei 5147 de 2001 [on-line <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/25381.htm>, capturado em 24/09/2006].
- CERNEA, M.M. (1997). "Social Policy and Resettlement Division AfricaLn Involuntary Population Resettlement in a Global Context. Toward Environmentally And Socially Sustainable Development Social Assessment Series 045 Washington, D.C. p.7, 1997,[on-line <http://www-wds.worldbank.org> capturado em 02/06/2005].
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente – Ministério do Meio Ambiente [on-line <http://www.mma.gov.br/port/conama/>, em 21/07/2005]
- CESP (2005) – Companhia Energética de São Paulo – Barragem do Reservatório Três Irmãos [on-line [www.cesp.gov.br](http://www.cesp.gov.br), capturado em 02/05/2005].
- CETESB (2005). Lei Federal Nº. 6.938 De 31 de Agosto de 1981 [on-line [http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/federal/leis/1981\\_Lei\\_Fed\\_6938.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/federal/leis/1981_Lei_Fed_6938.pdf)].
- CETESB (2006) Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental [on-line [http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/onde\\_fazer/define\\_licenciamento.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/onde_fazer/define_licenciamento.asp)].
- COSTA, M. V. CHAVES, P.S.V. OLIVEIRA, C.F.; (2005). Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará, Universidade de Fortaleza – UNIFOR.
- COSTA, C. R. (2005). "Hidroelétricas de grande escala em ecossistemas amazônicos: a Volta Grande do Xingu. Depto. de Geografia/USP (doutorando) [on-line <http://www.anppas.org.br/gt/energia/Reinaldo%20Correa%20Costa.pdf> ].

- CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. (2002). Avaliação e Perícia Ambiental. 3ed, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- DUPAS, F. A. ; DINIZ, Paulo Baltazar (2000) . Bacia hidrográfica do alto rio Sapucaí/MG - avaliação da qualidade de imagens orbitais Landsat 5 TM classificadas com algoritmo de máxima verossimilhança. In: Seminário Internacional Represa do Lobo-Broa 30 anos de Pesquisa em Limnologia, Gerenciamento e Participação, 2000, São Carlos. Seminário Internacional Represa do Lobo-Broa 30 anos de Pesquisa em Limnologia, Gerenciamento e Participação. São Carlos : International Institute of Ecology, 2000. v. 1. p. 80-81.
- EIA/CESP (1990). Estudos de Impacto Ambiental da UHE Três Irmãos / Companhia Energética de São Paulo. Elaborado Pelo geólogo Paulo da Silva Noffs *et al.*
- ENERGIA (2004). Embaixada do Canadá em Brasília, [on-line <http://www.dfait-maeci.gc.ca/brazil/sao-10-aboutcanada-6-pt.asp> capturado em 10/12/04].
- FACURI, M. F. A (2004). Implantação de usinas hidrelétricas e o processo de licenciamento ambiental: A importância da articulação entre os setores elétrico e de meio ambiente no Brasil. Itajubá. Dissertação de Mestrado. Instituto de Recursos Naturais, Pós Graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá.
- FEARNSIDE, P. M. (2002). Impactos Sociais da Barragem de Tucuruí – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) C.P.478, Manaus, AM.
- FEARNSIDE, PHILIP M. (2004). A Hidrelétrica de Samuel: Lições para as Políticas de Desenvolvimento Energético e Ambiental na Amazônia - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) Manaus-Amazonas, [ on-line [www.philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/mss%20and%20in%20press/SAMUEL-EM-3-port-2.pdf](http://www.philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/SAMUEL-EM-3-port-2.pdf) em 30/11/2005].
- FEDDEMA, J.J.; OLESON, K.W.; BONAN, G.B.; MEARN L.O.; BUJA, L.E.; MEEHL, G. A.; WASHINGTON, W. M. (2005) The importance of Land-Cover Change in Simulating Future Climates vol 310 [ on line [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org) ], capturado em 10/06/2005], IEEE, referenciado pelo Periódico Capes.
- FERREIRA, R.A.R.; Cavenaghi, A.L.; Velini, E.D.; Corrêa, M.R.; Negrisoli, E.; Bravin, L.F.N.; Trindade, M.L.B.; Padilha, F.S. (2005). Monitoramento de fitoplâncton e microcistina no reservatório da UHE Americana [on-line [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582005000200006&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582005000200006&script=sci_arttext&tlng=pt) capturado em 29/11/2005].
- FORTUNATO, M. A. (2001). A presença da hidreletricidade no setor elétrico brasileiro - Eletrobrás - Centrais Elétricas Brasileiras S.A.BRASIL [on line [http://www.dams.org/kbase/consultations/latin/abs\\_p1\\_pt.htm#fortunato](http://www.dams.org/kbase/consultations/latin/abs_p1_pt.htm#fortunato)].
- FREITAS, M. A. V.; DUTRA, L. E. D. (2002). Hidroeleticidade no Brasil: Perspectivas de Desenvolvimento e Sustentabilidade. Escola de Química/UFRJ, artigo contido em CD.

- FREITAS, M. (2006). Mudanças de climas e mudanças de vidas – Como o aquecimento global já afeta o Brasil, Coppe/UFRJ, [on-line [http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/catalogo\\_clima.pdf](http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/catalogo_clima.pdf), capturado em 15/11/2006]
- GALLEGO T. R.; N. MAZZEO,\* J. GORGA, M. MEERHOFF, J. CLEMENTE, C. Kruk, F. SCASSO, G. LACEROT, J. GARCÍA and F. QUINTANS (2004). - He effects of an artificial wetland dominated by free-floating plants on the restoration of a subtropical, hypertrophic lakeL[on-line <http://www.blackwell-synergy.com/links/doi/10.1111/j.1440-1770.2004.00245.x/abs> /capturado em 25/02/2005].
- GLEICK, P.H., SHIKLOMANOV. I. (1988). The word's Water : The Bienal Report on Fresh Water Resources, ed. Water in Crisis, Washington. [on-line image@2005earthsat capturado em 04/01/2006].
- GOMES, L. (2006). DENGUE - Casos suspeitos passam dos 4,5 mil [on-line <http://www.folhadaregio.com.br/link.php?codigo=53664> capturado em 31/07/2006]
- GRASSI, Marco Tadeu. (2001). As águas do planeta Terra. Cadernos temáticos Química Nova na Escola: Química Ambiental, São Paulo, n. 1, pp. 31-40.
- HARADA, J; YASUDA, N. (2004). Conservation and Improvement of the Environment in Dam Reservoirs Author - Source International Journal of Water Resources Development [Int. J. Water Resour. Dev.]. Vol. 20, no. 1, pp. 77-96.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004) A Água no Brasil. [ on-line [http://www.ate.com.br/agua/noticias/a\\_agua\\_no\\_brasil.php4](http://www.ate.com.br/agua/noticias/a_agua_no_brasil.php4), capturado em 04/08/2004].
- IBGE (2005) – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE Cidade @ [on-line <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>, capturado em 21/11/2005].
- INPE (2005) - [on-line <http://www.inpe.org.br>, capturado em 03/02/2005].
- IRN (2004) International Rivers Network, [on-line <http://www.irn.org/basics/ard/index.php?id=dams>, capturado em 04/08/2004].
- IRN (2006). International Rivers Network [on-line <http://translate.google.com>, capturado em 1/01/2006].
- JOHN, L. (2003). Gestão internacional da água é discutida em Bonn. [on-line <http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2001/dez/03/125.htm> Capturado em 03/02/05].
- JÚNIOR, L.U.R. (2004). Contribuições metodológicas visando a outorga de recursos hídricos para geração hidrelétrica, Dissertação de Mestrado, UNIFEI-Universidade Federal de Itajubá.
- JURAS, A. A. (1993). Avaliação de Impactos Ambientais Em Aproveitamentos Hidrelétricos. Problemas e Soluções. X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e I Congresso de Recursos Hídricos do Cone Sul, Gramado (RS).

- KLESSIG, Lowell L. (2001). Lakes and society: The contribution of lakes to sustainable societies, Lakes & Reservoirs: Research and Management Volume 6 Issue 2 Page 95 - June [on-line <http://www.blackwell-synergy.com/links/doi/10.1046/j.1440-1770.2001.00131.x/full/>], referenciado pelo Periódico Capes.
- LORA, E. S. (2002) Prevenção e Controle da Produção nos Setores Energético, Industrial e de Transporte – 2. Interciência, Rio de Janeiro.
- MABNACIONAL (2006) Movimento dos Atingidos por Barragens – Brasil, História do MAB [on-line <http://www.mabnacional.org.br/historia.html>, capturado em 10/12/2006].
- MACEDO, L.H.H. (1992). Curso de Tratamento d'água para fins industriais IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo, Rio de Janeiro, p. 5 e 6.
- MACHADO, P. A. L. (2001) Direito Ambiental Brasileiro. 9. ed. São Paulo: Malheiros Editores.
- MCCULLY, P. (2004). Tropical Hydropower is a Significant Source of Greenhouse Gas Emissions: response to the International Hydropower Association International Rivers Network, December. [on-line <http://www.irm.org/basics/conferences/cop10/pdf/TropicalHydro.12.08.04.pdf> capturado em 05/01/2006].
- MENEZES, Carlos Frederico; DIOS, Claudia Blanco (2005) - Legislação Ambiental de Interesse do Setor Elétrico Nível Federal - Departamento de Meio Ambiente Eletrobrás. [online [http://www.eletrobras.gov.br/downloads/EM\\_MeioAmbiente/LAISE\\_23\\_Jun\\_2005.pdf](http://www.eletrobras.gov.br/downloads/EM_MeioAmbiente/LAISE_23_Jun_2005.pdf), capturado em 06/09/2005].
- MINGACHO, P.C.D.P.L. (2003) Tipologia dos impactos ambientais associados às fontes renováveis – Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- MIRACELLY, K. (2006). DENGUE - Casos suspeitos passam dos 4,5 mil [on-line <http://www.folhadaregio.com.br/link.php?codigo=53664> capturado em 31/07/2006]
- MMA (2005) - Ministério do Meio Ambiente – Legislação [on-line <http://www.mma.gov.br/port/conama/>, capturado em 09/06/2005].
- MOTA, S. (1990). Impactos ambientais de obras de exploração de recursos hídricos: ações preventivas. Artigo do Professor Titular do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará: Doutor em Saúde Ambiental.
- MOURA, H.J.T.; OLIVEIRA, F.C. (2006) O Uso das Metodologias de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará - Ferramentas e Técnicas de Gestão Ambiental , Universidade de Fortaleza – UNIFOR [on-line <http://www.ebape.fgv.br/radma/doc/FET/FET-032.pdf>, capturado 12/12/2006]
- MUNDOQUIMICO (2005). A face negra da globalização [on-line <http://www.mundoquimico.hpg.ig.com.br/globalizacao.htm>, capturado em 12/10/2005].

- MUWANGA, R. (2003). Uganda: Banco Mundial tenta manter vivo o projeto hidrelétrico de Bujagali, [on-line <http://allafrica.com/stories/200310150307.html>, capturado em 03/10/2005].
- MÜLLER, A.C. (1995). Hidrelétrica, meio ambiente e desenvolvimento – São Paulo, p.37.
- PEDREIRA, A. C. (2004). Avaliação do Processo de Licenciamento Ambiental para Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado de Minas Gerais. Itajubá. Dissertação de Mestrado. Instituto de Recursos Naturais, Pós Graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá. 129 p.
- REBOUÇAS, C.A. (2003) Ciência, Tecnologia & Meio Ambiente. [on-line [http://www.radiobras.gov.br/ct/2003/materia\\_031299\\_1.htm](http://www.radiobras.gov.br/ct/2003/materia_031299_1.htm); capturado em 06/10/2004].
- RIMA – CESP (1990). Relatório de Impacto Ambiental UHE Três Irmãos, Companhia Energética de São Paulo, AR- Departamento de Meio Ambiente e Recursos Naturais, 72P.
- ROCHA, J.V. Gerenciamento de Operações Agrícolas em Sistema de Informações Geo-Referenciadas - UNICAMP/FEAGRI/DPLPAG, CP6011 - 13081970 – Campinas SP Brasil [ on-line <http://orion.cpa.unicamp.br>, capturado em 12/08/2006].
- ROSA, L. P.; SANTOS, M.A.; MATVIENCO, B. SANTOS, E. O.; SIKAR, E. (2004) Greenhouse Gás Emissions From Hydroelectric Reservoirs in Tropical Regions – Climate Change 66: 9-21.
- SADDEN, B. (2002) Hydropower development in Southern and Southeastern Asia - Power Engineering Review, Volume: 22 , Issue: 3 - page(s): 5 – 9, 2002 [on-line <http://ieeexplore.ieee.org> capturado em 22/09 2005] IEEE, referenciado pelo Periódico Capes.
- SETTI, A. A.; Lima, J.E.F.W., CHAVES, A.G. de M., PEREIRA, I. de C. (2001) Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos, Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Águas.
- SPPT - Sociedade Paulista de Pneumologia e Tisiologia (2005). Queima da cana-de-açúcar é responsável por doenças respiratórias em crianças e idosos – [on-line [http://www.sppt.org.br/v2/noticia\\_completa.php?id\\_noticia=108](http://www.sppt.org.br/v2/noticia_completa.php?id_noticia=108), capturado em 10/06/2006].
- STERN, G. (1994) Texas Environmental Almanac, Chapter 2, Water Quality, pag. 1.[on-line <http://www.texascenter.org/almanac/qualitych2p1.html> capturado em 05/03/2005].
- STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. (2000) Gerenciamento da Qualidade da Água de Represas, São Carlos: ILEC; IIE, 2000.
- SWEET, W. (2002) “China's big dams” Spectrum, Volume: 38, Issue: 9: Setembro. P. 46-51, IEEE, referenciado pelo Periódico Capes.

- TAUK, S.M. (1995). *Análise Ambiental: Uma Visão Multidisciplinar*. 2ed. São Paulo: U.E.P.
- TEIXEIRA, R.D. (2003) *Termelétrica a Gás Natural: Análise Jurídica do uso dos Recursos Naturais Água e Ar no Entorno do Ambiente. Urbano. Estudo de Caso. Dissertação de Mestrado, UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá.*
- THOMAS, R. L. (2004). *Management of freshwater systems: The interactive roles of science, politics and management, and the public Lakes & Reservoirs: Research and Management P. :65–73, IEEE, referenciado pelo periódico Capes.*
- TOMMASI, L.R. (1994). *Estudo de Impacto Ambiental*. São Paulo: CETESB: Terragraph Artes e Informática.
- TUNDISI, et al, (2001) - *Água e sua importância-série 1 –Instituto Internacional de Ecologia [on-line <http://www.iie.com.br/cartilha.htm> capturado em 23/03/2005].*
- VASCONCELLOS, L. A. S. (2005). *Ecosistema e Cadeia Alimentar CDCC-USP-São Carlos - Programa Educ@r Apoio: CAPES e Ford Foundation [on-line em <http://educar.sc.usp.br/ciencias/ecologia/ecologia.html> em 08/12/2005].*
- VELTROP, J.A. (2002) *Future of Dams, Power Engineering Review, IEEE, Volume: 22 , Issue: 3, , P. 12 – 15. [on-line, <http://ieeexplore.ieee.org> capturado em 20/05/2005], IEEE, referenciado pelo Periódico Capes.*
- VIANA, A. N. C.; BORTONI, E. C.; HADDAD, J.; SOUZA, R. C.; BERENHAUSER, C. J. *Disseminação de Informações em Eficiência Energética – Uso Eficiente de Energia Elétrica e Conservação de água em Sistemas de Saneamento Ambiental, Eletrobrás, Procel Rio de Janeiro, 2004.*
- VILLIERS, M (2002). *Água. Ediouro, Rio de Janeiro.*
- VIOTI, C. (2001) *As grandes barragens e a produção de energia- Experiência brasileira – Comitê Brasileiro de Barragens [on-line [http://www.dams.org/kbase/consultations/latin/abs\\_p1\\_pt.htm#fortunato](http://www.dams.org/kbase/consultations/latin/abs_p1_pt.htm#fortunato) capturado em 10/06/2005].*
- ZANATA, L.H. (2005) *Distribuição das populações de Cladocera (Branchiopoda) nos reservatórios do Médio e Baixo rio Tietê: uma análise espacial e temporal. Dissertação da Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos.*
- WILSON, Q.E. (2004). *A Questão das Águas, Portal SOS Mata Atlântica, [ on-line [http://portalsos.intolabs.com.br/?id\\_pasta1=0&id\\_pasta2=112](http://portalsos.intolabs.com.br/?id_pasta1=0&id_pasta2=112) capturado em 28/12/2004].*
- WIKIPEDIA (2006). *Enciclopédia livre – Regiões hidrográficas do Brasil [on-line [http://pt.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%B5es\\_hidrogr%C3%A1ficas\\_do\\_Brasil](http://pt.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%B5es_hidrogr%C3%A1ficas_do_Brasil), capturado em 25/12/2006]*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ADICIONAIS

- AB`SABER, A. Grandes Represas e suas alternativas no Brasil [on-line [http://www.dams.org/kbase/consultations/latin/abs\\_p1\\_pt.htm#fortunato](http://www.dams.org/kbase/consultations/latin/abs_p1_pt.htm#fortunato) capturado em 10/06/2005].
- ALONSO, V.Z. Energía Hidroeléctrica – Turbinas y Plantas Geradoras – ed. Limusa, Mexico, 1977.
- ANEEL (2003) Guia do Empreendedor de Pequenas Centrais Hidrelétricas/Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília.
- ANEEL (2002) (Agência Nacional de Energia Elétrica) Atlas de energia elétrica do Brasil, Brasília.
- CALÓ, E.G. Água: Desafio para o Próximo Milênio – do programa SRH,MMA,UNESCO, copidesque e revisão : Vilela, V.V. Brasilia, 1999.
- COSTA, J.F.A. GOMES, A. (2006) - Poluição causa mortandade no Machadinho [on-line <http://www.folhadaregiao.com.br/link.php?codigo=54043> capturado em 31/07/2006].
- CROPS AND DROPS, Uso da água na agricultura, Planeta Orgânico,2004 (Use of water in agriculture ) [ on-line: <http://www.planetaorganico.com.br/aguauso.htm> capturado em 02/02/05 ].
- CUNHA, H.F.A. Avaliação da Eficiência de Medida Mitigadora de Impactos Sócio-ambientais Causados por Construção de Hidrelétricas: O Reassentamento Populacional da UHE DE Taguaraçu/SP. Tese (doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP, 1999.
- EXALL, Kirsten; Marsalek, Jiri; Schaefer, Karl. A Review of Water Reuse and Recycling, with Reference to Canadian Practice and Potential: 1. Incentives and Implementation Personal

- . Journal:Water Quality Research Journal of Canada Source:Water Quality Research Journal of Canada v. 39 no. 1 (2004) p. 1-12, 2004, IEEE, referenciado pelo Periódico Capes.
- FEARNSIDE, PHILIP M. (2005). Impactos ambientais da barragem de Tucuruí: lições ainda não aprendidas para o desenvolvimento hidrelétrico na Amazônia. Inpa. [on-line <http://www.comciencia.br/reportagens/2005/02/05.shtml> capturado em 06/06/2005].
- FRANÇA, R.S. (2006). A Comunidade de invertebrados dos bentônicos nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava, e Três Irmãos (Baixo Tietes – SP). Dissertação de mestrado da Universidade Federal de São Carlos, UFIScar, São Carlos, 145p.
- IESP, Instituto de Educação Superior da Paraíba - [ on line [www.iesb.org.br/publicacoesm](http://www.iesb.org.br/publicacoesm) capturado em 12/08/2006].
- IETC, International Environmental Tecnology Centre Osaca/Shiga – Planejamento e gerenciamento de lagos e represas: uma abordagem integrada ao problema da eutrofização, São Carlos, 2001.
- IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. [on line, <http://www.igam.mg.gov.br>; capturado em 04/ago/2004].
- JÚNIOR, M.P. Zoneamento das Águas.Um instrumento de Gestão dos Recursos Hídricos, Belo Horizonte, 2000.
- MAB.Movimento dos Atingidos por Barragens, Rua Sete de Abril, 264 – sala 722, 01044-904, São Paulo – SP – Brasil, e-mail: [mnab@zaz.com.br](mailto:mnab@zaz.com.br)
- MACHADO, C. J. S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios Ambient. soc. vol.6 no.2 Campinas July/Dec. 2003.
- MAGADZA, C.H.D. The 6<sup>th</sup> International Conference on the Conservation and Management of Lakes/Reservoir in Tropical southern Africa. Special Problems in Lakes/Reservoir Management in Tropical Southern Africa. University L.Kariba Research Station, 1994.[ on-line: <http://www.pref.ibaraki.jp/prog/lake/lake11.htm>, capturado em 04/03/05].
- MARTINS, S. L. Sistemas para a Transposição de Peixes, p. 92-136, 1998 [on-line <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-25072002-142649/publico/04CapVI.pdf>, capturado em 03/09/2005].
- MOREIRA, L.V. D.Origem e Síntese dos Principais Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental.
- NOVO, E.M.L.M. Sensoriamento Remoto – Ed. Edgard Blucher LTDA. São Paulo, 1995.
- PCH NINHO DA ÁGUIA (2001). Estudo de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Águia. Elaborado por Golder Associates Ltda.
- SEMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. [on line, <http://www.sema.rs.gov.br/sema>; capturado em 28/07/2005]

TUNDISI, et al, (2001) - Água e sua importância-série 1 –Instituto Internacional de Ecologia [online <http://www.iie.com.br/cartilha.htm> capturado em 23/03/2005].

UNICAMP. <http://www.eco.unicamp.br/nea/agua/rechid.html>- capturado em 21/12/2004

VERDUGO. V. C., BECHTEL R., Fraijo-Singc B. - Opinião sobre a conservação ambiental e da água: um estudo empírico, 2002: on-line: <http://www.periodicos.capes.gov.br> capturado em 14/02/05], IEEE, referenciado pelo Periódico Capes.

WHITTINGTON, H.W. ; GUNDRY, S.W. (1998) Global climate change and hydroelectric resources Engineering Science and Education Journal; Volume 7, Issue 1, Feb. 1998 Page(s):29 – 34, referenciado pelo Periódico Capes.

**ANEXO 1 - Análise dos impactos identificados na UHE Três Irmãos no EIA/CESP (1990).**

<b>Meio Físico</b>				
Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise Sem medidas mitigadoras	Análise Com medidas mitigadoras
1	Supressão dos solos com aptidão agrícola na área requerida para o reservatório, p.130.	Impacto decorrente da formação do reservatório. Foram suprimidos cerca de 18.000 ha (20% da área do reservatório) de área com solos de grande potencial agrícola, como o latossolo roxo, a terra roxa estruturada e solos de menor potencial agrícola como o latossolo vermelho-amarelo, que ocupa cerca de 37.000 ha (45% da área do reservatório).	Na área do reservatório houve supressão dos solos com aptidão agrícola e prejudicando os produtores, pois as características sócio-econômicas da região eram típicas de agricultura. Com a perda desses solos, deixou-se de produzir grãos, cana, etc.	Não há como recuperar a área do reservatório. Portanto não existem medidas mitigadoras para o referido impacto.
2	Supressão dos solos com aptidão agrícola na área requerida para a infraestrutura de apoio e operacional, p.130.	Impacto decorrente da perda de solo na implantação da infra-estrutura de apoio e operacional da UHE.	Nas áreas de obras e infraestrutura de apoio, foram induzidas instalações de processos erosivos e instabilização de encostas.	Com adoção do programa de recuperação de áreas degradadas, recolocando o solo orgânico, plantando espécies nativas adequadas à cobertura e recomposição vegetal, a área seria recuperada em quatro anos p.149.
3	Elevação do lençol freático, com alterações no regime hidrológico regional e nas vazões dos rios. A inundação das planícies aluviais indica alterações no compartimento geomofológico, p.130-133.	A elevação do nível do lençol freático no entorno do lago eleva o nível d'água subterrânea, sendo danoso do ponto de vista geotécnico, agrônômico e sanitário tanto para áreas ocupadas, como também para aquelas não ocupadas. O conseqüente aumento de poropressões nas encostas induz a instabilizações localizadas nessa região, situação agravada pela remoção da cobertura vegetal. Contribui também para esse impacto a inundação das planícies aluviais (19.000 ha), que eram áreas de sedimentação natural. O afogamento dessas planícies, aliado a diminuição da capacidade de transporte, favorece o aparecimento de novas áreas de sedimentação nas desembocaduras dos afluentes, contribuindo diretamente para o	A elevação do lençol freático provoca a diminuição da vida útil do reservatório, alterando a qualidade das águas e comprometimento das terras em seu entorno.	Com adoção do programa de recuperação das áreas do entorno do reservatório o impacto poderia ser minimizado.

**ANEXO 1 - continuação**

<b>Meio Físico</b>				
Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise Sem medidas mitigadoras	Análise Com medidas mitigadoras
	<b>(continuação)</b>	assoreamento do reservatório (com perdas em seu volume útil e prejuízo da qualidade das águas). A ocorrência e a temporalidade do impacto foram vinculadas à dinâmica de uso do entorno do reservatório, em função da instabilização da remoção da cobertura vegetal e do manejo do solo.		
4	Instabilização e risco de comprometimento de áreas de entorno, p.131-132.	Processos erosivos pluviais e das ondas.	Os processos erosivos laminares e em sulcos são provocados pelas águas pluviais e pelas ondas às margens do reservatório nas áreas preparadas para cultivo e pastagens. Também o efeito combinado do embate das ondas reduz a vida útil do reservatório e provoca a instabilidade das encostas marginais.	O dimensionamento da cobertura vegetal marginal ao reservatório visa reduzir o transporte de material, a velocidade de escoamento, o impacto das gotas de chuva, a ação eólica e o transporte de solo (nutrientes, agrotóxicos e fertilizantes).
5	Instabilização de áreas marginais por rebaiamento rápido do reservatório, p.131).	Os processos erosivos desenvolvem-se através dos desbarrancamentos e também escorregamentos, que são resultantes do efeito combinado do embate das ondas e da oscilação do nível d'água.	O solo, quando o nível do reservatório diminui brusca-mente, as encostas podem ser instabilizadas, prejudicando outros usos. Assim, há perdas de solo em áreas de agricultura e também diminuição do volume armazenado. Como consequência, existirá o aumento da área do espelho d'água e redução da profundidade. Também como consequência haverá aumento da área de evaporação.	A manutenção do nível d'água constante faz com que o problema seja minimizado. O impacto poderia ser reduzido com o adequado dimensionamento da área de proteção permanente no entorno do lago.

<b>Meio Físico - continuação</b>				
Nº do	Identificação	Descrição	Análise sem medidas	Análise com medidas

impacto			mitigadoras	mitigadoras
6	Salinização dos solos destinados a agricultura, p.137.	A evaporação anual de 1200 mm/ano da região excede a precipitação que é de 1050 mm/ano, ocorrendo o aumento da salinidade do solo irrigado.	O clima regional tropical e os sais solúveis presentes nos minerais e a intemperização são levados por percolação às camadas inferiores até o lençol subterrâneo e também transportados para rios e mares. Com a elevação do lençol freático, o sal é levado para a superfície do solo, provocando perdas na agricultura.	Como a população não poderia usar água salobra para fins de agricultura, as áreas próximas ao reservatório seriam usadas para área de lazer. O adequado manejo adequado da irrigação poderia diminuir a salinização do solo (Holanda, 2001).
7	Impacto das áreas de empréstimo de solo e rocha, p.139.	A retirada da cobertura vegetal e de camadas sucessivas de solo e rocha das áreas de empréstimo de solo, que não foram submersas, totalizam 203,3 ha. A pedreira tem 3,9 ha e continuará em exploração após o término da obra.	A alteração do equilíbrio topográfico do terreno desencadeia a aceleração de processos erosivos de toda ordem. A não recuperação dessas áreas constitui uma ameaça a estabilidade dos taludes assim construídos, podendo provocar deslizamentos, assoreamento de rios e reservatório juntamente com a erosão e a infertilidade dos solos.	As localizações ideais das áreas de empréstimo são aquelas mais próximas das obras e dentro da bacia de inundação do reservatório. Esta medida não traz problemas de natureza física, química e biológica e nem para o volume de água armazenado. Também se evitam as obras de recuperação do terreno, além da interferência na paisagem. A recuperação das áreas degradadas e a obtenção de licenciamento específico para funcionamento da pedreira após a construção da hidrelétrica, o impacto é minimizado p.149.
8	Impacto sobre os recursos minerais, p.130.	A formação do reservatório inunda depósitos naturais de recursos minerais ainda desconhecidos e os já em exploração.	A inundação dos depósitos naturais de substâncias minerais causou impactos negativos e de caráter permanente. As jazidas de areia, argila e demais mine-rais estavam localizadas no leito do rio Tietê ou nas suas margens.	Com o programa de manutenção da atividade de mineraria, e o programa de reequipamento dos portos de areia, o impacto poderia ser minimizado, desde que analisado o potencial mineral p.109.

### ANEXO 1 - continuação

Meio Biológico				
Nº do	Identificação	Descrição	Análise sem medidas	Análise com medidas

<b>impacto</b>			<b>mitigadoras</b>	<b>mitigadoras</b>
9	Alterações na qualidade das águas devido a poluentes presentes em materiais inundados, p.135 ;137.	Impacto decorrente da inundação da captação de água para abastecimento urbano, da lagoa de estabilização de efluentes, do lixo, das fossas sépticas, dos resíduos sólidos e líquidos e do cemitério municipal, com possibilidade de doenças à população dos municípios de entorno.	Os municípios que utilizam o rio Tietê como fonte de abastecimento urbano, em um determinado período de tempo, correm risco à saúde da população.	Antes da primeira fase do enchimento do reservatório, seria efetuada a limpeza e recomposição do sistema de saneamento básico, com pleno funcionamento da rede de esgoto, da lagoa de estabilização e do aterro sanitário, 203.
10	Perda da flora, p.141.	A implantação do reservatório levou a supressão de vegetação natural remanescente e sucessional de 7591,11 ha (9,3% da área do reservatório).	A inundação dessas formações vegetais causou impacto direto na flora, com diminuição da densidade de espécies, e redução do potencial genético. Na fase de implantação, o impacto assumiu caráter irreversível na área que foi inundada.	A área inundada não pode ser recuperada.Com a adoção do Programa de reflorestamento ciliar e recomposição de matas nativas, e a utilização das unidades de conservação da flora, o impacto poderia ser minimizado, na área de entorno do reservatório p.171.
11	Perda de Fauna, p.141.	Impacto decorrente da remoção de vegetação nativa nas áreas destinadas ao reservatório, conforme citado no impacto 10.	Nas referidas áreas existia uma fauna com espécies ameaçadas de extinção. A perda de habitats para a fauna foi irreversível na área do reservatório.	As medidas, conforme citado no impacto 10, o estudo como unidades de conservação para fauna, reflorestamento ciliar, recomposição de matas nativas, o resgate e a relocação da fauna e também o programa de manejo de espécies ameaçadas de extinção, fariam com que parte das espécies evasiva retornasse à região.

### **Meio Biológico**

<b>Nº do impacto</b>	<b>Identificação</b>	<b>Descrição</b>	<b>Análise sem medidas mitigadoras</b>	<b>Análise com medidas mitigadoras</b>
----------------------	----------------------	------------------	--	--

12	Alteração nas características da água face a transformação do ambiente hídrico, p.143-145.	A transformação do ambiente hídrico, de condição lótica para lântica, devido à extensa área e volume do reservatório, como também ao tempo de retenção <sup>8</sup> , determina uma série de alterações nas características das águas. A evolução do crescimento populacional na bacia hidrográfica, conforme FIGURA 4.4 promove o aumento de substâncias nutritivas provenientes dos esgotos, fertilizantes, que junto com a decomposição da massa vegetal submergida, causa a eutrofização.	Ocorre eutrofização, e a redução de autodepuração das águas no reservatório.	Os efeitos causados pela eutrofização podem ser parcialmente mitigados quando se reduz a fonte de poluição. As medidas de redução passam por plantio por terraceamento, tratamento do esgoto das cidades de entorno, ampliação da recuperação das áreas degradadas e melhora da qualidade das águas que chegam da montante.
13	Modificação da estrutura e funcionamento da biota aquática, p.145.	A eutrofização favorece o aumento do plâncton, formando um grande volume de biomassa devido à proliferação excessiva das algas, fenômeno esse totalmente indesejável para o reservatório e para os organismos aquáticos.	A diminuição de peixes nas camadas mais profundas do reservatório. Também ocorre o assoreamento do reservatório.	A retirada da biomassa da bacia de acumulação e a efetiva redução das fontes poluidoras, conforme proposto nas medidas mitigadoras do impacto 12.
14	Eliminação de habitats para a ictiofauna, p.142.	A perda de inúmeras lagoas marginais acarreta o desaparecimento do “Lar de reprodução e alimentação dos alevinos”. A falta de locais propícios para a reprodução das espécies de piracema, as barreiras físicas a montante e químicas existentes no rio Tietê inviabilizam a construção das SPTs (sistema de transposição de peixes).	Houve diminuição de peixes carnívoros como o dourado, acostumado com água corrente. A introdução de novas espécies de peixes predadores diminui ainda mais as espécies de peixes no reservatório.	Diante das alterações físicas e químicas já existentes, o impacto adquire características irreversíveis.
15	Eliminação de habitats para a herptofauna, p.142	O desaparecimento das lagoas marginais inviabiliza a sobrevivência de algumas espécies da herptofauna.	Inúmeros répteis como a jaracussu do brejo, cobra d`água e sucuri tiveram seus habitats afetados. A sobrevivência do jacaré de papo amarelo (espécie ameaçada de extinção) também foi afetada.	Adotando-se um programa de manejo adequado para a herptofauna, o impacto seria minimizado p.161.

### Meio Biológico - continuação

Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise sem medidas mitigadoras	Análise com medidas mitigadoras
---------------	---------------	-----------	---------------------------------	---------------------------------

<sup>8</sup> Tempo de retenção R é a relação entre o volume do reservatório V, e as vazões afluentes ao mesmo, Q.  
 $R = V/Q$  onde  $V = 14 \times 10^9 \text{ m}^3$  e  $Q = 1900 \text{ m}^3/\text{s}$  então  $R = 85 \text{ dias}$ .

<b>Meio Biológico - continuação</b>				
Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise sem medidas mitigadoras	Análise com medidas mitigadoras
16	Alteração da qualidade das águas nas margens do reservatório devido a falta de mata ciliar.	A inexistência de proteção arbórea nas margens do reservatório e dos cursos d'água que o abastecem, associada ao uso agrícola, e ao uso intenso pelo gado, facilita o carreamento de elementos químicos, enriquecendo a água e empobrecendo o solo.	Ocorre alteração na qualidade das águas devido ao aporte dos elementos químicos, podendo ocorrer desestruturação na cadeia alimentar aquática, devido a presença de pesticidas e metais pesados.	A adoção de medidas como a recomposição da mata ciliar dificultaria o carreamento de elementos químicos para o reservatório e os cursos d'água p.171.
17	Alterações na vegetação aquática superior, p.145.	A existência na região de extensas áreas inundadas e lagoas marginais com abundância de plantas aquáticas é um problema em potencial para o reservatório de Três Irmãos.	Quando a vegetação aquática superior aumenta, ocorre o aumento da evapotranspiração, a diminuição da capacidade de armazenamento de água, a redução da penetração de luz, a obstrução das turbinas e possibilidade de proliferação de doenças. Com a redução da velocidade da água, ocorre a criação de áreas adequadas para a fixação de macrofitas aquáticas, que ao cobrir grandes áreas, causam problemas à operação dos reservatórios, obstruem tomadas d'água e afetam a capacidade de geração da UHE.	A limpeza e controle da área de inundação o impacto poderia ser minimizado e não revertido, pois não tem como eliminar a quantidade de matéria orgânica aportada p.158.

### **Meio Antrópico - continuação**

Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise sem medidas mitigadoras	Análise com medidas mitigadoras
18	Impactos sobre a área rural, p.116-117.	O reservatório inundou 72.725,73 ha de 572 propriedades rurais, onde as atividades pecuárias eram dominantes. Foram impactadas as atividades produtivas ali existentes, fazendo desaparecer áreas de pastagens (38.000 ha), áreas de cana e de culturas temporárias e permanentes. Além dos produtores rurais, foram atingidas 5 famílias de pescadores.	A perda de áreas utilizadas economicamente prejudicou o pequeno produtor e pescador, que dificilmente encontra opção de se reestruturar, acarretando, assim, a perda total de sua produção na região. A pecuária extensiva e a concentração fundiária resultaram num esvaziamento demográfico e na presença diminuta de pequenos produtores.	Foi realizado um reassentamento provisório para famílias que trabalhavam na agricultura e não eram proprietários para uma área rural próxima da montante da barragem, sendo entregue para cada família 1 ha de terra para cultivo e condições de sobrevivência. O reassentamento definido seria para uma área de 1250 ha, no município de Bento de Abreu, a 70 km do reservatório. Seria feito o reassentamento de 5 famílias de pescadores às margens do reservatório. Os 572 proprietários legalizados receberiam, em dinheiro, o valor referente a suas terras e benfeitorias. Os proprietários que não realizassem o acordo seriam objeto de ação judicial conforme lei em vigor, p.196-200.
19	Alteração da qualidade das águas nas margens do reservatório devido a falta de mata ciliar.	A inexistência de proteção arbórea nas margens do reservatório e dos cursos d'água que o abastecem, associada ao uso agrícola, e ao uso intenso pelo gado, facilita o carreamento de elementos químicos, enriquecendo a água e empobrecendo o solo.	Ocorre alteração na qualidade das águas devido ao aporte dos elementos químicos, podendo ocorrer desestruturação na cadeia alimentar aquática, devido a presença de pesticidas e metais pesados.	A adoção de medidas como a recomposição da mata ciliar dificultaria o carreamento de elementos químicos para o reservatório e os cursos d'água p.171.

## ANEXO 1 - continuação

**Meio Antrópico**

Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise sem medidas mitigadoras	Análise com medidas mitigadoras
20	Risco de comprometimento dos vínculos sociais das relações de vizinhança, p.124.	Com a conclusão das obras para implantação das estruturas operacionais, o enchimento do reservatório levou à realocação compulsória das famílias afetadas. O cemitério de Pereira Barreto sofreu interferência indireta, cerca de 713 túmulos sofreram infiltração com a elevação do lençol freático, o que provocou a realocação do mesmo.	O sofrimento da população, devido à ruptura com a vizinhança foi muito significativo. O reservatório é um aparato físico e a realocação das famílias contribuiu para o desmembramento físico de famílias e parental.	Mesmo com o reassentamento populacional na área urbana, e a realocação dos túmulos, muitos moradores ficariam insatisfeitos, pois já teriam estabelecido vínculos emocionais e sociais no local, e sua realocação eleva a magnitude do impacto, p.201; 207.
21	Perda de patrimônios culturais e naturais, p.128.	O impacto sobre o patrimônio arqueológico correspondeu a inundação de alguns sítios. Quanto ao patrimônio arquitetônico foram inundados a ponte Novo Oriente e o conjunto arquitetônico japonês. Serão também atingidas as áreas de lazer e recreação, situadas às margens do rio, utilizadas principalmente pela população de baixa renda.	O impacto é pertinente à perda dos patrimônios quando se tenta a realocação dos mesmos.	O levantamento prévio do patrimônio arqueológico permitiria o remanejamento parcial desse para locais seguros, mas mesmo esta transferência resultaria na perda do local original. O levantamento foto-gráfico e histórico dos patrimônios arquitetônicos e o repasse para a população dos municípios seria uma forma parcial de preservá-los, p. 218-224.
22	Impacto sobre a infraestrutura de energia, telefônica e viário p.122.	A construção da UHE Três Irmãos dada sua grande extensão provocou interferência no sistema viário, na rede elétrica e na rede telefônica, que se localizavam na área de inundação.	Interronpeu o trajeto da população que utilizava o sistema viário estadual e municipal. Foi interrompido também o fornecimento de energia elétrica e telefone na região atingida.	Com a recomposição do sistema viário e a realocação das redes de energia elétrica e de telefonia, o impacto poderia ser minimizado, p.202.

## ANEXO 1 - continuação

**Meio Antrópico**

Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise sem medidas mitigadoras	Análise com medidas mitigadoras
23	Impacto sobre a atividade minerária, sobre a produção e o mercado de trabalhos locais, sobre a mão de obra direta e indireta, p.120.	A formação do reservatório inundou as fontes de matéria prima, os equipamentos e as instalações industriais. Foram afetados a pedreira, a olaria, as cerâmicas e portos de areia. Quanto a estes, o enchimento do reservatório aumenta a profundidade dos depósitos de extração, tornando impossível à operação com tais equipamentos.	A produção e o mercado de trabalho local da atividade minerária, foi atingida com repercussões regionais sócio-econômicas, uma vez que a produção atendia parte do mercado da região.	De acordo com a portaria nº 170/87, que prevê a utilização da borda livre do reservatório, seriam feitas propostas para que os minerários que tivessem as jazidas e atividades legalizadas, ao invés de indenização, pudessem explorar outra jazida nas bordas livres. Caso o minerador não fosse detentor dos direitos minerários, seria oferecido-lhe o direito, por um período mínimo de dez anos, de explorar uma outra jazida localizada na área da CESP. Quanto à pedreira, esta seria indenizada. Os proprietários dos portos de areia considerados beneficiários, em troca da indenização a que teriam direito, teriam seus equipamentos atualizados, p.209.

### Relação de impactos que não constam no EIA da Usina Três Irmãos

Meio Físico				
Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise sem medidas mitigadoras	Análise com medidas mitigadoras

<b>Meio Físico</b>				
Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise sem medidas mitigadoras	Análise com medidas mitigadoras
24	Elevação do lençol freático, com alteração no regime hidrogeológico local e regional.	A formação do reservatório provoca alterações e a elevação do nível do lençol freático no entorno do lago, permite que aflore em outras bacias hidrográficas <sup>9</sup> .	A elevação do lençol freático causa possíveis problemas de afloramento no entorno de bacias hidrográficas adjacentes, causando perda d'água e alterações no regime regional.	Apesar da adoção do monitoramento hidrogeológico, o impacto continuará existindo, torna-se necessário que na fase de planejamento a geologia seja analisada.
25	Instalação/acirramento de processos erosivos e de movimentos de massa associados às obras de construção da UHE e às operações de desmate na área do reservatório.	Corte, aterro e exposição de solos (estas também na área do reservatório associada ao desmate) nas áreas de obra de infra-estrutura construtiva de apoio e de bota fora poderiam induzir a processos erosivos e de instabilização de solo ou mesmo acirramento de focos já existentes, constituindo fonte de sedimentos significativa para os corpos hídricos, com impacto sobre a qualidade de suas águas.	O referido impacto ficou em função da topografia do local, do tipo de solo (geologia), da área requerida para o canteiro de obra e da área desmatada para o reservatório.	O planejamento (dimensões do canteiro de obras, colocando-o na área do reservatório e a recuperação de áreas degradadas) do canteiro de obras e da área do reservatório permitiria que a situação fosse minimizada.
26	Sólidos em suspensão no ar e ruído.	Poeira em suspensão e ruído resultante dos trabalhos e implantação dos canteiros, realização das obras e movimentos de máquinas, trânsito de veículos, mobilização do entulho, resultando em infecções respiratórias e de audição em trabalhadores e na população rural ainda não realocada.	O trânsito de máquinas e veículos acarretaram a suspensão de material particulado e de ruídos.	A adoção de técnicas como por exemplo, irrigação durante a obra e uso de equipamentos de proteção individual iriam minimizar substancialmente o impacto.

## Meio Biológico

<sup>9</sup> Tem-se como exemplo a discussão sobre a usina Corumbá I, que a água fria do reservatório não infiltrará no lençol termal de Caldas Novas, porque o nível da usina está abaixo do nível do lençol Termal de Caldas Novas (Goiás).

Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise sem medidas mitigadoras	Análise com medidas mitigadoras
27	Perda de vegetação.	Impacto provocado pelo desmate para abertura de trilhas.	Ocorreu a perda de vegetação, devido a abertura de picadas, para a realização do levantamento topográfico e geológico da região da UHE.	Não seria necessário adotar medidas mitigadoras, porque a vegetação se recupera naturalmente.
28	Dispersão de elementos da fauna, devido a falta de mata ciliar.	A mata ciliar é fonte de alimentos para a fauna.	A fauna tende a se dispersar devido a falta de elementos provenientes da vegetação arbórea.	A recomposição da mata ciliar evitaria a diminuição e dispersão da fauna.
29	Dispersão da fauna de vertebrados alados e terrestres na fase de implantação.	A abertura de acessos e picadas leva a dispersão da fauna, que se deslocará para a área de entorno devido ao barulho, poeira e desmatamento. Finalizados os trabalhos a mesma tende a retornar.	A fauna tende a se dispersar para outro local, retornando para o seu habitat de origem após o término da fase de planejamento.	Não há necessidade de monitoramento e adoção de medidas mitigadoras.
30	Dispersão da fauna de vertebrados alados e terrestres na fase de operação.	Na fase de operação da UHE o lago cria uma área de influência.	A fauna se dispersa para outras regiões.	Com a criação das APPs, parte da população das várzeas muda para a APPs. No entanto, habitantes do fundo não vão conseguir habitar na beira do lago.
31	Alteração da qualidade das águas, frente ao descarte de efluentes, a disposição inadequada de resíduos e de insumos nas áreas de canteiro de obras; oficinas, alojamentos, refeitório e área de lazer.	Nas áreas de infra-estrutura construída serão gerados afluentes sanitários, de lavagem de equipamentos (incluindo óleos e graxas) e de cozinha, bem como resíduos domésticos que se não convenientemente coletados, tratados, e/ou dispostos poderão alterar a qualidade das águas. A potencial contaminação dos recursos hídricos ocorre derivada da disposição inadequada de baterias de veículos, lâmpadas fluorescentes, óleos e pneus. Estas alterações na qualidade da água se refletem sobre a ictiofauna, que tende a se dispersar à procura de água de melhor qualidade.	O impacto ocorre devido à disposição inadequada de resíduos durante a construção da UHE, que tem como conseqüências a contaminação do solo e da água, comprometendo os ecossistemas envolvidos nessa situação. Para alguns tipos de resíduos lançados na água, o rio tem capacidade de autodepuração, mas alguns desses resíduos que contêm metais pesados se dispersam na água e provocam uma contaminação regional, o que justifica a magnitude alta do impacto.	Com a disposição adequada desses resíduos gerados como construção de fossas sépticas, monitoramento da qualidade das águas, o referido impacto tende a minimizar. A construção de fossas sépticas é uma medida mitigadora muito significativa, pois estas previnem os trabalhadores da obra (que no caso da UHE são muitos), de doenças. Além disso, a construção destas possibilita a utilização de água de melhor qualidade pelos usuários á jusante do local e contribui para a conservação dos recursos hídricos.
32	Pressão sobre a fauna	A concentração de muitas pessoas associadas à construção da UHE leva a pressão de caça de espécies consideradas como de valor alimentar, das	Há uma tendência de grande parte do pessoal envolvido na obra em praticar a caça.	Como palestras de sensibilização com o pessoal envolvido na obra e fiscalização o impacto seria

<b>Meio Biológico</b>				
Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise sem medidas mitigadoras	Análise com medidas mitigadoras
		criadas em cativeiro, como animal de estimação e das consideradas peçonhentas ou perigosas.	Considerando-se que no local existiam animais ameaçados de extinção, elevou-se a magnitude do impacto. Geralmente, as pessoas envolvidas na obra já têm cultura de praticar a caça e apreender animais em cativeiros.	minimizado. Sugere-se, para os próximos empreendimentos a captura e o remanejamento de animais que possam ameaçar a vida dos funcionários da obra, como, por exemplo, uma cobra cascavel.
33	Danos à fauna e à flora a jusante do barramento.	Na época da seca há redução do turbinamento, com a conseqüente redução da vazão a jusante do barramento. As espécies de mastofauna e ictiofauna, herptofauna e anfíbiofauna associados aos ambientes úmidos se dispersam.	A fauna depende de ambientes com volume e umidade e procura outros ambientes para sua sobrevivência.	Com a adoção de medidas mitigadoras como a adoção da vazão $Q_{7,10}$ a jusante do barramento e o programa de monitoramento da fauna, o impacto seria revertido.
34	Flutuação de nível do reservatório elimina habitats para a anfíbio fauna e ictiofauna.	Perda de habitats marginais, em decorrência da flutuação de nível. Esta variação impede que as margens sejam usadas como áreas de desova e alimentação, refletindo no tamanho das populações.	O impacto sobre a anfíbiofauna é mínimo em relação à ictiofauna devido à facilidade de deslocamento dos anfíbios em busca de um ambiente favorável ao seu desenvolvimento.	Ações para criar condições de reprodução da anfíbiofauna, como, por exemplo, a adoção da vazão ecológica <sup>10</sup> e o monitoramento das lagoas marginais evitaria a eliminação de parte dos anfíbios.
35	Efeitos climáticos	As construções de reservatórios causam vários efeitos sobre o clima como aumento do vento, aumento da umidade do ar e a redução da incidência solar nas regiões mais próximas ao reservatório devido a formação de neblina (Muller, 1995). Os reservatórios de UHE emitem gases de efeito estufa como gás carbônico (CO <sub>2</sub> ) e metano (CH <sub>4</sub> ) provenientes da decomposição da biomassa vegetal e de outros materiais orgânicos que chegam à montante da barragem.	A formação de neblina tem influência na temperatura média e na produtividade aquática (Muller, 1995). A alteração do clima prejudica a agricultura e algumas áreas recreativas e induz também a erosão nas margens. Os gases emitidos na atmosfera contribuem para o aquecimento global da terra.	Mesmo com o desmatamento e a limpeza da bacia de acumulação, o impacto continuaria, pois não há como eliminar a matéria orgânica no reservatório.

## Meio Antrópico

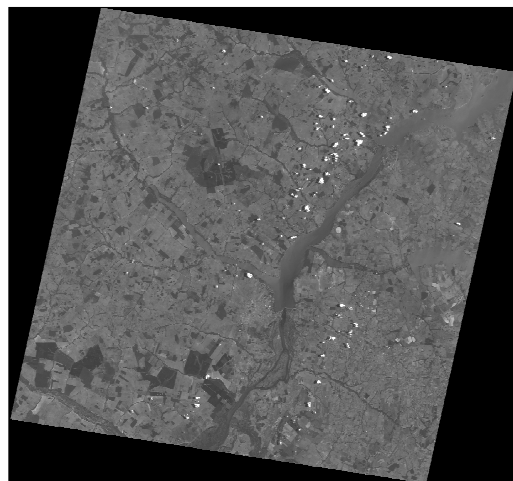
<sup>10</sup> Vazão ecológica é aquela que atende às exigências da biota enfocada, seja mantendo as condições antes da intervenção antrópica, seja para garantir condições estabelecidas que busquem mitigar os impactos desta intervenção (BEZERRA *apud* JUNIOR, 2004).

Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise Sem medidas mitigadoras	Análise Com medidas mitigadoras
36	Insegurança e ansiedade da população local.	Informações insuficientes e/ou inadequadas, por vezes, extemporâneas, em virtude de falta de planejamento referente à construção do empreendimento, comuns à etapa que antecede a definição quanto à viabilidade de sua implantação, realização de trabalhos de campo preliminares, sem comunicação prévia e sem treinamento do pessoal, receios de perdas, prejuízos e transtornos.	A população fica insegura com a implantação do empreendimento devido às conseqüências que a implantação do mesmo traz.	Com programas de comunicação social, o impacto minimizaria, pois a população ficaria melhor informada sobre o empreendimento, principalmente se os usuários a jusante forem informados que eles não ficariam prejudicados por falta de água para as suas atividades por causa da vazão Q <sub>7,10</sub> .
37	Deslocamento da população e tendência a desorganização social em função de possíveis ofertas de trabalho.	Contratação de grande número de pessoas “externa” e local, mão de obra direta e indireta com possibilidade de migração.	Na fase de implantação ocorre um crescimento populacional, agravando os problemas nas áreas urbanas próximas à hidrelétrica, porque as cidades não possuíam infra-estrutura para receber tal população., Também o número de empregos oferecidos foi inferior ao número de trabalhadores atraídos pela obra. Em uma UHE passado o período de maior movimentação nas obras civis, ocorre um aumento de desemprego local, já que os empregos oferecidos no início das obras são de baixa qualificação, dificultando a recolocação no mercado de trabalho, o que contribui para o aumento dos problemas sociais dessas áreas.	Com o programa de qualificação da população local e programa de melhor qualificação da mão de obra dispensada para introduzi-los no mercado de trabalho, o impacto seria minimizado.
38	Instabilidade do mercado imobiliário.	Demanda de novas habitações, derivadas do grande incremento populacional.	Em determinadas localizações geográficas dos empreendimentos existe aumento de	Contratação de mão-de-obra local.

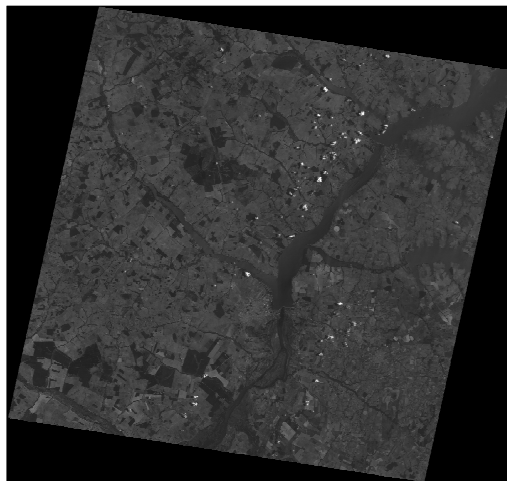
<b>Meio Antrópico</b>				
Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise Sem medidas mitigadoras	Análise Com medidas mitigadoras
			especulação imobiliária.	
39	Possibilidade de aumento de doenças infecciosas e parasitas.	Dependendo da localização do empreendimento seria considerada a disposição inadequada de lixo e da água servida no alojamento, situação na qual haveria risco de contaminação da água do solo e de alimentos, inclusive do centro urbano.	Considerando a contratação de muitos trabalhadores externos, são exigidos alojamentos que geram outros impactos como, por exemplo, a disposição inadequada de resíduos.	Considerando a adoção de medidas como a capacitação de mão-de-obra local, tem-se como consequência a redução do processo migratório, reduzindo o impacto. Além disso, um programa de gestão de afluentes e resíduos resultaria na minimização do impacto.
40	Disseminação de doenças transmissíveis (DST) e demais.	É decorrente da presença de portadores de doenças transmissíveis, na população atraída pelo empreendimento.	Aumento de DST e demais.	O treinamento de trabalhadores locais pode evitar esse impacto.
41	Violência.	A introdução de novos padrões e culturas no local, desenvolvem tendências de violência.	A chegada de trabalhadores externos causou a entrada de pessoas estranhas.	O treinamento de trabalhadores locais ou contratação de pessoas da região evitaria a entrada de pessoas estranhas minimizando o choque cultural.
42	Probabilidade de ocorrência de acidentes.	Impacto sobre o trabalhador e a população local, decorrente da utilização de máquinas, equipamentos e trânsito de veículos.	O trânsito de veículos e de máquinas acarreta ocorrência de acidentes.	O treinamento dos trabalhadores, como também a adoção de medidas de engenharia de segurança, poderiam minimizar o impacto.
43	Pressão sobre os serviços de saúde.	Acréscimo populacional derivado do fluxo migratório derivado da implantação do empreendimento. Dependendo do local ocorre insuficiência de recursos de atenção a saúde.	A falta de infra-estrutura das cidades próximas sobrecarrega o serviço de saúde.	As adoções de ambulatório médico e de enfermagem próprias poderiam ser soluções para não sobrecarregar o serviço de saúde dos municípios.

<b>Meio Antrópico</b>				
Nº do impacto	Identificação	Descrição	Análise Sem medidas mitigadoras	Análise Com medidas mitigadoras
44	Impacto na paisagem na fase de implantação.	O impacto consiste basicamente no desaparecimento e alteração de algumas características da paisagem e no aparecimento das infra-estruturas associadas ao aproveitamento (Mingacho, 2003).	O uso do solo é alterado, a vegetação é submersa, escava-se e deposita-se material inerte, constroem-se as várias partes do aproveitamento, interrompem-se as linhas e formas do vale e aparece uma superfície de água a uma cota mais elevada. Os impactos são de relevância devido à capacidade de absorção visual da paisagem.	Os efeitos negativos na paisagem, especialmente os decorrentes da implantação do circuito hidráulico, seriam irreversíveis. Portanto, não existe medida mitigadora para tal impacto.
45	Perdas aos usuários do lago, devido deplecionamento do reservatório por utilização da água apenas para gerar energia	O rebaixamento prolongado do reservatório em época de seca.	Provoca prejuízos aos usuários do lago <sup>11</sup> , prejudicando a pesca, áreas de lazer e navegação.	Quanto ao desnível do reservatório em época de seca, é necessário estabelecer uma cota mínima de operação do lago para não prejudicar os usuários.

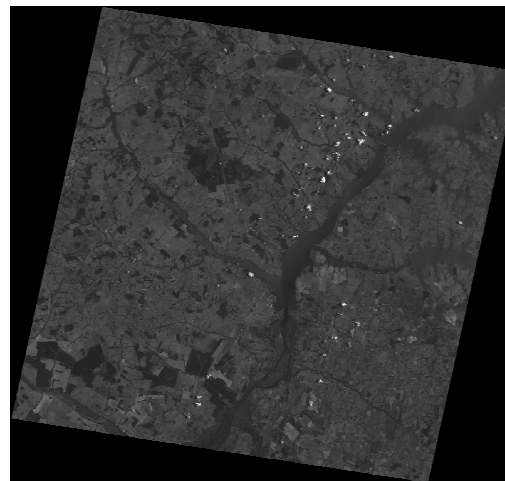
<sup>11</sup> Tem-se como exemplo o rebaixamento prolongado do reservatório de Furnas em 2001, que resultou em perdas significativas aos usuários do lago.



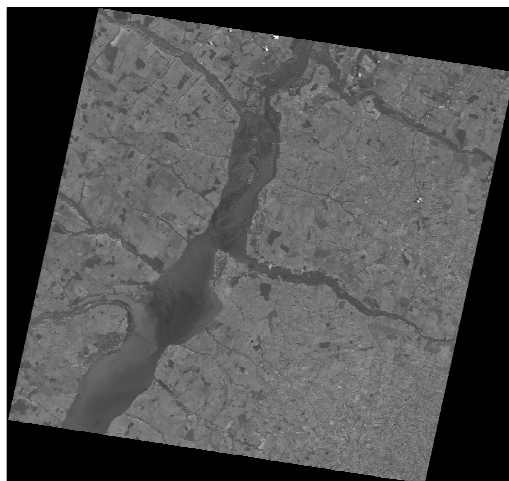
CBERS\_2\_CCD1XS\_15-11-2005\_160\_123\_BAND2



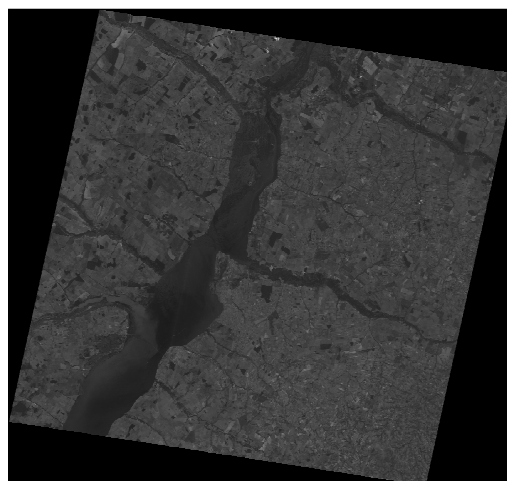
CBERS\_2\_CCD1XS\_15-11-2005\_160\_123\_BAND3



CBERS\_2\_CCD1XS\_15-11-2005\_160\_123\_BAND4



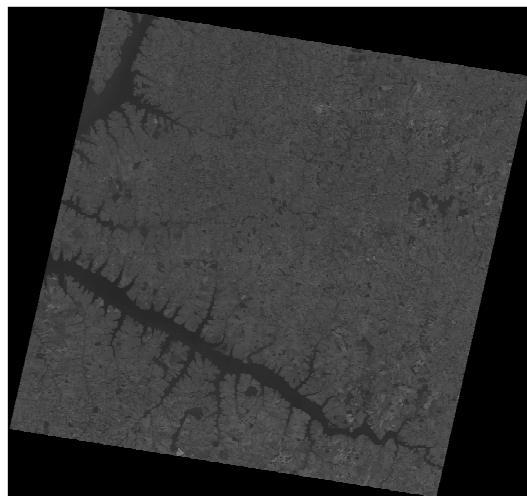
CBERS\_2\_CCD1XS\_15-11-2005\_160\_124\_BAND2



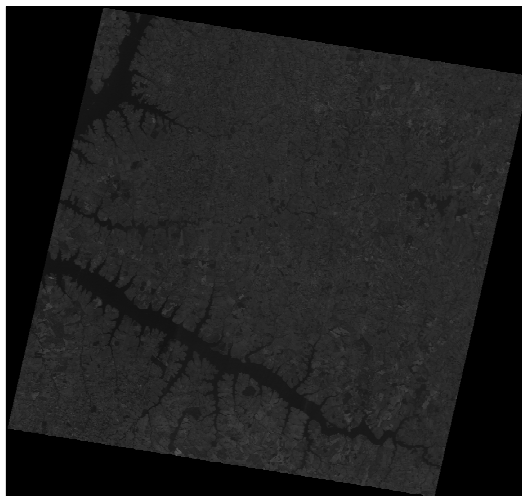
CBERS\_2\_CCD1XS\_15-11-2005\_160\_124\_BAND3



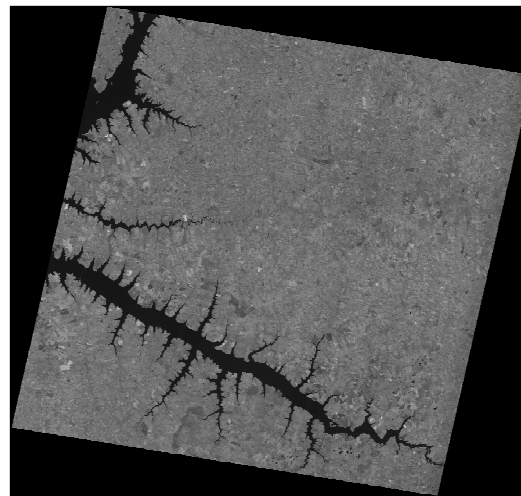
CBERS\_2\_CCD1XS\_15-11-2005\_160\_124\_BAND4



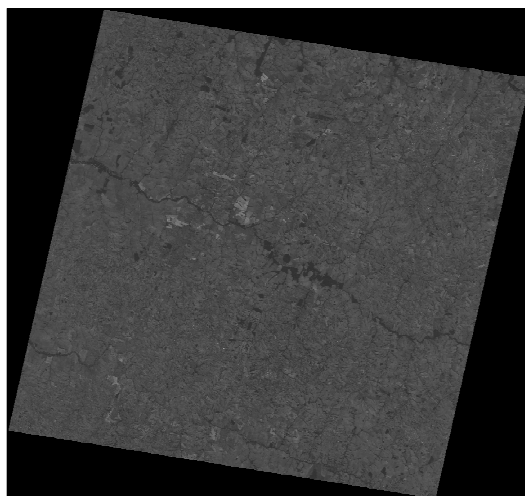
CBERS\_2\_CCD1XS\_06-08-2005\_159\_123\_BAND2



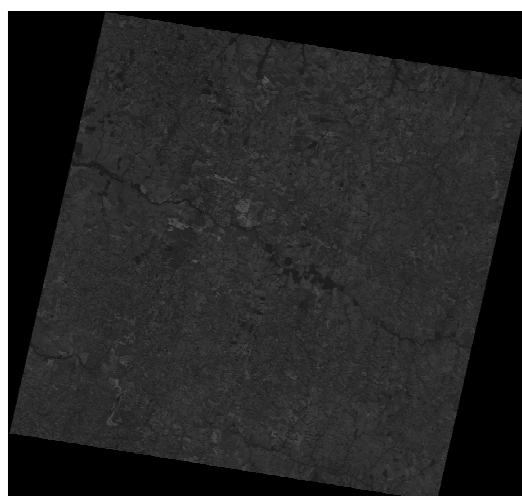
CBERS\_2\_CCD1XS\_06-08-2005\_159\_123\_BAND3



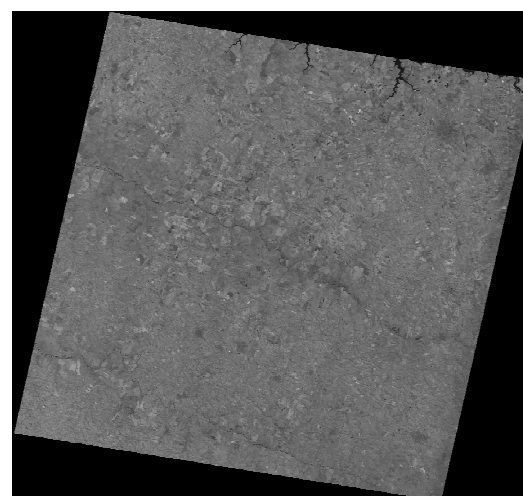
CBERS\_2\_CCD1XS\_06-08-2005\_159\_123\_BAND4



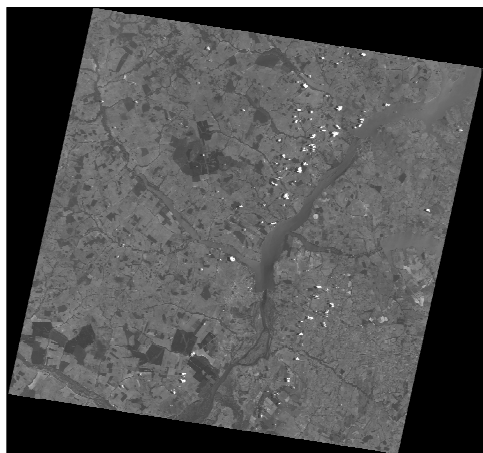
CBERS\_2\_CCD1XS\_06-08-2005\_159\_124\_BAND2



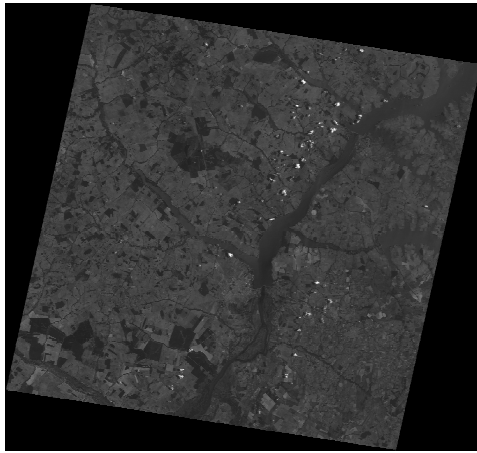
CBERS\_2\_CCD1XS\_06-08-2005\_159\_124\_BAND3



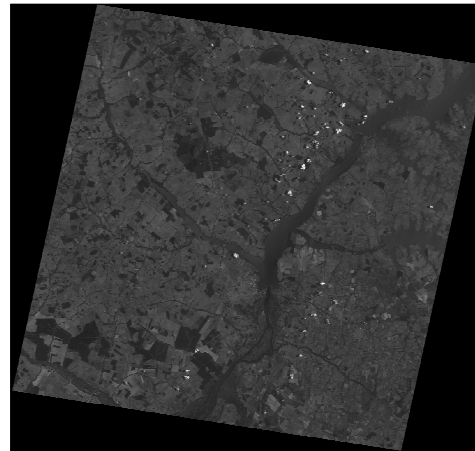
CBERS\_2\_CCD1XS\_06-08-2005\_159\_124\_BAND4



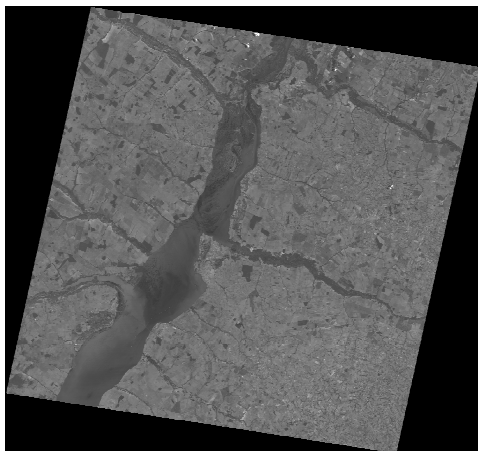
CBERS\_2\_CCD1XS\_15-11-2005\_160\_123\_BAND2



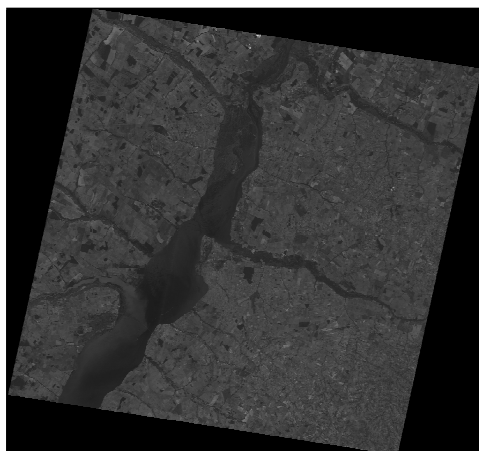
CBERS\_2\_CCD1XS\_15-11-2005\_160\_123\_BAND3



CBERS\_2\_CCD1XS\_15-11-2005\_160\_123\_BAND4



CBERS\_2\_CCD1XS\_15-11-2005\_160\_124\_BAND2



CBERS\_2\_CCD1XS\_15-11-2005\_160\_124\_BAND3



CBERS\_2\_CCD1XS\_15-11-2005\_160\_124\_BAND4