

**UNIFEI - UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA ENERGIA**

**ANÁLISE DO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL DA PCH NINHO
DA ÁGUIA. PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE
LICENCIAMENTO AMBIENTAL UTILIZANDO UMA MATRIZ
SIMPLIFICADA**

TÂNIA APARECIDA DE SOUZA BARBOSA

ITAJUBÁ, DEZEMBRO DE 2004



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA ENERGIA

Análise do estudo de impacto ambiental da PCH Ninho da
Águia. Proposta de otimização do processo de licenciamento
ambiental utilizando uma matriz simplificada

Tânia Aparecida de Souza Barbosa

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Itajubá para a obtenção do título de
Mestre em Ciências da Engenharia da Energia

Itajubá

- 2004 -

Tânia Aparecida de Souza Barbosa

Análise do estudo de impacto ambiental da PCH Ninho
da Águia. Proposta de otimização do processo de
licenciamento ambiental utilizando uma matriz
simplificada

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Itajubá para a obtenção do título de
Mestre em Ciências da Engenharia da Energia

Área de Concentração:
Planejamento Energético

Orientador:
Prof. Dr. Francisco Antônio Dupas

Itajubá
- 2004 -

Agradecimentos

Agradeço, acima de tudo, a quem está “acima de tudo”: *Deus*.

Ao professor Geraldo Lúcio Tiago Filho, pela força e incentivo para fazer o curso de mestrado.

Ao ex-coordenador do curso de Engenharia Ambiental, Alexandre Augusto Barbosa pela oportunidade concedida.

Ao orientador, professor Francisco Antônio Dupas pela ajuda na elaboração da dissertação e orientação.

À professora Helena Mendonça de Faria, pela sua participação e valiosas dicas a respeito das metodologias de AIA.

À professora Eliane Pereira Guimarães Melloni, pela compreensão nas horas em que me ausentei do Laboratório de Solos para dedicação a esta dissertação.

Às estagiárias do Laboratório de Solos, Grasiela, Gabriela e Michelli, por terem suprido a minha ausência.

À professora Ana Paula Moni, pela preciosa ajuda na confecção de mapas e tabelas.

Às secretárias Heloísa, Amélia e Evilene, do Instituto de Recursos Naturais e Janice, do Núcleo de Estudos em Sistemas Térmicos pelo apoio e atenção.

À equipe de informática, pelo apoio, em especial ao Sr. Argemiro e ao estagiário José Mauro.

A todos os amigos e colegas do programa, em especial a Eliane Framil, pelo apoio e amizade na fase de finalização dos créditos no período em que eu estava de licença-maternidade, a Adriana Coli e Felipe, pela atenção dada sempre que precisei de ajuda.

Ao meu marido Luiz Paulo, pelo companheirismo em todas as fases do curso, principalmente pela dedicação à nossa filha Ana Cecilia.

À minha mãe, Noeme, a minha irmã, Bernadete e ao meu sogro, Dr. Vicente que sempre que possível estiveram presentes nas horas de sufoco.

Aos amigos Cássia, Ana Idenir e família, Terezinha e Alaor, pelo carinho transmitido à minha filha nas horas em que estive ausente.

A todos vocês, a minha eterna gratidão.

Sumário

	página
LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
CAPITULO 1: INTRODUÇÃO.....	01
CAPITULO 2: OBJETIVOS.....	03
CAPITULO 3: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	04
3.1 Energia, Desenvolvimento e Meio Ambiente.....	04
3.2 Panorama de Energia Hidráulica.....	15
3.3 Impactos Ambientais em Aproveitamentos Hidroelétricos.....	23
3.4 Estudo de Impacto Ambiental.....	32
3.4.1 Aspectos Legais.....	35
3.5 Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais.....	46
3.5.1 Síntese e Comparação dos Principais Métodos de AIA.....	47
3.5.2 Negligências dos métodos de EIA existentes.....	57
3.5.3 Melhoria para os métodos tradicionais.....	59
CAPÍTULO 4: MATERIAIS E MÉTODOS.....	61
4.1 Materiais.....	61
4.2 Métodos.....	61
4.2.1 Estudo do Caso da PCH Ninho da Águia.....	64
CAPÍTULO 5: RESULTADOS E ANÁLISE.....	70
5.1 Resultados obtidos com a matriz e discussão.....	70
5.2 Análise da PCH Ninho da Águia.....	72
5.3 Considerações Finais.....	80
CAPÍTULO 6: CONCLUSÃO.....	83
CAPÍTULO 7: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
Anexo 1.....	92
Anexo 2.....	102

Lista de Tabelas

	página
TABELA 3.1: Principais fontes de energia primária.....	06
TABELA 3.2: Produção primária de energia no Brasil.....	12
TABELA 3.3: Produção primária – Consumo por fonte no Brasil.....	12
TABELA 3.4: Dados representativos do setor elétrico brasileiro.....	13
TABELA 3.5: Consumo de hidroeletricidade e sua contribuição para geração de energia de alguns países selecionados em 1997.....	15
TABELA 3.6: Potencial hidráulico dos países da América do Sul.....	16
TABELA 3.7: Taxa média anual do consumo de energia elétrica no Brasil no período de 1970 – 1994 (%).....	18
TABELA 3.8: Montante de PCH no Brasil.....	21
TABELA 3.9: Montante de PCH em Minas Gerais.....	22
TABELA 3.10: Problemas detectados para a obtenção do processo de licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais.....	23
TABELA 3.11: Efeitos positivos e negativos da construção de barragens.....	25
TABELA 3.12: Características gerais de um lago sem a interferência humana e de um reservatório.....	26
TABELA 3.13: Alguns fatores associados com a formação de um reservatório e seus possíveis efeitos sobre as assembléias de macrófitas aquáticas.	27
TABELA 3.14: Elementos a serem considerados na construção de uma hidrelétrica..	29
TABELA 3.15: Marcos Históricos do ZEE.....	45
TABELA 4.1: Parâmetros e atributos para avaliação de impactos da PCH Ninho da Águia.....	63
TABELA 4.2: Escala de pesos atribuídos à combinação dos atributos.....	64
TABELA 4.3: Características da PCH Ninho da Águia.....	65
TABELA 4.4: Tempo de enchimento do reservatório.....	66
TABELA 4.5: Condições de operações típicas da PCH Ninho da Águia.....	66
TABELA 5.1: Resultados obtidos com a matriz com medidas e sem medidas mitigadoras.....	71
TABELA 5.2: Potência gerada /área alagada em UHE e PCH existentes no Brasil...	73
TABELA 5.3: Sugestões para o EIA elaborado.....	76

Lista de Figuras

	página
FIGURA 3.1: Consumo de energia per capita em TEP/ano versus IDH.....	07
FIGURA 3.2: Fluxo do licenciamento ambiental.....	42
FIGURA 3.3: Distribuição do ZEE que foi realizada por região.....	46
FIGURA 4.1: Fluxograma da metodologia.....	62
FIGURA 4.2: Bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio.....	65
FIGURA 4.3: Condições de operações típicas da PCH Ninho da Águia.....	66
FIGURA 5.1: Corredeira do Rio Santo Antônio.....	75
FIGURA 5.2: Plantas epífitas na futura área do reservatório.....	78
FIGURA 5.3: Investimento em medidas mitigadoras x % de retorno alcançado.....	80

Lista de Figuras

	página
FIGURA 3.1: Consumo de energia per capita em TEP/ano versus IDH.....	07
FIGURA 3.2: Fluxo do licenciamento ambiental.....	42
FIGURA 3.3: Distribuição do ZEE que foi realizada por região.....	46
FIGURA 4.1: Fluxograma da metodologia.....	62
FIGURA 4.2: Bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio.....	65
FIGURA 4.3: Condições de operações típicas da PCH Ninho da Águia.....	66
FIGURA 5.1: Corredeira do Rio Santo Antônio.....	75
FIGURA 5.2: Plantas epífitas na futura área do reservatório.....	78
FIGURA 5.3: Investimento em medidas mitigadoras x % de retorno alcançado.....	80

Lista de Abreviaturas

ADA	Área Diretamente Afetada
ADAE	Área Diretamente Afetada e de Entorno
AE	Área de Entorno
AI	Área de Influência
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional de Petróleo
APA	Área de Preservação Ambiental
BEN	Balanco Energético Nacional
CEM	Centrais Elétricas da Mantiqueira
CEMIG	Centrais Elétricas de Minas Gerais
CENSIPAN	Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia
CndPCH	Centro Nacional de Desenvolvimento de PCH
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Conselho de Política Ambiental
DOU	Diário Oficial da União
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FCE	Formulário de Cadastro do Empreendimento
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEF	Instituto Estadual de Floresta
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
LAGET	Laboratório de Gestão do Território
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MC	Meridiano Central
MME	Ministério de Minas e Energia
NEPA	National Environmental Policy Act
PCA	Plano de Controle Ambiental
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas

PNB	Produto Nacional Bruto
PNGC	Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro
PPA	Plano Plurianual
PPGE	Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil
PZEEAL	Programa de Zoneamento Ecológico Econômico para a Amazônia Legal
Q _{7/10}	Vazão Referencial
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RCA	Relatório de Controle Ambiental
RIAM	Rapid Impact Assment Matrix for EIA
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SAE	Secretaria de Assuntos Estratégicos
SEMA	Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
STPs	Sistemas de Transposição para Peixes
TEP	Toneladas Equivalente de Petróleo
UHE	Usina Hidrelétrica
ZEE	Zoneamento Ecológico - Econômico

Resumo

O presente trabalho analisa as metodologias utilizadas em Estudo de Impacto Ambiental – EIA e propõe uma matriz simplificada a fim de avaliar o estudo de impacto ambiental de pequenas centrais hidrelétricas.

Para elaborar a matriz foi utilizado o estudo de caso da PCH Ninho da Águia, Delfim Moreira, MG. Na metodologia utilizou-se a análise de todos os impactos negativos e atribuíram-se pesos combinados em uma escala de impactos pré-definida. Os pesos atribuídos a cada impacto foram distribuídos de acordo com a combinação dos atributos apresentados no referido EIA.

Os resultados obtidos mostram que os possíveis danos ambientais previstos no EIA são reduzidos em torno de 45%, aplicando-se as medidas mitigadoras sugeridas no EIA e na análise realizada no estudo. Além do que, esta proposta preliminar possibilitará a agilização do processo de licenciamento ambiental, considerado, hoje, um inibidor de investimentos devido à morosidade do mesmo. E, também, poderá ser utilizada como direção inicial do processo de valoração ambiental. A matriz proposta mostra-se eficaz devido à facilidade de aplicação, além de ser uma ferramenta útil na análise de projetos a serem implantados.

Palavras chave: licenciamento ambiental; pequenas centrais hidrelétricas; metodologias de AIA; degradação ambiental; desenvolvimento sustentável.

Abstract

This work intended to study the methodologies used for EIA and propose the adaptation of a simplified matrix for the assessment of environmental impacts regarding small hydropower plants.

A case study of Ninho da Águia SHP, located in the city of Delfim Moreira, MG, was used for elaborating the matrix. The methodology used the analysis of all the negative impacts and they were given combined weight based on a pre-established impact scale. The weights that were given to each impact were distributed according to the combination of features presented in the referred EIA.

The results attained show that the environmental damage is reduced by 45% when the mitigating measures suggested by the EIA and by the analysis carried out by this study are applied. Besides, this preliminary proposal will make it possible for environmental licensing process to be accelerated. Today, this process is considered as an investment inhibitor because of it takes too much time. Also, the proposal may be used as initial guidelines regarding the environmental cost of the implementation of enterprises. The proposed matrix shows itself as efficient because it is easy to be used and it is a useful tool for the analysis of projects that will be implemented.

Key-words: environmental license, small hydropower plants, EIA methodology, environmental degradation; sustainable development.

Capítulo I

INTRODUÇÃO

A questão ambiental é o assunto mais evidente do século XXI, pois a humanidade está cada vez mais ameaçada dos perigos representados pela degradação do ambiente. Não se pode, portanto, considerar isoladamente a sobrevivência humana, mas sim o ambiente como um todo.

Dentre as várias necessidades para a vida humana, uma delas, e talvez a principal para os dias atuais, é a energia. Diante disso, o homem desenvolveu tecnologias para obtenção da mesma por meio dos recursos naturais existentes. A forma como a energia é produzida e utilizada poderá causar algum tipo de impacto ambiental que contribuirá para o crescente aumento da degradação do ambiente. As usinas hidrelétricas são um exemplo desta questão.

O instrumento de gestão que pode evitar o crescimento da degradação do ambiente é o Estudo de Impacto Ambiental - EIA, pois este minimiza os impactos dos efeitos negativos sobre o meio antes da construção de um empreendimento.

Das diversas formas de obtenção de energia, talvez a mais interessante, em termos de minimização de impactos ambientais seja a PCH.

TIAGO FILHO *et al.* (2003) afirmam que, diante do cenário brasileiro, o mercado de pequenas centrais hidrelétricas - PCH apresenta grande potencial hidroelétrico, sendo altamente atrativo a investidores estrangeiros, o que levará à necessidade de uma maior atenção a esses pequenos aproveitamentos para a geração em um futuro próximo.

Assim, ao se decidir pela implantação de uma PCH, da mesma forma que as grandes usinas hidrelétricas - UHE, a análise das variáveis sobre os impactos ambientais relativos aos meios físico, biótico e antrópico é que define a realização do empreendimento garantindo parcialmente a sustentabilidade do ambiente.

A análise das variáveis pertinentes ao Estudo de Impacto Ambiental é realizada na fase de planejamento do empreendimento para iniciar o

processo de licenciamento ambiental, que exerce controle prévio das atividades que, de modo geral, tendem a causar a degradação do ambiente. Tal análise é um processo moroso, tanto que para a concessão da licença prévia são inúmeras as dificuldades, dentre elas a carência de métodos simplificados que auxiliem o pessoal técnico na análise.

Nesse sentido, a presente dissertação sugere uma adaptação às metodologias existentes para analisar EIAs e projetos procurando estabelecer um índice ambiental que considere comparativos entre os impactos causados e os mitigados pelo empreendimento. A metodologia proposta contribuirá para a agilidade do processo de licenciamento exigido pelos órgãos ambientais responsáveis.

Capítulo 2

OBJETIVOS

2.1- Objetivo Geral

O objetivo geral da presente dissertação é analisar as metodologias utilizadas em EIAs e sugerir uma proposta de adaptação das metodologias de avaliação de impactos ambientais em PCH, buscando agilizar o processo de licenciamento ambiental e que sirva de parâmetro inicial para valoração ambiental.

2.2- Objetivos específicos

- 1) Estudo do Caso da PCH Ninho da Águia, localizada no município de Delfim Moreira – MG, na Serra da Mantiqueira.
- 2) Elaboração de uma matriz de impactos que mostre, por meio de atribuição de pesos, o índice ambiental do empreendimento, fazendo um balanço das vantagens e desvantagens de aplicar ou não as medidas mitigadoras a cada impacto identificado no estudo.
- 3) Possibilitar a agilização do processo de obtenção das Licenças Prévia (LP), de Instalação (LI) e Operação (LO), exigidas pelo órgão ambiental responsável.

Capítulo 3

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Energia, Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Segundo COLOMBO¹ *apud* LORA (2002), o desenvolvimento do terceiro mundo e a proteção do meio ambiente são os dois maiores problemas globais que devem ser enfrentados pela humanidade nas próximas décadas. Estes dois problemas estão rigorosamente interligados. A energia, motor do crescimento econômico é principal causa da degradação do meio ambiente.

GOLDEMBERG (1998), faz um breve histórico do consumo de energia pela humanidade. O homem primitivo (aproximadamente 1 milhão de anos atrás) sem o uso do fogo, consumia apenas energia dos seus alimentos (cerca de 2000 kcal/dia). O homem caçador (aproximadamente 100.000 anos atrás) tinha mais alimento e também queimava madeira para obter calor e cozinhar (cerca de 6000 kcal/dia). O homem agrícola primitivo (cerca de 5000 a.C.) semeava e utilizava a energia animal (cerca de 12.000 kcal/dia). O homem agrícola avançado (1500 d.C.) usava carvão para aquecimento, a força da água, a força do vento e o transporte animal (cerca de 20.000 kcal/dia). O homem industrial (Inglaterra, 1875) utilizava a máquina a vapor (consumia cerca de 77.000 kcal/dia). O homem tecnológico (EUA, 1970) consome em média 230.000 kcal/dia.

Portanto, tudo isso acompanhado de um significativo crescimento populacional. A população mundial, que em 1950 chegava a 2,5 bilhões e em 1980 atingiu 4,4 bilhões, ultrapassou os 6 bilhões de pessoas no ano 2000. Calcula-se que, em 2025, o número de habitantes deste planeta alcançará 8 bilhões; passando a 9,3 bilhões em 2050; para, posteriormente, estabilizar-se em 10,5 ou 11 bilhões. Praticamente a totalidade desse futuro crescimento populacional ocorrerá nos países em desenvolvimento. E o mundo precisará,

¹COLOMBO, U. (1992). Development and the Global Environmental, in the Energy- Environmental Connection, editado por Jack M. Hollander, Insland Press, USA.

BARBOSA, T.A.S. *Análise do Estudo de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Águia. Proposta de Otimização do Processo de Licenciamento Ambiental utilizando uma Matriz Simplificada.* Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá. 2004. 119 p.

portanto, alimentar, abrigar e prestar assistência a cerca de 5 bilhões de pessoas a mais. Essa população crescente, somada a padrões de vida mais elevados – particularmente nos países em desenvolvimento, exercerá uma enorme pressão sobre a terra, a água, a energia e outros recursos naturais.

Conforme MATOZZO (2001), os primeiros registros sobre o aumento intensivo do uso de formas energéticas ocorrem com a revolução industrial, na Europa Ocidental, durante a metade do século XVIII. Com o advento das máquinas a vapor, o carvão passou a ser a principal fonte primária de energia e este era anteriormente utilizado somente para atividades domésticas de pequena escala. A exploração americana de carvão se deu depois da europeia, durante o século XIX, o País esteve entre os maiores produtores mundiais. Também foi nos Estados Unidos que o petróleo deu os primeiros passos para entrar na matriz energética mundial. Os aumentos sucessivos da produção, primeiro no próprio território norte-americano e depois no Oriente Médio, tornaram o petróleo uma das principais fontes de energia do mundo. No final do século XIX, o aproveitamento tecnológico da eletricidade marcaria o início de uma nova era da civilização, com a disponibilidade de uma fonte energética que, viria, conseqüentemente, viabilizar inúmeras atividades e processos, desde a iluminação pública, passando pelo desenvolvimento de novos motores, até chegar aos atuais controles eletrônicos.

LORA & TEIXEIRA (2001), afirmam que houve um rápido acréscimo no consumo de energia primária durante o século XX a partir de 1950. E que a partir de 1995 o consumo de energia do mundo e nos diferentes continentes e regiões, os países desenvolvidos são os maiores consumidores de energia pelo fato de apresentarem melhores padrões de vida (maior consumo energético *per capita*). Porém, isto também pode ser um indicativo de grandes desperdícios de energia que, conseqüentemente leva a uma maior geração de poluentes e resíduos. Aos países desenvolvidos com maior PNB (Produto Nacional Bruto) *per capita*, corresponde-lhe maior consumo de energia. Daí a relação entre energia e desenvolvimento.

Para GOLDEMBERG (1998), esse enorme crescimento de energia *per capita* consumida só foi possível devido:

- ao aumento do uso do carvão como fonte de calor e potência no século

XIX;

- ao uso de motores de explosão interna que levaram ao uso maciço do petróleo e de seus derivados e
- ao uso de eletricidade gerada inicialmente em usinas termelétricas e depois em usinas hidroelétricas.

A ENERGY INTERNATIONAL AGENCY (2002), informa a evolução da demanda mundial de energia primária no período de 1971 a 2030. (TABELA 3.1)

TABELA 3.1 - Evolução da Demanda Mundial de Energia Primária (milhões de TOE)

Fonte	1971	2000	2010	2030	Crescimento anual médio 2000-2030
Carvão mineral	1449	2355	2702	3606	1,40%
Petróleo	2450	3604	4272	5769	1,60%
Gás natural	895	2085	2794	4203	2,40%
Nuclear	29	674	753	703	0,10%
Hídrica	104	228	274	366	1,60%
Renováveis	73	233	336	618	3,30%
Suprimento total de energia primária	5000	9179	11131	15265	1,70%

Fonte: ENERGY INTERNATIONAL AGENCY (2002)

Tanto a produção quanto o consumo de energia aumentaram na década de 90, apesar das grandes quedas registradas na Europa Oriental e nos países da ex-União Soviética. Cresceu o consumo de todos os tipos de energia; o aumento mais significativo ocorreu na área de combustíveis fósseis, embora em termos relativos a elevação mais rápida tenha ficado por conta da energia nuclear e da energia renovável. O uso da biomassa tradicional subiu nos países em desenvolvimento, embora sua proporcionalidade em termos globais tenha diminuído levemente.

A energia deve ser vista como um dos principais requerimentos para o crescimento econômico e as melhorias sociais, e não como uma consequência desse crescimento. (UN, 1996).

Para ANDRADE *et al.* (2002), tradicionalmente, o crescimento da economia e da população de um país em desenvolvimento, prevê um maior

consumo de energia, desde que a energia é uma das necessidades básicas do homem. Os autores mostram a relação entre o consumo *per capita* de energia expressa em Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP), e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) através da FIGURA 3.1.

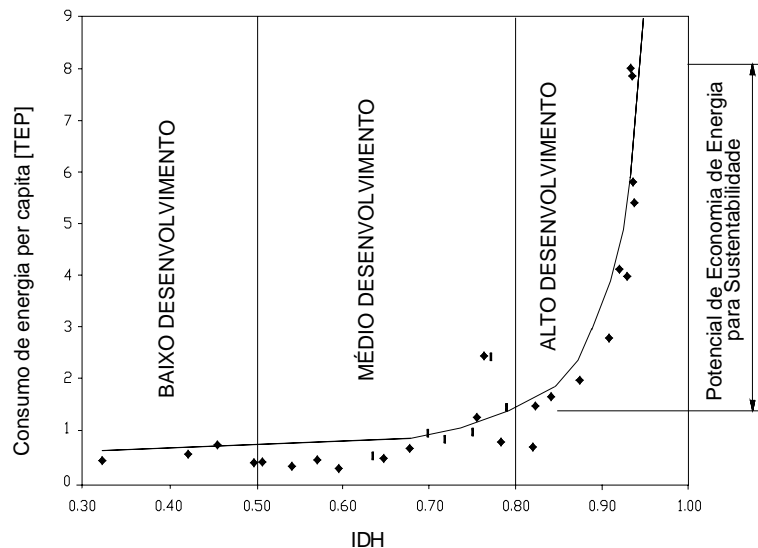


FIGURA 3.1- Consumo de Energia per capita em TEP/ano versus IDH.
Fonte: ANDRADE *et al.* (2002)

O comportamento do gráfico mostra que pode haver países desenvolvidos com baixos níveis de consumo de energia, o que nos leva a acreditar que o desenvolvimento também pode se caracterizar pela busca da otimização da demanda de energia. A análise dos dados permite concluir que o consumo *per capita* de energia nos países classificados como de alto desenvolvimento, varia numa extensa faixa que vai desde aproximadamente 1 até 8 tep/per capita. Isto salvo as diferenças climáticas e as diferenças na matriz energética, indica um potencial de economia de energia para a sustentabilidade. Políticas implementadas em alguns países fazem com que o desenvolvimento leve a busca da otimização do consumo de energia.

GOLDEMBERG (2003), considera o consumo de energia como um índice representativo do acesso da população às condições básicas de vida, sendo que quatro indicadores sociais - taxa de analfabetismo, mortalidade infantil, expectativa de vida e taxa de fertilidade – expressam uma relação direta com o consumo de energia *per capita*. Na maioria dos países em

desenvolvimento, onde o consumo de energia comercial *per capita* é abaixo de uma tonelada equivalente de petróleo por ano, os índices de analfabetismo e mortalidade infantil são elevados, enquanto que a expectativa de vida é baixa. Números divulgados pela ONU atestam que as populações mais pobres, sem acesso a infra-estrutura adequada, como energia, água potável e rede de esgotos, estão mais suscetíveis a doenças infecciosas e parasitárias (diarréia e malária, entre elas) ou respiratórias (pneumonia e tuberculose). Em 1999, essas doenças causaram 17,8% (9,9 milhões) do total de mortes registradas.

De acordo com LORA (2002), é indiscutível que a aplicação da ciência e da tecnologia têm conduzido à melhoria do nível de vida da população, pelo menos para uma parte da população do planeta, o que se caracteriza por:

- acréscimo da quantidade e qualidade da produção de alimentos;
- desenvolvimento dos meios de transporte e comunicação;
- desenvolvimento da construção de moradias;
- mecanização e automação dos processos produtivos;
- desenvolvimento de sistemas para fornecimento de água potável e para o tratamento de efluentes líquidos;
- eliminação de muitas doenças contagiosas e desenvolvimento de tratamentos efetivos para outras;
- aumento da qualidade de vida das pessoas, com o surgimento de equipamentos elétricos e eletrônicos domésticos.

Ao mesmo tempo, afirma o autor, que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia têm provocado efeitos nocivos no meio ambiente:

- mudanças climáticas;
- perda de terras cultiváveis (desertificação);
- desmatamento;
- poluição de rios, lagos e mares;
- poluição do solo e das águas subterrâneas;
- o “smog” fotoquímico e a poluição do ar nas cidades.

Assim, aparece como um problema vital conciliar o desenvolvimento e as vantagens de um modo de vida aceitável, com a conservação do meio ambiente. Além disso, o consumo de energia traz como uma inevitável

conseqüência, alguma forma de dano ambiental, seja na sua exploração ou no seu consumo, e uma das soluções para atenuar e manter em limites aceitáveis este problema seria a utilização racional das fontes primárias de energia. (LORA & TEIXEIRA, 2001).

Segundo GOLDEMBERG (1998), o grande desenvolvimento científico e tecnológico da civilização moderna está relacionado com a crescente demanda de energia, seja ela oriunda de fontes renováveis ou não. Mesmo a energia sendo um ingrediente essencial do crescimento e do desenvolvimento, a forma como ela é produzida pode ser prejudicial ao meio ambiente.

LORA & TEIXEIRA (2001), citam dois fatores ambientais sobre os quais a produção de energia tem grande influência sobre o meio ambiente:

- desmatamento (alto consumo de lenha nos países em desenvolvimento);
- emissão de poluentes, produtos da combustão de combustíveis fósseis (CO₂, NO_x, SO_x, C_xH_y, particulados, etc.).

Conforme LORA (2002), as causas principais da atual crise ambiental são: o aumento exponencial da população mundial; o aumento exponencial do consumo de energia; a intensificação do processo de industrialização e o processo de urbanização.

PARIKH & PAINULY (1994), afirmam que ao analisar a influência do crescimento da população sobre o consumo dos recursos naturais, é preciso considerar a desigualdade existente entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Assim, os países desenvolvidos, com apenas 24% da população do mundo consomem entre 50 e 90% da quantidade total de diferentes produtos. Com relação aos produtos que satisfazem necessidades básicas de alimentação, como cereais, leite e carne, o consumo nos países desenvolvidos fica na faixa de 48-72% do total. O consumo de energia do mundo desenvolvido é 75% do total.

De acordo com KAYGUSUZ (2002), a energia é considerada um agente principal na geração de eletricidade e também um fator significativo no desenvolvimento econômico. A importância da energia no desenvolvimento econômico foi reconhecida quase universalmente. Os dados históricos atestam para uma forte relação entre a disponibilidade de energia e

atividade econômica. O autor informa que durante as últimas duas décadas, o risco e a realidade de degradação ambiental tornaram-se mais evidentes e que o aumento dos problemas ambientais é devido a uma combinação de sérios fatores como, por exemplo: crescente aumento do impacto ambiental por atividades humanas devido ao crescimento desordenado da população mundial, consumo, atividades industriais, etc. Futuramente os problemas ambientais enfrentados alcançarão soluções em longo prazo, pois exige um termo de ações potenciais para o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, o uso das fontes renováveis de energia parece ser uma das opções mais eficientes para tais soluções. Sendo assim, o autor afirma que há uma conexão íntima entre energia renovável e desenvolvimento sustentável.

No relatório BRUNTLAND (1987), aparece a definição clássica de desenvolvimento sustentável: *“o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer suas próprias necessidades”*.

O desenvolvimento sustentável implica uma vista larga do bem estar humano, de uma perspectiva em longo prazo sobre as conseqüências de atividades de hoje, e da cooperação global para alcançar soluções viáveis. (IPCC, 2004).

De acordo com GENELETTI (2003), a biodiversidade tem sido um assunto central nas convenções nacionais e internacionais para a promoção do desenvolvimento sustentável. O autor afirma que a redução mundial de habitats é considerada como uma significativa ameaça para a conservação da biodiversidade.

Conforme ANDRADE *et al.* (2002), o desenvolvimento sustentável, para muitos, não passa de uma utopia num mundo onde coexiste o fluxo de bilhões de dólares visando à especulação financeira, com a miséria extrema e a intensificação dos conflitos armados. Para outros, a regulação do mercado e incentivos econômicos poderiam nos levar a sustentabilidade.

Porém, para TOLBA² *apud* CERUCCI (1998), para que qualquer desenvolvimento ocorra de forma sustentável deve-se:

- assegurar que as questões ambientais sejam contempladas já nos

² TOLBA, M.K. (1987). Sustainable Development Constraints and Oportunities. London, Butterworth.

BARBOSA, T.A.S. *Análise do Estudo de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Águia. Proposta de Otimização do Processo de Licenciamento Ambiental utilizando uma Matriz Simplificada*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá. 2004. 119 p.

primeiros passos do planejamento do desenvolvimento em qualquer escala;

- fomentar o desenvolvimento da capacidade interna de gerenciamento ambiental;
- produzir e divulgar dados ambientais em quantidade suficiente para que possa embasar um planejamento ambiental de qualidade;
- fornecer a participação da sociedade, definindo as necessidades e os problemas, bem como na tomada de decisão de uso preponderante dos recursos envolvidos;
- concentrar esforços em área mais frágeis, de maiores riscos e interesse, como florestas, áreas áridas, bacias hidrográficas, etc.

Em relação ao cenário energético brasileiro, CHOFFI (2004), afirma que ao mesmo tempo em que a humanidade está tomando conhecimento dos perigos da dependência de combustíveis fósseis, o Brasil, por ser muito rico em recursos naturais, tem a oportunidade de ajustar seu setor energético a um modelo sustentável. Assim, se o país souber utilizar bem os seus recursos renováveis, pode sair em grande vantagem frente a outros países. As fontes renováveis têm sido alvo de pesquisa em vários países e demonstram cada vez mais competitividade. A matriz energética brasileira, já tem característica de se diferenciar do contexto médio global em termos da dependência de combustíveis fósseis, já que se baseia na energia hidráulica e na biomassa.

AMBIENTE BRASIL (2004), informa que a proporção da energia total consumida é cerca de 35% de origem hídrica e 25% de origem em biomassa, significando que os recursos renováveis suprem algo em torno de dois terços dos requisitos energéticos do país. Estima-se que existam dois trilhões de toneladas de biomassa no globo terrestre ou cerca de 400 toneladas por pessoa, o que, em termos energéticos, corresponde a 8 vezes o consumo anual mundial de energia primária. Em 2004, três novas centrais geradoras a biomassa (bagaço de cana) entraram em operação comercial no país, acrescentando 59,44 MW à matriz de energia elétrica nacional. Projeções da Agência Internacional de Energia indicam que o peso relativo da biomassa na geração mundial de eletricidade deverá passar de 10 terawatts/hora (TWh) para 27 TWh em 2020. Para se ter uma idéia de quanto isso representa, o

Brasil consumiu 321,6 TWh em 2002.

De acordo com o Balanço Energético Nacional - BEN (1999), elaborado pelo Ministério das Minas e Energia (MME), a produção nacional está concentrada nas fontes primárias de energia renovável, como energia hidráulica, lenha e derivados da cana de açúcar, correspondem a 66% do total produzido. As fontes não renováveis – petróleo, gás natural, carvão e urânio são responsáveis por 34%. A produção primária de energia no Brasil pode ser visualizada na TABELA 3.2.

TABELA 3.2 - Produção Primária de Energia no Brasil

Fonte	Contribuição (%)
Hidroeletricidade	42
Petróleo	27
Biomassa*	24
Gás natural	6
Carvão mineral	1

* inclui lenha, bagaço de cana, carvão vegetal, álcool e resíduos vegetais.

Fonte: MME, BEN (1999)

Entre 1990 e 1999, houve uma diminuição na produção de energia com fontes renováveis, principalmente a lenha, que caiu de 15% para 8,4%, e um aumento das fontes não renováveis, sobretudo do petróleo e seus derivados, que cresceu sua participação de 30,2% para 33,8% no mesmo período. Os dados por fonte primária são mostrados na TABELA 3.3.

TABELA 3.3 - Produção Primária – Consumo por fonte no Brasil

Fonte	Participação (%)
Eletricidade	39
Óleo diesel	12
Lenha e carvão vegetal	8
Gasolina	6
Óleo Combustível	5
Carvão Mineral	4
Álcool	3
Outras**	21

** Inclui a energia nuclear, com maior percentual, as fontes renováveis como energia solar e eólica, com menor participação.

Fonte: MME, BEN (1999)

Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2002, elaborado pelo Ministério das Minas e Energia, atualmente, 41% da energia consumida no Brasil é de origem renovável, se consideradas dentro desta categoria a

centrais hidroelétricas. No conjunto regional, a maioria dos países já possui mais de 10% de fontes renováveis nas suas plantas geradoras, mas grande parte dessa energia é produzida a partir de hidrelétricas e de biomassa, principalmente madeira.

De acordo com UHLIG³ *apud* CHOFFI (2004), o continuado crescimento da população e da economia brasileira, acompanhado de melhorias no padrão de vida da população vem causando um aumento na demanda de energia no Brasil.

Segundo BEN (1999), o país tem um consumo de energia *per capita* por volta de 1,42 tep/hab (aproximadamente igual à média mundial). Como particularidades do setor energético brasileiro podemos indicar a alta porcentagem correspondente ao consumo de fontes renováveis, que chega a ser 57,9%, enquanto a produção de fontes renováveis é de 70,7%. A TABELA 3.4 apresenta os dados representativos do setor energético brasileiro.

TABELA 3.4 - Dados representativos do setor energético brasileiro

ITEM	VALOR
Consumo total de energia no País	228,3. 10 ⁶ tep
Consumo <i>per capita</i> de energia	1,42 tep/hab
Dependência externa de energia	
1979	85%
1997	46%
Produção Nacional de petróleo	
1970/1979	170.000 barris/dia
1998	1.004.000 barris/dia
Fontes renováveis na matriz energética brasileira (hidroeletricidade, lenha, produtos da cana-de-açúcar)	57,9%
Potência elétrica em operação (1998)	65.209 MW
% correspondente às centrais hidrelétricas	87,1%
% correspondente às centrais nucleares e térmicas	12,9%
Capacidade de termelétricas e carvão mineral	1040 MW

Fonte: (BEN, 1999 e ANP, 1999)

Em relação ao Estado de Minas Gerais, a CEMIG, a demanda total de energia do Estado, em 2001, alcançou 35,3 milhões de tep, valor equivalente a 13% da demanda total de energia do Brasil. No período de 1978-1991, a

³ UHLIG, A. Modelo Cascata: Um instrumento de planejamento energético aplicado ao Setor Sucroalcooleiro no estado de São Paulo, Dissertação de Mestrado, USP, Universidade de São Paulo, 1995.

BARBOSA, T.A.S. *Análise do Estudo de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Águia. Proposta de Otimização do Processo de Licenciamento Ambiental utilizando uma Matriz Simplificada.* Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá. 2004. 119 p.

demanda cresceu, no Estado, a uma taxa média de 2,9% do ano, e a variação no Brasil foi de 3,1% ao ano. A importação de energéticos em Minas Gerais ocorre em função principalmente da necessidade de suprimento de petróleo, carvão mineral e derivados. A exportação inclui a energia elétrica e alguns derivados de petróleo.

O 18^o balanço energético de Minas Gerais/2003, elaborado pela CEMIG (2004), informa que o estado utilizou 13,9% da energia do Brasil em 2002, na totalização do consumo. Desse percentual, 51,7% são fontes renováveis, valor superior a media nacional de 40%. De acordo com o documento, a carência de energéticos de origem fóssil, como petróleo, gás e carvão mineral foi o que levou o Estado a buscar nas fontes renováveis as oportunidades de desenvolvimento de novos mercados, recuperando o dinamismo nas atividades florestais, buscando a auto-suficiência na produção de álcool e explorando seu potencial hidráulico, solar e eólico. Entre os destaques do 18^o Balanço, estão as importantes mudanças que vêm ocorrendo nas participações das diversas fontes. A energia hidrelétrica, por exemplo, fechou o ano de 1992 com participação de 12,8%, atingiu o auge em 1999 - 15,1% - e retornou a 13,3% em 2002. O consumo de lenha e derivados caiu de 40,2% para 30,9%, influenciado pelo declínio da siderurgia a carvão vegetal. No mesmo período, os derivados de petróleo e o gás natural passaram de 25,5% para 33,2% da demanda total. A demanda por energia em Minas Gerais cresceu 2,4% de 2001 para 2002, enquanto o PIB estadual cresceu 2%. O setor industrial foi o que mais participou na demanda, com 61,5%.

O 18^o Balanço Energético do Estado de Minas Gerais/ 2003 apresenta a evolução da oferta e do consumo de cada energético, bem como a evolução do consumo em cada setor econômico. A análise e desdobramento dos dados constantes do documento propiciam o desenvolvimento e planejamento energético condizente com as necessidades e vocações do Estado.

3.2 Panorama da Energia Hidráulica

De acordo com KAYGUSUZ (2002), em 1996 uma avaliação de estudos apresentados a instituições reconhecidas, como as Nações Unidas e o Conselho Mundial de Energia, como também dados estatísticos fornecidos por revistas de hidroeletricidade, indicou o potencial hidroelétrico mundial de cerca de 2360 GW. Porém, deste potencial teórico, apenas 716 GW (30%) foi realmente desenvolvido.

É mostrado na TABELA 3.5 a contribuição de energia hidroelétrica no total de energia gerada variando muito de país para país.

TABELA 3.5 - 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
Antiga 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
Turquia	3,0	1,5	36
Suíça	3,2	1,6	60,2
Espanha	2,4	1,2	17,5
Alemanha	1,6	0,8	3,5

Fonte: KAYGUSUZ (2002)

Segundo BRAGA *et al.* (2002), na maioria dos países desenvolvidos os recursos hidrelétricos já estão praticamente esgotados. Os países em desenvolvimento possuem grandes reservas ainda não exploradas.

De acordo com TIAGO FILHO (1998), a grande participação da energia hidráulica, dá ao Brasil posição de destaque em relação aos demais países da América do Sul. O potencial hidráulico da América do Sul está em torno de 623,4 GW, ocupando o Brasil 41% (258 GW) do potencial inteiro, que são principalmente distribuídos nas Bacias dos rios Amazonas e

Tocantins ao Norte, no do rio São Francisco ao leste e no do rio Paraná ao sul. Em seguida a Colômbia vem com 15% (93 GW) do potencial disponível, Venezuela com 11% (65,36 GW), Peru com 10% (62,53 GW) e a Argentina com 7% (44,5 GW). Os 16% restantes são distribuídos aos outros países. E mostrado na TABELA 3.6 o potencial hidráulico dos Países da América do Sul. Observa-se que ainda existe 533,2 GW a ser explorada.

TABELA 3.6 - Potencial Hidráulico dos Países da América do Sul

Países	Potencial Hidráulico					
	Disponível		Uso		Não uso	
	Total (MW)	Relativo/ disponível para o país	Instalada (MW)	Instalada/ disponível	Disponível	Relativo/ disponível para o país/total
Argentina	44500	0,07	6454	0,15	38046	0,071
Bolívia	18000	0,03	332	0,02	17668	0,033
Brasil	258000	0,41	54970	0,21	203030	0,370
Chile	26048	0,04	3546	0,14	22502	0,042
Colômbia	93000	0,15	7935	0,09	85065	0,160
Equador	22000	0,04	1471	0,07	20529	0,039
Guiana	4484	0,01	0	0,00	4484	0,008
Paraguai	25000	0,04	6490	0,26	18510	0,035
Peru	62530	0,10	2454	0,04	60076	0,113
Suriname	2420	0,00	189	0,08	2231	0,004
Uruguai	1777	0,00	1354	0,76	423	0,001
Venezuela	65600	0,11	10005	0,15	55595	0,104
Total	623408	1,00	90207	0,14	533201	1,000

Fonte: TIAGO FILHO (1998)

No Brasil, de toda energia gerada, a hidroeletricidade corresponde pela maior parte. A grandiosidade da usina binacional de Itaipu, construída em conjunto com o Paraguai, não é difícil de explicar: o País detém de 12% a 20% das reservas mundiais de água doce acessíveis. A primeira hidrelétrica do País foi Ribeirão do Inferno inaugurada em 1893 em Diamantina no estado de Minas Gerais. Em seguida, a história da hidroeletricidade no País foi marcada por um aumento contínuo no número de barragens de pequeno porte para aproveitamento elétrico. Em pouco tempo, a energia hidráulica passou a predominar no sudeste do país. As primeiras barragens de grande porte vieram nos anos de 1960: Três Marias e Furnas, também em Minas Gerais e Jupia e Ilha Solteira, em São Paulo. Em seguida começaram as negociações para a construção de Itaipu, que seria inaugurada em 1984. Os

investimentos, no entanto, diminuíram em 1990, e a situação foi agravada por causas naturais. (CIÊNCIA HOJE, 2001; CEMIG, 2004).

A energia hidrelétrica, principal fonte de energia no Brasil, atualmente responde por 84% da matriz -, é extremamente poderosa e já se provou eficiente. (BCC BRASIL; 2004).

Segundo o IBGE (2000), mesmo com esse percentual o que se produz é insuficiente para atender toda demanda ficando, aproximadamente, 2,5 milhões de domicílios brasileiros – cerca de 11 milhões de habitantes desprovidos de energia elétrica. Este motivo dá-se evidência à universalização de atendimento do setor elétrico, possibilidade de geração descentralizada e desenvolvimento sustentável.

Universalização de atendimento do setor elétrico que quer dizer: todos com acesso a energia, independente do lugar onde vive. Geração descentralizada visando caminhos alternativos para complementar o atendimento do setor através das energias renováveis (*solar, hidráulica, eólica e biomassa*) abrindo novo mercado no país (empregabilidade), além do fato de poderem ser usados como sistemas modulares enfatizando a viabilidade do investimento. E desenvolvimento sustentável incompatível, atualmente, com os padrões de produção e de consumo vigentes. (FRAMIL, 2004).

Segundo BRAGA *et al.* (2002), durante a década de 70, o Brasil cresceu em hidroeletricidade a taxas de 12,2% ao ano. O crescimento do consumo de energia elétrica no Brasil durante o período de 1970-1994 foi de 525%, com taxas médias anuais mostradas na TABELA 3.7.

Segundo o Ministério das Minas e Energia (MME), o setor elétrico brasileiro quintuplicou sua capacidade instalada no período de 1970/1999. Em dezembro de 1999, o setor contava com 68,2 GW em operação (90% hidro e 10% termo). O consumo cresceu de 1970 a 1999 a 7,5% a.a., e a participação da eletricidade no consumo final de energia passou de 16% em 1970 e para 39,5% em 1999. O crescimento atual do mercado é de 4,5% a.a., devendo ultrapassar a casa dos 100 mil MW em 2008.

Segundo a FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS (1998), o estado de Minas Gerais tem um dos maiores potenciais hídricos do país. Cerca de 90% de sua

TABELA 3.7 - Taxa média anual do consumo de energia elétrica no Brasil no período de 1970-1994 (%).

Período	Região Norte	Região Nordeste	Região Sudeste	Região Sul	Região Centro-oeste	Brasil
1970-1980	16,9	16,4	11,0	14,6	18,9	12,2
1980-1990	26,6	8,3	4,4	7,2	9,5	5,8
1990-1994	6,9	2,9	2,0	5,2	6,0	3,0

Fonte: BRAGA *et al.* (2002)

área são drenados por cinco grandes bacias (São Francisco, Grande, Paranaíba, Doce e Jequitinhonha), enquanto os 10% restantes são drenados por 10 bacias que abrangem pequenas áreas. Associada a essa riqueza hídrica, a capacidade instalada de energia elétrica no Estado é de 11.031.259kW, dos quais 20,3% correspondem à energia hidrelétrica, respondendo ele por cerca de 19,3% do total de energia hidrelétrica produzida no País.

A CEMIG está há 50 anos no mercado e tem como missão ser uma agência de fomento baseada na geração hidroelétrica. Desde a sua origem sempre esteve envolvida em grandes projetos hidrelétricos como Três Marias, Camargos, Furnas e São Simão e é responsável por cerca de 5,5% da energia hidrelétrica gerada no Brasil. (POWER, 2002).

De acordo com SOUZA (1997), os últimos 50 anos foram marcados pela construção de grandes usinas, tendo em vista os recursos hidrológicos existentes, e demais benefícios técnico-econômicos. Atualmente tais recursos encontram-se escassos e a oferta de energia elétrica com a perspectiva de crescimento do mercado torna-se um produto de grande preocupação, pois a demanda de energia elétrica vem aumentando gradativamente. Neste contexto, as PCH poderão contribuir para sustentação ao setor elétrico de um País.

Segundo TASDEMIROGLU (1993), experiências passadas deveriam auxiliar as soluções de problemas associados ao desenvolvimento de PCH. Projetos de PCH deveriam ser planejados e direcionados como um fator importante para abastecer as crescentes exigências de energia. Eles deveriam ser considerados como parte do contexto nacional e constituir uma parte integral do plano de desenvolvimento de um país.

As vantagens de PCH em sistemas isolados incluem:

- A água é uma fonte de energia limpa, barata e renovável. As energias renováveis podem ter papel importante na prevenção da poluição do ar nas áreas rurais;
- a agricultura e a pecuária são muito importantes na economia de um país;
- o uso múltiplo de PCH, promoverá o uso eficiente dos recursos de água para as áreas agrícolas, assim atendendo as necessidades de um rápido desenvolvimento da agricultura. Nas áreas rurais a irrigação pode ser rapidamente desenvolvida e os meios de proteção contra secas e enchentes podem ser melhorados;
- muitas áreas de armazenamento existem a pequenas distancias dos centros rurais;
- custos de manutenção e perdas na transmissão serão relativamente baixos em áreas rurais;
- as PCH podem ser operadas independentemente da rede nacional de energia fornecendo tanto energia quanto as necessidades de água para áreas isoladas e promover o desenvolvimento de mecanização e eletrificação rural;
- a energia fornecida por PCH promoverá e enriquecerá a vida cultural das pessoas e agilizará a modernização de vilarejos;
- as PCH tem menor custo operacional e de manutenção do que as hidrelétricas maiores. Construções sólidas terão longa vida útil se manutenções periódicas forem feitas;
- a indústria de um país é capaz de manufaturar conjunto de turbinas – geradores, bem como equipamentos auxiliares necessários;
- o crescente número de unidades de PCH, promoverá a indústria local, reduzirá os custos de importação e criará novos empregos para os desempregados das áreas rurais.

Para BASTOS *et al.* (2003), as PCH constituem em ótima oportunidade de negócio devido aos incentivos econômicos existentes, por ser uma tecnologia nacional, totalmente dominada e provoca baixo impacto ambiental.

AFFONSO *et al.* (2003), afirmam que o estudo e desenvolvimento de

centrais hidrelétricas de pequeno porte vêm crescendo por sua importância no suprimento de demandas locais, de forma descentralizada, uma concepção simplificada que requer baixo custo de implantação e manutenção, facilidade na operação e não proporciona grandes prejuízos ao meio ambiente.

Segundo SILVA & MANIESI (2003), a construção de PCH representa importante alternativa de produção de energia renovável, pois não apresenta o impacto ambiental causado pelos grandes reservatórios, possuindo quedas d'água de pequeno e médio porte, inclusive não interferindo no regime hidrológico do curso d'água e podem servir para a complementação de sistemas de grande porte em função do menor risco de investimento. Além do importante fator ambiental, as PCH possuem outras vantagens como custo acessível, menor prazo de implementação e maturação do investimento e podendo ser colocado a disposição das concessionárias a compra do excedente de energia gerada.

De acordo com COLI *et al.* (2003), o surgimento das PCH foi uma opção vantajosa para suprir a demanda energética de uma região, pois fornece energia elétrica barata e causa menor impacto ambiental, devido ao limite máximo de seu reservatório ser de 3 km². TIAGO FILHO & NOGUEIRA (2004), informam que esse valor foi fixado levando-se em consideração que a maioria das PCH avaliadas, aproximadamente em 65% delas, os reservatórios ocupavam áreas iguais ou menores que esse valor. No entanto, esse critério não era claro e trazia, em muitos casos situações dúbias, dificultando a análise, a aprovação e a viabilização do empreendimento. Desse modo foram estabelecidos novos condicionantes que se encontram na RESOLUÇÃO nº 652, em 09/12/2003.

TIAGO FILHO *et al.* (2003) relatam que o aparecimento das PCH no Brasil deveu-se basicamente à necessidade de fornecimento de energia para serviços públicos de iluminação e para atividades econômicas ligadas à mineração, fábricas de tecidos, serraria e beneficiamento de produtos agrícolas. Neste período a grande maioria das unidades era de pequena potência, pois os custos e a tecnologia inviabilizaram a instalação de grandes usinas geradoras, tendo-se dado preferência para que fossem implantados

aproveitamentos diretos da força hidráulica, que determinavam inclusive a localização das fábricas junto às quedas d'água.

Ainda os mesmos autores informam que até a década de cinquenta, as PCH usualmente eram operadas em sistemas isolados e se constituíam em uma importante fonte de geração de eletricidade no país. A partir desta década, com a política de planejamento energético centralizado, foram criadas várias companhias nos âmbitos federal e estadual. Deu-se início à implantação dos grandes sistemas interconectados. As PCH começaram a perder espaço para os grandes empreendimentos de grandes potências, tornando-se obsoletas e pouco atrativas. Somente em tempos recentes, com a nova reestruturação do setor elétrico é que houve uma retomada dos estudos e construção das centrais de pequeno porte.

Conforme MARIOTONI & BADANHAN (1997), a análise do perfil do parque hidroenergético brasileiro poderá trazer importantes contribuições frente ao processo de reestruturação do setor elétrico. Diante da atual conjuntura que tende a inserir as questões ambientais ao processo decisório do planejamento energético, as PCH representam uma alternativa no sistema concentrado em grandes centros geradores e com grande intervenção ambiental. De acordo com os autores, as pequenas centrais hidrelétricas representam um modelo de geração de energia elétrica em que as condições de hidrografia e topografia são fundamentais para sua viabilidade técnica e econômica.

Através dos dados disponibilizados pelo CENTRO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DE PCH (2004), pode-se ter uma visão do cenário atual de pequenas centrais no Brasil. (TABELA 3.8).

TABELA 3.8- Montante de PCH no Brasil

Pequenas Centrais Hidrelétricas		
Fase	Quantidade	Potência (MW)
Operação	227	978,6
Construção	38	511,9
Outorga	156	2.535,6
Total	421	4.026,1

Fonte: CndPCH (2004)

POWER (2002), informa que os estados do Paraná, Minas Gerais e São Paulo concentram maior potencial para exploração de PCH.

É mostrado na TABELA 3.9 o montante de PCH do estado de Minas Gerais

TABELA 3.9 - Montante de PCH em Minas Gerais

Pequenas Centrais Hidrelétricas		
Fase	Quantidade	Potência (MW)
Operação	76	377.270
Construção	01	22.080
Outorga	48	732.260
Total	125	1.131.610

Fonte: CndPCH (2004)

Do montante de PCH existentes em Minas Gerais, 11 pequenas centrais em operação estão localizadas no sul do Estado. Estas contribuem com 41.272 kW na geração de energia elétrica no País. Parte dessa energia, correspondente a 55%, vai para o Estado de São Paulo e o destino do restante para produtores independentes e autoprodutores de energia.

Segundo a POWER (2002), um inibidor de investimentos refere-se às dificuldades para obtenção junto a órgãos estaduais de licenciamentos ambientais em empreendimentos de baixo impacto como as PCH. O meio ambiente carece de uma melhor e clara regulamentação para as PCH.

Muitos empreendimentos se julgam prejudicados com a morosidade do processo de licenciamento ambiental. Ao mesmo tempo em que cresceu o número de processos de licenciamentos ambientais exigidos pela sociedade e amparados pela legislação, o Estado brasileiro criou políticas públicas para diminuir o seu tamanho, a sua capacidade institucional de responder a essa demanda. (JB ECOLÓGICO, 2004).

SILVA FILHO (2004), informa que são inúmeras as dificuldades para obtenção junto aos órgãos estaduais de licenciamentos ambientais por falta de analistas. Atualmente, no Estado de Minas Gerais, são 82 PCH que estão nesse processo e 34 estão em análise esperando a concessão da LP.

PEDREIRA & DUPAS (2004), mostram através da TABELA 3.10 os problemas específicos detectados de pequenas centrais hidrelétricas para a

obtenção do processo de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais.

TABELA 3.10 – Problemas detectados para a obtenção do processo de licenciamento ambiental de PCH no estado de Minas Gerais

<ol style="list-style-type: none">1) Demora nos prazos para obter as licenças e autorizações: Os prazos na maioria das vezes não são cumpridos pelos órgãos ambientais, pois quase sempre são feitas solicitações de informações complementares.2) A qualidade insatisfatória do estudo e demora na entrega de documentos e atendimento as solicitações de informações complementares pelo empreendedor, também contribuem para o não cumprimento dos prazos.3) Falta de recursos humanos e carência de capacitação: Os órgãos ambientais possuem poucos profissionais qualificados e insuficiência financeira para novas contratações, o que contribui ainda mais para morosidade das análises dos projetos.4) Imprevisão de áreas viáveis e preestabelecidas para implantações de empreendimentos (Plano de Bacia Hidrográfica, zoneamento ambiental)5) Não enquadramento da pequena central hidrelétrica na resolução CONAMA 279/2001, que trata do licenciamento ambiental simplificado.6) Dificuldade de critérios objetivos na análise dos estudos, originando interpretações diversas.7) Falta de termo de referência padronizado para elaboração de estudos,8) Desarticulação entre órgãos ambientais.9) Falta de comunicação adequada e mesmo compreensão entre órgãos institucionais, ministério público, empreendedor e sociedade.10) Realizações indiscriminadas de vistorias e muitas trocas de técnicos o que implica em explicar novamente os estudos, visitar novamente os locais e renegociar as medidas de mitigação.11) Excesso no número de programas ambientais: Cada órgão que analisa o mesmo projeto, tem autonomia para adotar diferentes entendimentos.12) Altos custos das licenças13) Participação de vários órgãos passíveis de envolver no processo de licenciamento ambiental como: Prefeitura, IBAMA, FEAM, IGAM, IEF, ANEEL, IPHAN, Comitês de Bacia Hidrográfica, ANA, FUNAI, Consórcio Intermunicipais de Bacias Hidrográficas, entre outros que surjam de acordo com a necessidade.14) Quanto ao Ministério Público: Ocorre a solicitação freqüente de informações sobre processos em trâmite e reiteração de solicitação de informações já respondidas.15) Movimentos em defesa de interesses particulares.
--

Fonte: PEDREIRA & DUPAS (2004)

Os referidos autores afirmam que os entraves que contribuem para as obtenções das licenças estão alicerçados na desarticulação entre órgãos e também, por ser recente, na falta de prática dos atores envolvidos.

3.3. Impactos Ambientais em Aproveitamentos Hidroelétricos

De acordo com TUNDISI (1988), especificamente, nas últimas décadas, grandes rios em diferentes latitudes e bacias hidrográficas de nosso País, foram e estão sendo regulados, com a construção de usinas hidrelétricas, conforme vocação definida por diretrizes governamentais para

suprir fundamentalmente a crescente demanda oriunda dessa fonte.

Com o represamento dos rios ocorre a destruição da vegetação ripária e inundação das lagoas marginais, além da transformação do antigo ecossistema lótico para um novo ecossistema lêntico ou semi-lêntico, implicando em grandes alterações físicas, químicas, limnológicas e ambientais. Em alguns casos quando a vegetação anterior ao represamento era abundante, no primeiro estágio de formação do lago pode ocorrer uma grande produção pesqueira decorrente da maior disponibilidade de nutrientes no meio aquático. Porém, ao longo do tempo, os nutrientes disponíveis esgotam-se e a produção pesqueira diminui, estabilizando-se num nível mais baixo de produção.

Diversos autores discutem o impacto ambiental do represamento sobre os grandes rios das regiões tropicais e subtropicais, tendo como consequência grandes alterações na composição e redução da biodiversidade da ictiofauna nativa e muitas vezes, na redução das atividades de pesca (CASTRO & ARCIVA, 1987).

Além disso, (MENDONÇA, 1995), informa que pelos seus portes e características, causam prejuízos sociais e econômicos para as populações ribeirinhas que tiveram suas terras produtivas inundadas, promovendo ondas de migrações do campo para as cidades.

De acordo com SMITH *et al.* (2002), deve-se considerar que, além dos impactos decorrentes da construção do reservatório e de seu funcionamento, a comunidade de peixes sofre inúmeros impactos que contribuem ainda mais para a perda de espécies e a redução de suas abundâncias e biomassas. Entre esses impactos estão a perda da vegetação ripária, a poluição e a introdução de espécies exóticas.

Segundo CUNHA-SANTINO & BIANCHINI JR. (2002), nas etapas iniciais dos processos de formação de reservatórios artificiais a incorporação da cobertura vegetal representa considerável fonte de detritos para esses sistemas. O afogamento da biomassa vegetal interfere significativamente na qualidade da água desses sistemas, uma vez que altera os balanços globais do oxigênio dissolvido, reduz o pH e aumenta a coloração e a condutividade elétrica da coluna d'água.

São mostrados na TABELA 3.11 os efeitos positivos e negativos da construção de grandes barragens.

TABELA 3.11 - Efeitos positivos e negativos da construção de grandes barragens

EFEITOS POSITIVOS	EFEITOS NEGATIVOS
Produção de hidroeletricidade. Retenção de água. Criação de sistema de baixa energia para purificação de água. Recreação. Turismo. Aumento da reserva de água. Navegação e transporte. Aumento do potencial de irrigação. Reserva de água para abastecimento. Aumento da produção da biomassa e agricultura. Regulação de enchentes.	Deslocamento da população. Emigração de pessoas para o local da construção. Problemas da saúde pública. Perda de espécies nativas de peixes. Perdas de áreas alagadas. Perda da biodiversidade dos rios. Barreira para migração de peixes. Efeitos na composição química da água (a montante e jusante). Decréscimo em fluxo de água. Aumento de SO ₃ e CO ₂ no fundo de reservatórios estratificados. Perdas de valores estéticos. Perda de valores culturais e de referências culturais. Perda de terra para agricultura. Degradação da qualidade da água. Perdas de monumentos e valores históricos.

Fonte: TUNDISI (1999)

De acordo com DE FILIPPO *et al.* (1999), a transformação de um trecho de rio em reservatório desencadeia uma série de processos biogeoquímicos, que resultam em interferências nas características do ambiente aquático, destacando-se a instabilidade física e química e a alteração das comunidades biológicas, a montante, e a atenuação dos pulsos hidrológicos a jusante, com reflexo sobre o curso d'água e áreas ribeirinhas. Ainda os mesmos autores informam que dentre os fatores que determinam as características limnológicas de um reservatório destacam-se a morfometria (área, comprimento, largura, forma e desenvolvimento de margens, profundidade, volume, área de drenagem) e a hidrologia (descarga afluente, velocidade de enchimento, tempo de residência da água, padrão de circulação da água, oscilação dos níveis da água, regras operacionais da usina), além de outros elementos intrínsecos da bacia de drenagem (tipo e vegetação e solos inundados, quantidade de matéria orgânica incorporada,

atividades antrópicas).

GUNKEL *et al.* (2003), faz um apanhado geral das diferenças de lagos naturais sem a interferência humana e de reservatórios. Tais diferenças são apresentadas na TABELA 3.12.

TABELA 3.12 - Características gerais de um lago natural e de um reservatório.

LAGOS NATURAIS SEM INFLUÊNCIA HUMANA	RESERVATÓRIOS
Bacias de água regulares	Bacias de água irregulares
Há vegetação na margem, portanto não há erosão.	Na margem não há vegetação, portanto a erosão é intensa.
Mudança natural no nível da água, a comunidade do lago está adaptada a essas mudanças.	Regulação artificial do nível da água, danos para flora e fauna devido a mudanças de nível.
Pequenas mudanças do nível da água	Grandes mudanças do nível da água, não há desenvolvimento da fauna e da vegetação da margem associadas a tais mudanças
Geralmente, baixa taxa de sedimentação	Alta taxa de sedimentação
Pequena carga de nutrientes, pois estes ficam retidos pouco tempo na bacia de acumulação.	Geralmente, alta carga de nutrientes devido a alta vazão.
A estabilidade da carga de nutrientes é a longo prazo	Há um aumento da carga de nutrientes após o represamento, a eutrofização ocorre devido a migração de pessoas para a região do reservatório.
Baixa entrada de material orgânico, não há lixiviação do solo.	A decomposição da matéria orgânica devido a inundação da vegetação e a lixiviação do solo inundado leva a eutrofização e acidificação.
A saída de água na superfície leva ao empobrecimento dos nutrientes que ficam na faixa epilimnética da água	Aumento da carga de nutrientes após o represamento, a eutrofização ocorre devido a intensa migração de pessoas para a região do reservatório.
Estabilidade da bioprodução a longo prazo	Aumento da bioprodução após o represamento.
Equilíbrio dos processos de bioprodução e decomposição	Desequilíbrio dos processos de bioprodução e decomposição.
Alto nível da biodiversidade devido a grande estrutura da diversidade do lago	Redução da biodiversidade devido a baixa estrutura da diversidade e habitats deficientes.
Estabilidade da comunidade sem mudanças significativas.	Diminuição ou perda das espécies após o represamento
Não há mudanças na ocorrência de doenças transmissíveis pela água.	Importação de doenças transmitidas pela água devido a eutrofização.
Ecossistema estável com alta capacidade de absorção do impacto.	Ecossistema instável com uma comunidade nova não adaptada e baixa capacidade de absorção do impacto.

Fonte: GUNKEL *et al.* (2003).

Segundo THOMAZ & BINI (1999), a construção de um reservatório provoca várias alterações das características físicas e químicas dos ecossistemas aquáticos.

Em decorrência do aumento do desenvolvimento da margem, ocorre também um maior aporte de nutrientes por escoamento superficial e uma alteração das propriedades físicas e químicas do sedimento. Ainda os mesmos autores afirmam que logo após a formação de um reservatório, diferentes tendências podem ser observadas quanta à riqueza de espécies de macrófitas e tipos ecológicos.

Algumas alterações decorrentes da formação de um reservatório, seus efeitos sobre as assembléias de macrófitas aquáticas e os mecanismos de atuação são mostrados na TABELA 3.13.

TABELA 3.13 - Alguns fatores associados com a formação de um reservatório e seus possíveis efeitos sobre as assembléias de macrófitas.

Fator	Efeito sobre a assembléia	Mecanismo
Alagamento do ecossistema terrestre	Aumento das áreas colonizadas e da riqueza	Aumento das concentrações de nutrientes da heterogeneidade espacial: ocorre quando os locais alagados eram pobres em ecossistemas aquáticos e ecótonos
	Redução das áreas colonizadas e da riqueza	Redução da heterogeneidade espacial: ocorre quando os locais alagados apresentavam elevada riqueza de espécies.
Redução da velocidade da água	Aumento da área colonizada Diminuição de distúrbios sobre a biomassa	Criação de áreas adequadas para a fixação das macrófitas aquáticas
Aumento da sedimentação	Aumento da área colonizada	Aumento de nutrientes e matéria orgânica do sedimento Redução do coeficiente de extinção luminosa
Alteração do regime hidrológico (flutuação dos níveis da água)	Aumento ou redução das áreas colonizadas e da riqueza	Grandes oscilações dos níveis impedem a colonização. Níveis estáveis possibilitam colonização, mas reduzem a riqueza (redução da heterogeneidade de habitats) Oscilações intermediárias aumentam a riqueza (eleva a heterogeneidade de habitats).
Incremento da regeneração de nutrientes	Aumento das áreas colonizadas	Maior disponibilidade de nutrientes

Fonte: THOMAZ & BINI (1999)

Segundo GOLDEMBERG (2003), a construção de hidrelétricas, em muitos casos, a realocação das populações é um problema social de magnitude.

FEARNSIDE (1999), cita a construção da UHE Tucuruí como causadora de inúmeros impactos sociais e conforme o autor, os custos sociais da hidrelétrica foram e continuam a ser pesados. Estes incluem o deslocamento da população na área de inundação e a sua realocação subseqüente devido a uma praga de mosquitos *Mansonia*, o desaparecimento da pesca que sustentava, tradicionalmente, a população a jusante da barragem, os efeitos sobre a saúde devido à malária e a contaminação por mercúrio, e o deslocamento e perturbações de grupos indígenas.

PACCA (1996), afirma que um outro tipo de conflito pode ser o desconforto com a população, pela transformação de um local que antes despertava interesse como ponto de lazer e que pode ter a sua utilização comprometida pela diminuição da vazão como, por exemplo, uma cachoeira.

Conforme BONETI (1999), insegurança e medo da população é um impacto social significativo na construção de um empreendimento. Segundo o autor, o período que vai do anúncio definitivo do projeto, marcado pelas primeiras providências visando sua implementação, e se prolonga até o término da construção da barragem, foi marcado pela suspensão do crédito agrícola, pelas desapropriações, pela dificuldade da população diretamente atingida em tomar decisão de abandonar a área. É, portanto, um período marcado pela angústia e pelo medo.

ERICKSON (1994), faz uma abordagem geral dos aspectos econômicos e sociais que devem ser considerados na construção de aproveitamentos hidrelétricos (TABELA 3.14).

Para PACCA (1996), embora as PCH não se utilizem volumosas acumulações de água, o impacto causado em sua disponibilidade é um dos mais significativos dentre os problemas gerados, apesar da sua reversibilidade, podendo inclusive ser utilizada para o mesmo fim a jusante. A ausência de um grande reservatório não deverá causar mudanças indesejáveis na qualidade da água, porém o desvio do curso natural do rio em função da barragem pode ser uma fonte de conflito com outros usos.

TABELA 3.14 - Elementos a serem considerados na construção de uma usina hidrelétrica

<ol style="list-style-type: none">1. A contribuição para o sistema balanceado para a geração e abastecimento de eletricidade para atender presentes e futuras demandas.2. Alternativas da proposta através de locais alternativos, maneiras alternativas de gerar eletricidade ou modificar a demanda pela eletricidade.3. Energia hidrelétrica como uma forma de desenvolvimento sustentável usando uma fonte natural de energia.4. A energia hidrelétrica é uma alternativa melhor quando comparada com as termelétricas que usam carvão ou óleo e emitem os gases estufa e outros efluentes para o ar e água.5. A consistência da proposta com instrumentos de planejamento nacional, regional e local; a conexão com parques nacionais, áreas selvagens ou reservas naturais.6. O problema de reassentamento se as pessoas forem deslocadas, conseqüências como problemas sociais e econômicos são devidas ao deslocamento das pessoas.7. As implicações ambientais através da exploração de pedreiras, construção de estradas, infiltração e deslizamento do terreno.8. Alojamento para a mão de obra da construção.9. Os possíveis efeitos geológicos do reservatório através do aumento do deslizamento do terreno, infiltração ou atividades sísmicas.10. Problemas de gerenciamento da água tais como a quantidade e o tempo de liberação.11. A liberação da água parada ou da água mais fria da camada mais baixa do reservatório.12. A utilização da água do lago para finalidades que não sejam de produção de energia como, por exemplo, recreação e irrigação.13. Mudanças nas características da água.14. Os efeitos sobre os habitats.15. Os efeitos sobre a desova dos peixes.16. As implicações para a diminuição do alagamento.17. Os problemas da sedimentação.18. As implicações das perdas dos sedimentos à jusante.19. Os efeitos gerais da saúde das comunidades imediatamente afetadas ou das que estão à jusante ou distritos residenciais nas proximidades.20. As implicações de procriação de vetores.21. O potencial dano ou a destruição de sítios arqueológico ou histórico.22. As implicações de locais culturais e sagrados.23. A decomposição da vegetação devido à inundação e a remoção de obstáculos.24. A redução da biodiversidade e a destruição da vida selvagem.25. As implicações da indústria local.26. As implicações para as minorias étnicas.27. Gerenciamento ambiental do reservatório.28. Instalações para monitoramento.29. Os ricos e perigos de uma estrutura grande.30. As implicações para o treinamento.31. As implicações para a tecnologia no contexto nacional.32. As implicações para investimentos estrangeiros.33. As implicações para o comércio e o balanço de pagamentos.34. As implicações políticas do projeto.35. O envolvimento do público contínuo.36. A contribuição do proponente para o desenvolvimento da infra-estrutura local e social.37. As implicações no que diz respeito à estética, conforto e ecologia no local ou em outros locais da paisagem.38. Linhas de transmissão de eletricidade, facilitações e estradas de acesso; possíveis rotas.39. Alojamento para mão de obra permanente.40. Instalações fornecidas aos turistas; estacionamento.41. Serviços e respostas de emergência.42. Limpeza dos entulhos da construção e recomposição da vegetação; reabilitação do local.43. Relatório anual para as agências de meio ambiente, planejamento e energia.44. Perspectivas de desenvolvimento na mesma região que podem sugerir impactos cumulativos.

Fonte: ERICKSON (1994)

Segundo TIAGO FILHO *et al.* (2003), um impacto ambiental que deve ser considerado é o da vazão ecológica que ocorre em centrais do tipo desvio. Este por sua vez é a redução da vazão entre a tomada d'água e o canal de fuga. Mesmo em pequenos trechos, a interrupção do fluxo de organismos vivos, causando ou impossibilitado a reprodução dos mesmos, produz efeitos ainda não equacionados sobre o meio ambiente. A manutenção da vazão ecológica se destina a manter um escoamento mínimo no curso d'água, permanente. Essa vazão tem por objetivo permitir a manutenção local da flora e da fauna, além de favorecer uma vazão que possa manter o consumo de propriedades localizadas entre a tomada d'água da usina e de seu canal de fuga.

Para os autores, esta manutenção da vazão no período de seca leva o empreendedor a uma situação difícil, pois, de um lado se vê obrigado, pela legislação manter as vazões de descarga, por outro lado tem a geração de energia reduzida em um período naturalmente desfavorável. Quanto à disponibilidade hídrica para o setor elétrico, essa redução leva a um custo de energia mais alto.

Para o cálculo desta vazão, segundo DUPAS *et al.* (2004), o modelo de outorga que é aplicado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), é o da outorga controlada por objetivos. É fixada a vazão residual mínima que deve ser mantida a jusante de cada captação, adotando-se o critério da vazão referencial para emissão das outorgas. Assim, a vazão $Q_{7,10}$ (definida como sendo a vazão média mínima em 7 dias para um tempo de recorrência de 10 anos), é a vazão adotada como referência em todo Estado de Minas Gerais, sendo que para manutenção do meio biótico é mantida uma vazão residual a jusante de cada captação no curso de água, equivalente a 70% da $Q_{7,10}$, ou seja, somente 30% da $Q_{7,10}$ está disponível para outorga.

TIAGO FILHO *et al.* (2003), informam que para cada estado o órgão ambiental recomenda um critério diferente. Estes critérios são bem definidos entre projetistas, uma vez que podem até inviabilizar projetos.

Um outro impacto a ser considerado citado pelos autores seria a dificuldade de reprodução de algumas espécies de peixes que procuram as nascentes e cabeceiras dos rios para a desova, sendo recomendado para

estes casos o uso de mecanismos de transposição, onerando assim o custo da central.

Segundo MARTINS & TOMADA (2000), Sistemas para a Transposição de Peixes (STP's) são implantados para atenuar os efeitos negativos dos barramentos sobre os peixes migradores ou de piracema. No Brasil, como na maioria dos países subdesenvolvidos, devido a fatores históricos, financeiros, políticos, constitucionais e culturais desfavoráveis, há uma defasagem tecnológica quanto aos STP's, com conseqüências imensuráveis ao ambiente e ao universo dos peixes.

Os mesmos autores afirmam que no barramento das águas, para qualquer finalidade: energético, abastecimento, contenção, irrigação, turismo, lazer, que não contempla mecanismos apropriados para trânsito de peixes condena os migradores à extinção pela ausência de reprodução, com todas as conseqüências sobre o ambiente e o homem.

Os peixes brasileiros migradores, reofílicos, não possuem capacidade físico-biológica para vencerem alturas superiores a 8m, implicando que apenas os pequenos barramentos devem possuir STP's. (MENDES, 1969; MACHADO, 1976; TORNOLI, 1984).

O argumento que são caras as instalações de STP's é inconsistente, ou seja: o projeto do STP deve estar incorporado já na fase de estudo de viabilidade do empreendimento e não ignorá-lo para otimizar o custo total."Há um longo caminho educativo institucional para o aproveitamento racional de nossa ictiofauna, para nossa alimentação, sustento e lazer, sem ferir a pirâmide ecológica". (PEREIRA, 1986).

No Brasil nas raras experiências executadas, os STP's não funcionaram ou operaram precariamente, o que, entre outros fatores, originou o pensamento, generalizado de ineficiência e a idéia do que os STP's não solucionam os problemas dos nossos peixes migratórios. (GODOY, 1992).

Segundo MARTINS & TAMADA (2000), para compreender a magnitude do tema STP's fez-se necessário atingir uma visão consciente e comprometida com o assunto, mediante a interação com as ciências das engenharias hidráulica, biológica e ambiental. É preciso atender "as vontades" dos peixes, criando-se condições favoráveis de migração,

procriação e desenvolvimento e, conseqüentemente, a sua ampla disseminação, para serem suprida as necessidades humanas e ambientais em todos os seus aspectos possíveis, preservando a integridades do ecossistema aquático. Os referidos autores concluem que cientistas e estudiosos brasileiros assumem performances contrárias ou favoráveis aos STP's, função da evolução de seus conhecimentos e/ou das condições de contorno político-sociais envolvidas, com impressões emotivas, pessoais ou técnicas, evidenciando o caráter polêmico do tema no cenário nacional.

3.4 Estudo de Impacto Ambiental

A degradação ambiental de nosso planeta iniciou-se quando as populações humanas aumentaram suas atividades de caça, pecuária, derrubada de florestas e agricultura. A situação se agravou com advento da Revolução industrial (1745-1800) tendo como conseqüência o aumento do volume e a variedade de resíduos industriais sobre o ambiente. Após o período da revolução industrial, iniciou-se o sistema de implantação de fábricas que contribuiu para um aumento significativo de impactos sobre os ecossistemas.(TOMMASI, 1994).

Ainda o mesmo autor, relata que na década de 60, o estabelecimento de grandes projetos gerou movimentos ambientalistas que protestavam contra derramamentos de petróleo, construção de grandes represas, rodovias, complexos industriais, usinas nucleares, projetos agrícolas e de mineração, dentre outros. Gradativamente, foi-se criando a consciência de que o sistema de aprovação de projetos não mais podia considerar apenas aspectos tecnológicos, excluindo questões culturais e sociais. Com a participação dos diferentes segmentos da sociedade civil organizada, nos EUA foi criada uma legislação ambiental que culminou com a implantação do sistema de Estudo de Impacto Ambiental (EIA), através do "National Environmental Policy Act (NEPA)" de 1969, que começou a vigorar em 01 de janeiro de 1970.

Segundo ICB (2004), o objetivo deste sistema criado era solucionar os conflitos entre manter um ambiente saudável e permitir o desenvolvimento

econômico – o chamado desenvolvimento sustentável. Segundo a declaração do NEPA, na formulação da Declaração de Impacto Ambiental (“Environmental Impact Statement”), havia a consciência de que era melhor prevenir os impactos possíveis que seriam induzidos por um projeto de desenvolvimento, do que depois procurar corrigir os danos ambientais gerados – “... criar e manter condições nas quais homem e natureza possam coexistir em produtiva harmonia...”.

O desenvolvimento de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) deve ser dividido em duas etapas. O diagnóstico, quando são considerados todos os efeitos positivos e negativos associados ao projeto, como um todo. O prognóstico avalia alternativas durante a implantação e o desenvolvimento do projeto, visando gerar o menor número possível de efeitos sociais e ambientais negativos, minimizando os seus efeitos, tornando-os aceitáveis pela sociedade que deve participar da decisão.

Ainda na década de 60, segundo BRAGA *et al.* (2002), passou a consolidar-se o conceito, hoje corrente, de impactos sobre o ambiente. O detalhamento desse conceito demonstrou que sua avaliação podia ser feita com razoável margem de objetividade, de modo que ela pudesse ter aceitação e representatividade social e transformar-se em instrumento de processos de tomada de decisões no licenciamento ambiental. Para tanto, essa avaliação deveria ter características técnicas mínimas regulamentadas pelo poder público e deveria ser traduzida em um documento público acessível aos vários segmentos da sociedade interessados no processo de licenciamento ambiental.

A partir da década de 70, vários países adotaram o sistema de EIAs: a Alemanha em 1971, Canadá em 1973, França e Irlanda em 1976 e Holanda em 1981. Desde sua criação, o EIA tem sido considerado como um instrumento valioso para a discussão do planejamento, em todos os níveis, permitindo que o mesmo atinja plenamente os anseios conservacionistas, sociais e econômicos da sociedade. Com o objetivo maior de tornar um projeto ambientalmente viável, deve-se propor alternativas tecnológicas que minimizem efeitos indesejáveis, alternativas locais que evitem a implantação do projeto em ambientes impróprios, impactáveis. Assim, o EIA é

um instrumento de política ambiental, que busca fazer com que os impactos ambientais de projetos, programas, planos ou políticas sejam considerados, fornecendo informações ao público, fazendo-o participar e adotando medidas que eliminem ou reduzam esses impactos a níveis toleráveis. (ICB, 2004)

Segundo MOREIRA (1989), o primeiro EIA realizado no Brasil foi o da Barragem e Usina Hidrelétrica de Sobradinho, em 1972. No entanto, o estabelecimento de critérios básicos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA ocorreu em 1986, através da sua resolução 001/86.

ALVARENGA & SOUZA (1993), citam outros estudos de impacto ambiental realizados no Brasil, os estudos ambientais das grandes barragens, como a Usina Hidrelétrica de Tucuruí, no Pará, a Usina Hidrelétrica Xingó no Nordeste, os impactos ambientais causados pela abertura de linhas de transmissão para essas mesmas usinas hidrelétricas, etc.

Um empreendimento, citado por TOMMASI (1994), que apresentou efeitos radicais sobre o ambiente, sem uma capacidade de sustentação adequada foi a construção da Usina Hidrelétrica de Balbina, no Rio Tocantins, que teve como consequência a destruição da fauna e flora e evasão dos habitantes da região.

FEARNSIDE (1989), analisa o desastre de Balbina, onde foram inundados 2.360 km² de floresta tropical para gerar apenas 101,1 MW de eletricidade e com apenas 5 anos substituiu uma turbina, corroída pelas águas ácidas e pelo sulfeto de hidrogênio resultante do apodrecimento da vegetação submersa na área do reservatório.

Conforme FEARNSIDE (1999), a barragem do Tucuruí, construída em 1984 continua sendo uma fonte de controvérsia. Apresentado freqüentemente por autoridades como um modelo para o desenvolvimento hidrelétrico devido à quantidade de energia que gera, os impactos sociais e ambientais do projeto são igualmente substanciais. O exame do caso Tucuruí revela uma sobre - estimativa sistemática dos benefícios e uma sub-estimativa dos impactos pelas autoridades. A Tucuruí oferece muitas lições ainda não aprendidas para o desenvolvimento hidrelétrico na Amazônia.

OLIVEIRA (2000), conclui que os problemas ambientais aparecem

como um sinalizador, que influencia as tomadas de decisões referentes à implantação de empreendimentos energéticos.

3.4.1 Aspectos Legais

Inspirado no direito americano (National Environmental Policy Act – NEPA - de 1969) que introduziu a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) nos EUA, devido a pressões de grupos ambientalistas às limitações das análises estritamente econômicas e técnicas dos empreendimentos, a AIA surgiu no Brasil em 1981 como um dos instrumentos da Lei Federal n.º 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação (SOUZA, 1999).

De acordo com BRAGA *et al.* (2002), a Lei Federal n.º 6.938/81, foi na realidade, a primeira lei a abordar o meio ambiente como um todo, abrangendo os diversos aspectos envolvidos e as várias formas de degradação ambiental, e não apenas a poluição causada pelas atividades industriais ou o uso de recursos naturais, como vinha ocorrendo até então.

Ainda os mesmos autores dizem que pela Lei n.º 6.938/81, art. 20, a Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, propicia a vida visando assegurar no País, condições ao desenvolvimento sócio econômico, aos interesses da segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana.

Dentre os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, conforme a Lei n.º 6.938/81 e posteriores alterações pela Lei n.º 7.804 e Lei 8.028, de 12.4.90, estão a avaliação de impacto ambiental, licenciamento e zoneamento ambiental, que são destacados no presente trabalho.

Avaliação de Impacto Ambiental

De acordo com a CONSTITUIÇÃO FEDERAL (1988), a avaliação de impacto ambiental é um dos instrumentos mais importantes para a proteção dos recursos ambientais, tanto que no art. 225, inciso IV, § 10, a Constituição declarou como sendo um dos deveres do 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.

Segundo MILARÉ (2000), no ordenamento jurídico brasileiro, a avaliação de impacto ambiental (AIA) é enxergada ora como instrumento de planejamento e gestão, ora como um procedimento associado a alguma forma de processo decisório, como o licenciamento ambiental. Estas duas dimensões são, na verdade, indissociáveis e, no conjunto, têm por objetivo analisar a viabilidade ambiental de um projeto, programa ou plano. Estão em jogo, sob o alvo de dispositivos legais, empreendimentos relativos a infra – estruturas e atividades produtivas, sejam eles propostos pela iniciativa privada ou pelo Poder Público.

Conforme BRAGA (2002), regulamentada a Lei 6.938/81, o Decreto nº 88.351 de 1º de junho de 1983, avança na matéria e estabelece a vinculação de avaliação de impactos ambientais aos sistemas de licenciamento, outorgando ao CONAMA a competência para fixar os critérios básicos segundo os quais serão exigidos estudos de impacto ambiental para fins de licenciamento, com poderes para tal fim, de baixar as resoluções que entender necessárias. Dessa forma, baseando-se no Decreto 88.351/83 e no Art. 8º da Lei 6.938/81, o CONAMA, expediu em 23 de janeiro de 1986, a Resolução n.º 001 dando tratamento mais orgânico ao EIA, já que estabeleceu as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para o uso e implementação da AIA como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

A referida resolução define impacto ambiental como sendo: “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, e a qualidade dos recursos ambientais”.

De acordo com BRAGA *et al.* (2002), posterior a resolução CONAMA nº 001, de 23.1.86, veio estabelecer a exigência de realização de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e apresentação do respectivo Relatório de Impacto

Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente. Tal relatório é acessível ao público, devendo suas cópias permanecer à disposição dos interessados e, conforme o caso, deverá ser feita audiência pública para exame e discussão de seu conteúdo. As Audiências Públicas foram disciplinadas pela Resolução CONAMA n.º 9, de 3.12.87, publicada somente em 5.7.90.

No artigo 2º da resolução CONAMA 001/86 é disposta uma série de atividades para as quais se torna indispensável o Estudo de Impacto Ambiental - EIA e seu respectivo RIMA, dentre as quais, elenca em seu Inciso VII: “as obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para quaisquer fins hidrelétricos acima de 10 MW”, percebendo-se, desse modo, que o empreendimento, para ser implantado, deverá ser submetido ao processo de licenciamento ambiental, antecedido do EIA/RIMA. Em seu Artigo 6º, tal resolução estabelece as atividades técnicas que devem ser desenvolvidas no Estudo de Impacto Ambiental, como o diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, a análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, a definição de medidas mitigadoras de seus impactos negativos, que, no caso de aproveitamento hidroelétrico, são especialmente decorrentes da inundação da área para formação do reservatório, ocasionando mudança compulsória da população, além de outros relacionados aos recursos ambientais afetados. Estabelece ainda em seu artigo 11, § 2º que o órgão ambiental competente, sempre que julgar necessário, promoverá a realização de audiência pública para informação sobre o projeto e seus impactos ambientais e discussão do RIMA. Ainda na resolução CONAMA 001/86, o EIA deve ser elaborado por equipe multidisciplinar, a qual é presença participativa e atuante de especialistas da sociedade civil ao procedimento de planejamento nacional em âmbito federal, estadual e municipal.

Para ANDRIOLI & FERNANDES (1996), o EIA é um instrumento de caráter técnico científico que subsidia uma das etapas da avaliação de impacto ambiental - AIA, sendo esta etapa, dentro do processo de AIA, o que possui maior conteúdo técnico científico e também que consome mais tempo e recursos.

Nesse sentido, conforme o estabelecido pela Resolução CONAMA n° 001/86, um EIA deve conter as seguintes etapas:

1. Informações gerais de um projeto;
2. Caracterização do empreendimento incluindo processo, tecnologia investida, informações básicas;
3. Área de influência com limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos;
4. Diagnóstico ambiental da área de influência;
5. Análise dos impactos ambientais;
6. Proposição de medidas mitigadoras;
7. Programa de monitoramento dos impactos ambientais;
8. Relatório de impacto ambiental – RIMA.

Segundo MACHADO⁴ *apud* TOMMASI (1994), o EIA é de maior abrangência do que o RIMA e o engloba em si. O estudo compreende o levantamento da literatura científica e legal pertinente, trabalhos de campo, análises de laboratório e a própria redação do relatório.

Para TOMMASI (1994), a introdução, na Constituição Nacional, de todo um avançado capítulo sobre meio ambiente que incluiu em seu § 1º, Inciso IV, a exigência do EIA, coloca o Brasil entre os países com legislação mais avançada.

Licenciamento ambiental

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 o máximo (FINK *et al.* 2002).

Segundo OLIVEIRA (2002), o licenciamento 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

⁴ MACHADO, P.A.L. (1999). Direito Ambiental Brasileiro. 3ª ed., Ed. Revistas dos Tribunais.

BARBOSA, T.A.S. *Análise do Estudo de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Águia. Proposta de Otimização do Processo de Licenciamento Ambiental utilizando uma Matriz Simplificada*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá. 2004. 119 p.

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.

Segundo BRAGA *et al.* (2002), embora na época da promulgação da Lei nº 6.938/81 o sistema de licenciamento já estivesse previsto na legislação de vários estados, ele foi disciplinado por essa lei, em nível nacional, tornando-se obrigatório em todo o País. A referida lei estabeleceu o sistema da tríplice licença:

Licença Prévia (LP) – fase preliminar do planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo.

Licença de Instalação (LI) – autoriza o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do projeto executivo aprovado.

Licença de Operação (LO) - autoriza, após as verificações necessárias, o início da operação da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos, de acordo com o estabelecido nas licenças prévias e de instalação.

Para ALMEIDA (2004), o licenciamento ambiental, é na verdade uma prática relativamente recente no Brasil e no mundo. Os estudos necessários para o licenciamento só começaram a ganhar importância na década de 80 e apesar de ferramentas mais avançadas, ainda persistem muitas dúvidas nas tomadas de decisões.

De acordo com OLIVEIRA (2002), são duas as etapas do licenciamento: Licenciamento preventivo que ocorre previamente ao desenvolvimento da implantação do empreendimento e Licenciamento corretivo que ocorre simultaneamente ou após a implantação do empreendimento. 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 afetem diretamente o território de dois ou mais estados; os órgãos ambientais Estaduais 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.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 237, de 16 de dezembro de 1997, que também dispõe acerca da realização de estudos ambientais foi estabelecido em seu Artigo 3º, que o licenciamento ambiental dependerá de prévio estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto quando se tratar de empreendimentos que causem significativa degradação ao meio ambiente, estando a atividade prevista no Anexo I – Atividades ou Empreendimentos Sujeitas ao Licenciamento Ambiental, na parte referente a Obras Civis.

FINK *et al.* (2002), comentam que por outro lado, caso o órgão ambiental competente verifique que o empreendimento não é potencialmente causador de significativa degradação, poderá definir outros tipos de estudos ambientais pertinentes ao respectivo processo de licenciamento.

Com relação aos empreendimentos de pequeno potencial de impacto ambiental, prevê-se a possibilidade de se estabelecerem procedimentos simplificados para o licenciamento ambiental, sob o crivo dos Conselhos do meio ambiente. Por exemplo, em Minas Gerais existe o Relatório de Controle Ambiental, criado para a hipótese da dispensa do EIA/RIMA, e o Plano de Controle Ambiental – PCA, destinado a propor diretrizes para o monitoramento ambiental do empreendimento, bem como o projeto executivo de implantação das medidas mitigadoras ou corretivas.

Ainda os mesmos autores afirmam que a decisão dos órgãos competentes sobre a possibilidade ou não de licenciamento de qualquer das atividades sujeitas à elaboração de estudo de impacto ambiental vai depender das condições desse impacto e da análise a ser feita pela autoridade ambiental, merecendo ser observado que o referido estudo não se limita a demonstrar os efeitos da realização do projeto sobre o meio ambiente, mas analisa, também, as conseqüências de sua não-execução.

A Resolução CONAMA nº 06/87 dispõe acerca do licenciamento do

Setor Elétrico. Tal Resolução, porém, deve ser analisada juntamente com a Resolução CONAMA nº 237/97, já que esta instituiu uma única fase de licenciamento.

A fim de acelerar o suprimento de demanda energética da época e agilidade para expedição das licenças, a Resolução CONAMA 279/2001 traz que os licenciamentos ambientais para os empreendimentos de geração de energia elétrica, em especial pequenas centrais hidrelétricas (PCH's), podem também adotar o licenciamento ambiental simplificado, para empreendimentos com pequeno potencial de impacto ambiental, considerando a demanda energética atual. Adotaram as seguintes definições:

- Relatório ambiental simplificado (RAS) – estudos dos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação do empreendimento, bem como o diagnóstico ambiental da região contendo sua caracterização e identificação dos impactos ambientais e medidas de controle, mitigação e compensação;
- Relatório de detalhamento dos programas ambientais – apresenta as medidas mitigatórias e compensatórias e os programas ambientais proposto no RAS;
- Reunião técnica informativa – promovida pelo órgão ambiental competente para discussão do RAS, relatório de detalhamento dos programas ambientais e demais informações, garantida a consulta e participação pública;

FINK *et al.* (2002), afirmam que deverá constar obrigatoriamente, entre os documentos que instruem o requerimento da licença ambiental, a certidão da Prefeitura Municipal, declarando que aquele tipo de empreendimento e o respectivo local de sua instalação estão de acordo com a legislação de uso e ocupação do solo.

PEDREIRA (2004), mostra o fluxo do processo de licenciamento para PCH no estado de Minas Gerais. (FIGURA 3.2).

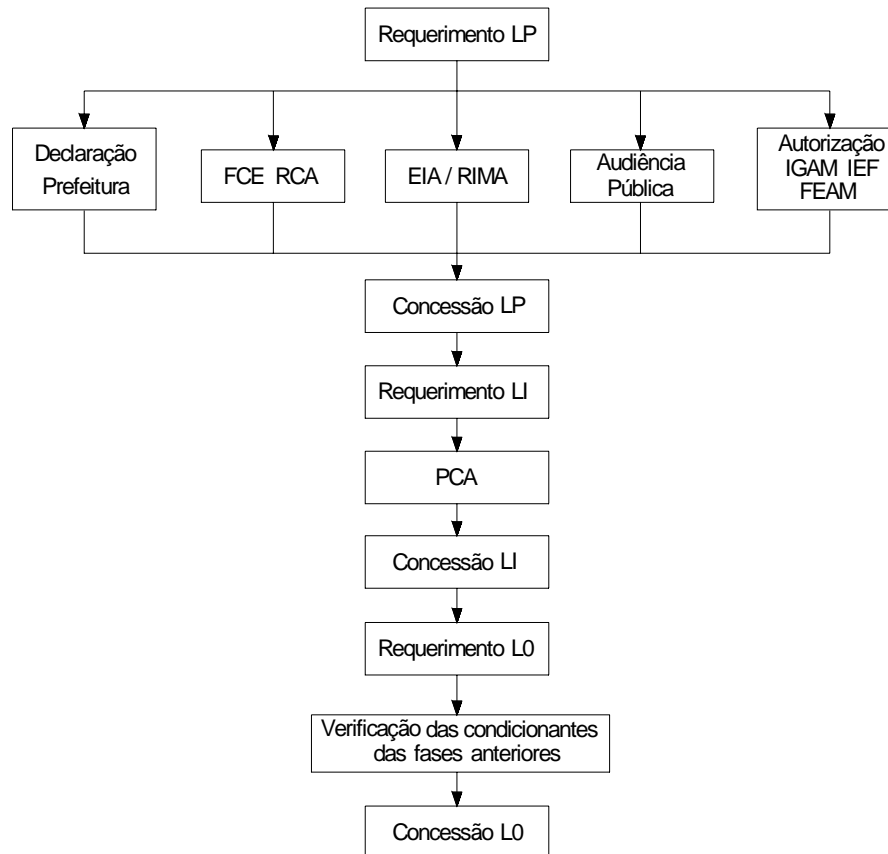


FIGURA 3.2 – Fluxo do licenciamento ambiental

Fonte: PEDREIRA (2004)

“O licenciamento ambiental não deve ser encarado como um obstáculo ao exercício pleno das atividades econômicas e do princípio da livre iniciativa, contudo, com a consciência cada vez mais nítida da finitude dos recursos naturais, é imprescindível a adoção de um mecanismo de verificação prévia do quanto é possível se economizar desses recursos e qual a sua importância para a própria sobrevivência humana. Esse mecanismo é, sem dúvida, o licenciamento ambiental” (FINK et al. 2002).

Zoneamento Ambiental

Conforme MILARÉ (2000), o zoneamento ambiental é um instrumento jurídico de ordenação do uso e ocupação do solo, o qual dá mais ênfase a proteção de áreas de significativo interesse ambiental, sempre em prol do bem estar e da realização da qualidade de vida da população.

PEDREIRA & DUPAS (2004), destacam o zoneamento ambiental como um instrumento de gestão ambiental para o procedimento de obtenção do licenciamento ambiental.

De acordo com AMBIENTE BRASIL (2004), o zoneamento possui conceitos jurídicos e técnicos diferentes, mas um fim específico: delimitar geograficamente áreas territoriais com o objetivo de estabelecer regimes especiais de uso, gozo e fruição da propriedade. Delimitação? Isto mesmo, o proprietário só poderá usar sua terra da maneira que lhe convier, desde que respeite os interesses coletivos, como a função social e a conservação do meio ambiente. Trata-se de controle estatal capaz de ordenar o interesse privado e a evolução econômica com os interesses e direitos ambientais e sociais, possibilitando o alcance do tão almejado crescimento sustentável.

Tal é a importância deste instrumento que diversas áreas do conhecimento humano trabalham com o conceito de zoneamento. Em 1988, a Constituição Federal ressaltou a proteção ambiental salientando que o zoneamento ambiental é um instrumento da política nacional do meio ambiente. Dentro da área econômica e social, o zoneamento é uma intervenção estatal baseada no poder-dever da união de articular o complexo geo-econômico e social, desenvolvendo as regiões e reduzindo desigualdades sociais e econômicas. Já na área urbanística, o zoneamento permite ao Estado a instituição de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e micro-regiões.

Por fim, face à necessidade de se promover uma harmoniosa integração entre os interesses econômicos, ambientais e sociais, o conceito de zoneamento se ampliou ainda mais, surgindo assim o ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico.

Este novo conceito começa a ser idealizado pela Secretaria de Coordenação da Amazônia do Ministério do Meio Ambiente, para sua futura utilização na Amazônia.

O ZEE está sendo manipulado para funcionar como um instrumento de planejamento e gestão territorial, e terá o objetivo de contribuir para a ocupação e o ordenamento do estado, levando em consideração o crescimento econômico das diferentes regiões com base em programas de

desenvolvimento sustentável.

BRITES (2002), faz um breve resumo a respeito do ZEE:

Definição

“Instrumento para racionalização da ocupação dos espaços e de redirecionamento de atividades”.

“Subsídio a estratégias e ações para elaboração e execução de planos regionais em busca do desenvolvimento sustentável”.

Objetivos do ZEE

Diagnosticar: Vulnerabilidades e potencialidades naturais

e sócio – econômicas, bem como o arranjo jurídico - institucional.

Prognosticar: uso do território e tendências futuras.

Propor: Diretrizes de proteção de recuperação e de desenvolvimento com conservação.

Finalidade do ZEE

- Dotar o governo de bases técnicas para a especialização das políticas públicas visando a ordenação do território.
- Ordenação do Território como expressão espacial das políticas econômica, social, cultural e ecológica tendo como premissa fundamental o bem estar do homem e, por isso mesmo, em harmonia com a qualidade do ambiente.

Vantagens do ZEE

- 1) Instrumento técnico de ação integrada sobre o território, em base geográfica, classificando-o segundo suas potencialidades e vulnerabilidade.
- 2) Instrumento político de regulação do uso do território, de possibilidade de integrar as políticas públicas, aumentar a eficácia da intervenção pública na gestão do território e construir parcerias.
- 3) Instrumento de planejamento e gestão territorial não apenas corretivo, mas estimulador do desenvolvimento sustentável.

Marcos históricos do ZEE

São mostrados na TABELA 3.15 os marcos históricos do ZEE.

TABELA 3.15 – Marcos Históricos do ZEE

ANO	MARCOS HISTÓRICOS
1981	-Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6938/81), estabelece o zoneamento como instrumento de planejamento.
1998	-Programa Nossa Natureza indica o ZEE para todo o território Nacional.
1990	- Criação do grupo de trabalho para orientar a execução do ZEE. (Decreto 99.540/90).
1991	-Criação do Programa Zoneamento Ecológico Econômico para a Amazônia Legal – PZEEAL.
1992	-Consolidação da metodologia do zoneamento do Gerenciamento Costeiro (GERCO) -Início de ZONEAMENTO na Barra do Alto Paraguai, Mato Grosso e Rondônia.
1994	- Metodologia SAE – PR/MMA/LAGET-UFRJ para a Amazônia Legal. - Início do zoneamento dos projetos do Programa Piloto para a Proteção de Florestas Tropicais - PPG7
1996	- Extinção da SAE e transferência da coordenação Nacional do ZEE para a OMMA.
1998	- Inclusão do ZEE no Plano Plurianual -PPA 2000 – 2003. - Articulação institucional para formar o Consórcio ZEE BRASIL.
1999	-Diagnóstico da Situação do ZEE e audiências regionais -Estruturação do Programa ZEE e das diretrizes metodológicas
2000	-Projeto Piloto do Baixo Parnaíba. -Publicação do Documento Diretrizes Metodológicas do PZEE. -Encerramento da primeira fase do Projeto Piloto “ZEE do Baixo Parnaíba”.
2001	-Diagnóstico da Situação do ZEE e audiências regionais. -Publicação do Decreto Presidencial n. 4.297, de 10 de julho, que regulamentado o art. 9º, inciso II, da Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o ZEE do Brasil e dá outras providências.
2002	-Início do projeto ZEE da Região Integrada de Desenvolvimento Econômico do Distrito Federal e Entorno (RIDE) -Publicação do CD Cenários para a Amazônia Legal. -Conclusão do ZEE do Estado de Roraima. -Audiência Pública do Projeto ZEE da RIDE -Publicação do CD “ZEE do Estado de Roraima” -Proposta a entrada da CODEVASF, do INCRA e do CENSIPAM no Consórcio ZEE-Brasil Permanente.
2003	-Assinatura do termo de Cooperação Técnica entre MMA/SDS, CODEVASF e Governo do Estado do Piauí para a execução do projeto "ZEE da bacia do rio Parnaíba". -Articulação institucional para o projeto ZEE da bacia do rio São Francisco. Atualização das Diretrizes do ZEE e republicação do documento do Programa ZEE.

Fonte: BRITES (2002)

Áreas zoneadas e não zoneadas no Brasil

As áreas zoneadas e não zoneadas no Brasil e a distribuição do que foi realizado por região, são mostradas na FIGURA 3.3.

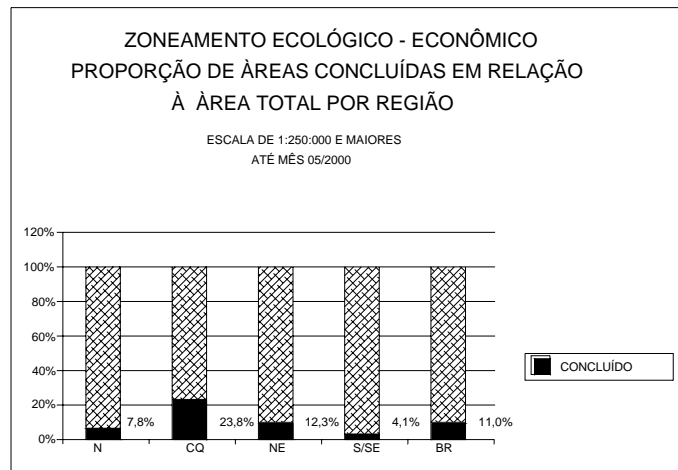


FIGURA 3.3 – Distribuição do que foi realizado por região
Fonte: BRITES (2002)

3.5 Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais

Segundo SOUZA (1999), a análise ambiental, como parte integrante de um sistema de gestão, necessita de uma série de procedimentos para que a viabilidade ambiental – seu principal objetivo – possa ser alcançada. Portanto, no sentido de sistematizar o processo de análise ambiental utilizam-se metodologias, que devem permitir a inserção dos fatores ambientais, assim como fatores econômicos, e até certo ponto, diretrizes políticas de desenvolvimento dos processos de decisão e localização de projetos.

De acordo com MOREIRA (1992), a elaboração de um estudo de impacto ambiental compreende um conjunto de atividades, pesquisas e tarefas técnicas realizado com a finalidade de conhecer as principais conseqüências ambientais de um projeto, de modo a atender aos regulamentos de proteção do meio ambiente e efetivamente, auxiliar a decisão sobre a implantação ou não do projeto.

A referida autora afirma que para dar conta dessas tarefas, empregam-

se vários métodos e técnicas, alguns de uso corrente nas disciplinas envolvidas nos estudos ambientais, outros criados para promover a abordagem integrada e multidisciplinar requerida pela própria finalidade do estudo de impacto ambiental.

Chamam-se ainda métodos de avaliação de Impacto Ambiental os “*mecanismos estruturados para coletar, analisar, comparar e organizar informações e dados sobre os impactos ambientais de uma proposta (...)*” (BISSET⁵, 1982 *apud* MAIA,1995).

HORBERRY (1984), considera os métodos de AIA “*a seqüência de passos recomendados para coletar e analisar os efeitos de uma ação sobre a qualidade ambiental e a produtividade do sistema natural, e avaliar os seus impactos nos receptores naturais, sócios - econômico e humano (...)*”.

3.5.1 Síntese e Comparação dos Principais Métodos de Estudo de Impacto Ambiental

Como a identificação e avaliação dos impactos ambientais requerem a manipulação de grande quantidade de dados, além da comunicação dos resultados finais para os tomadores de decisão e para o público de interesse nas questões, para superar algumas dessas dificuldades, tem-se dispensado muita atenção ao desenvolvimento de diferentes abordagens de avaliação de impactos ambientais. Devido a grande variedade dos empreendimentos e dos fatores ambientais por eles pressionados, a abordagem multi e interdisciplinar é peça fundamental nos processos de AIA. Nesse sentido, pode-se definir abordagens particulares de estudos de impacto ambiental, fazendo com que os fatores ambientais sejam contemplados de maneiras diferentes, para que se possa garantir a obtenção da qualidade ambiental.(SOUZA, 1999).

Sendo assim, BASTOS & ALMEIDA (2002), citam basicamente, as distintas linhas metodológicas desenvolvidas para a avaliação de impactos ambientais: metodologias espontâneas (Ad hoc); Listagens (Check list);

⁵ BISSET,R.(1982). *Methodos for EIA:a selective survey with casa studies*. Documento apresentado em Training, Course on EIA, China.

Matrizes de correlação; Redes de interações (Networks); metodologias quantitativas; modelos de simulação; mapas de superposição (Overlays), análise multi - critérios entre outras.

A seguir serão apresentadas uma síntese e comparação dos principais métodos de AIA:

Metodologias Espontâneas (Ad Hoc)

De acordo com BASTOS & ALMEIDA (2002), as metodologias espontâneas (*Ad Hoc*), são métodos baseados no conhecimento empírico de pessoas experientes do assunto e/ou da área em questão.

Essas 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.

Apresentam vantagem como uma estimativa rápida da avaliação 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.

Para MOREIRA (1992), a maior crítica aos métodos *ad hoc* é o alto grau de subjetividade dos resultados que dependem da qualidade da coordenação, dos critérios de escolha dos componentes do grupo de trabalho, do nível de informação e, até mesmo, das diferenças de temperamento e das tendências de cada um.

MAIA (1995), descreve esse método como uma reunião de especialistas; criação de grupo de trabalho com profissionais de diversas disciplinas. Tal método pode ser aplicado em avaliações em tempo curto e quando há carência de dados. Segundo o autor a vantagem do método é a rapidez e o baixo custo e as desvantagens, são que não promovem análise sistemática dos impactos e apresentam os resultados com alto grau de subjetividade e fundamento técnico-científico deficiente.

Listagens (Check-List)

Segundo BASTOS & ALMEIDA (2002), numa fase inicial, a listagem apresenta um dos métodos mais utilizados em AIA. Consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir da diagnose ambiental realizada por especialistas dos meios, físico, biótico e sócio-econômico. Os especialistas deverão relacionar os impactos decorrentes das fases de implantação, operação e desativação do empreendimento, organizando-os em positivos ou negativos, conforme o tipo da modificação antrópica que esteja sendo introduzida no sistema analisado.

Às vezes, tal metodologia pode ser apresentada sob forma de questionário a ser preenchido, para direcionar a avaliação a ser realizada. Essa linha metodológica apresenta como vantagem seu emprego imediato na avaliação qualitativa de impactos mais relevantes. Entretanto, por não considerar avaliação de causa/efeito entre os impactos (seqüência de alterações desencadeadas a partir de uma ação impactante), é apenas adequada em avaliações preliminares. Pode, de forma limitada, incorporar escala de valores e ponderações.

De acordo com MAIA (1995), as listagens de controle dividem-se em:

Descritivas: listas de fatores ambientais, às vezes associadas a parâmetros, e de ações do projeto.

Escalares: listas mais escalas de valores para fatores e impactos ambientais.

Escalares ponderadas: como as escalares, incorporando o grau de importância dos impactos.

Para o referido autor, as vantagens desse método são que ajudam a lembrar de todos os fatores ambientais que podem ser afetados, evitando omissões de impactos ambientais relevantes. As desvantagens são que as listagens não identificam impactos diretos; não consideram características temporais dos impactos, nem especiais; não analisam as interações dos fatores ou dos impactos ambientais, não consideram a dinâmica dos sistemas ambientais e quase nunca indicam a magnitude dos impactos, substituindo-a por símbolos, e os resultados são subjetivos.

Matrizes de Correlação

Conforme MAIA (1995), as matrizes de correlação são listagens de controle bidimensionais dispostas nas linhas os fatores ambientais e nas colunas as ações do projeto; cada célula de interseção representa a relação de causa e efeito geradora do impacto.

BASTOS & ALMEIDA (2002), fazem uma descrição mais detalhada desse método. Os autores informam que as matrizes tiveram início como uma tentativa de suprir as deficiências das listagens. Uma das mais difundidas nacional e internacionalmente foi a Matriz Leopold em 1971. Esta matriz foi projetada para avaliação de impactos associados à quase todos os tipos de implantação de projetos.

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 encontra o empreendimento (planejamento, 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 (físico, biótico e antrópico) 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 impactos, com suas escalas nominais (atribuindo qualificações, por exemplo, alto, médio e baixo) e ordinal (atribuindo uma ordenação hierarquizadora – por exemplo, primeiro, segundo e terceiro graus), possibilita uma melhora da análise qualitativa como se destaca a seguir:

a) Tipo de ação – primária, secundária e enésima; definidas respectivamente como uma simples relação de causa e efeito – como uma reação secundária em relação à ação, quando faz parte de uma cadeia de reações, ou como uma relação enésima em relação à ação.

b) Ignição - imediata, médio prazo e longo prazo; definidas como imediata quando efeito surge simultaneamente com a ocorrência da ação e, quando o efeito se manifesta com certa defasagem de tempo em relação à ação, esta variação é considerada como médio ou longo prazo.

c) Sinergia e criticidade – alta, média e baixa; definidas como o nível de interatividade entre os fatores, de modo a aumentar o poder de modificação do impacto.

d) Extensão - maior, igual ou menor do que a bacia hidrográfica; definidas respectivamente quando o impacto sobre o subsistema abrange uma área maior, igual ou menor do que a bacia hidrográfica em questão.

e) Periodicidade – permanente, variável e temporária; definidas respectivamente quando os efeitos não param de se manifestar enquanto durar a ação, e quando não se tem conhecimento preciso de quanto tempo vai durar um determinado efeito e, ainda, quando o efeito tem duração limitada.

f) Intensidade – alta, média baixa; definidas pela quantificação da ação impactante.

Os estados nominais e ordinais dos atributos são utilizados para determinação da magnitude e importância dos impactos, a magnitude, segundo BISSET⁶ *apud* BASTOS & ALMEIDA (2002), é definida como a medida de gravidade de alteração do valor de um parâmetro ambiental. Dessa maneira, a magnitude é a soma dos valores determinados para os atributos extensão, periodicidade e intensidade. Já a importância de um impacto, é a medida de significância de um impacto. Logo, a importância é o resultado da soma dos valores dos atributos de ação, ignição e criticidade.

Os componentes de cada fase do empreendimento e por área de influência apresentam também uma magnitude e importância médias de impactos positivos e negativos que são calculados. Finalmente, a magnitude por meio (físico, biótico e antrópico) é a média das magnitudes totais, e a importância dos impactos em cada meio é representada pela média das importâncias totais de cada subsistema ambiental.

⁶ BISSET, R. (1987). *Methods for Environmental Impact Assessment. A Selective Survey Case Studies*. Department of Geography University of Aberdeen, Scotland,

O método permite uma fácil compreensão dos resultados; aborda fatores biofísicos e sociais; acomoda dados qualitativos e quantitativos, além de fornecer boa orientação para o prosseguimento dos estudos e introduzir multidisciplinaridade.

LEOLPOLD (1971), informa que os impactos apresentam dois atributos: a magnitude e a importância. Magnitude é a grandeza, em escala espacial e temporal, de um impacto (em termos absolutos) e a importância é a intensidade do efeito relacionado com um dado fator ambiental, com outros impactos ou determinadas características como: direto/indireto; local/regional, imediato ou a médio/longo prazo; temporário/permanente; reversível /irreversível.

O método da matriz de LEOLPOLD *et al.* (1971) permite uma rápida identificação, ainda que preliminar, dos problemas ambientais envolvidos num dado projeto. É bastante abrangente, pois envolve aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos. Apresenta, porém, desvantagens, como por exemplo, não pode avaliar a frequência das interações e nem fazer projeções no tempo e apresenta grande subjetividade.

PASTAKIA & JENSEN (1998), desenvolveram uma matriz rápida de avaliação de EIAs, a RIAM (The Rapid Impact Assessment Matrix for EIA). Tal matriz segundo os autores é uma ferramenta para organizar, analisar e apresentar os resultados de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de uma forma geral. A matriz (RIAM), fornece registros permanentes e transparentes para o processo em análise enquanto ao mesmo tempo procede a organização de um EIA. A simples estruturada forma da RIAM permite reanalisar e fazer uma análise detalhada para os componentes selecionados em uma maneira rápida e precisa. Essa flexibilidade faz com que o método seja uma ferramenta poderosa para execução e avaliação de EIAs.

A matriz RIAM tem a capacidade de comparar diferentes opções. É capaz de comparar, sobre uma base comum, julgamentos feitos em diferentes setores, pois o método segue um conjunto definido de regras de julgamento. A escala na matriz (RIAM), permite que os dados qualitativos sejam avaliados.

A RIAM fornece soluções para várias críticas que tem afetado EIAs,

desde a próxima aceitação universal do planejamento de desenvolvimento do processo. Estas críticas enfocaram largamente a subjetividade de muitos EIAs e a inabilidade dessa avaliação para fornecer um registro dos julgamentos feitos de maneira simples e transparentes.

Os conceitos de RIAM foram desenvolvidos por PASTAKIA (1998), mas estes não foram imediatamente publicados até que o método tivesse sido rigorosamente usado e testado em campo (JENSEN, 1998).

O primeiro projeto de RIAM só foi publicado em 1995. O método prático ainda está nas suas primeiras fases de desenvolvimento e é capaz de expansão e refinamento (que é base de pesquisa contínua).

SINGER⁷, *apud* TOMMASI (1994), elaborou matrizes para exploração de turfa e carvão energético. Pôde, então, identificar para cada atividade, os efeitos potenciais sobre as variáveis ambientais. Em seguida, pôde quantificar a matriz de impactos de acordo com uma escala pré-definida considerando primeiro, que não eram adotadas medidas mitigadoras e, em seguida considerando-se que são tomadas tais medidas.

Redes de Interações (Networks)

Conforme MAIA (1995), a primeira rede de interação foi elaborada por Sorensen, em 1971, e partiu do desdobramento de uma matriz. Formulada para a avaliação de um programa de ordenamento territorial para uma área costeira da Califórnia, a rede de interação de Sorensen trata das conseqüências ambientais das diferentes categorias do uso do solo, seus conflitos e interferências. Considera seis componentes ambientais (água, clima, condições geofísicas, condições de acesso e estética) e conjunto de atividades que os modificam.

De acordo com BASTOS & ALMEIDA (2002), esta metodologia procura estabelecer a seqüência de impactos ambientais a partir de uma determinada intervenção, utilizando método gráfico. As redes têm por objetivo as relações de precedência entre ações praticadas pelo empreendimento e

⁷ SINGER, E.M. (1985). Metodologia para avaliação dos impactos ambientais da mineração. Encontro técnico (27/06/85). Mineração e Meio Ambiente no Estado de São Paulo, 1ª Ed., SP, ABGE, pg. 10-20.

BARBOSA, T.A.S. *Análise do Estudo de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Águia. Proposta de Otimização do Processo de Licenciamento Ambiental utilizando uma Matriz Simplificada*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá. 2004. 119 p.

os conseqüentes impactos de primeira e demais ordens. Apresentam como vantagens o fato de permitirem uma boa visualização de impactos secundários e demais ordens, principalmente quando computadorizadas, e a possibilidade de introdução de parâmetros probabilísticos, mostrando tendências.

Visam também a orientar as medidas a serem propostas para o gerenciamento dos impactos identificados, isto é, recomendar medidas mitigadoras que possam ser aplicadas já no momento de efetivação das ações causadas pelo empreendimento e propor programas de manejo, monitoramento e controle ambientais.

Há necessidade de se elaborar uma rede para cada uma das alternativas a serem consideradas e para as diversas fases do empreendimento. As principais desvantagens das redes dizem respeito à extensão das mesmas, muitas vezes provocando a não-definição de impactos de curto e longo prazo, não especificam valores e a ciência de informações dificulta muito a sua elaboração. No que tange especificamente a rede de Sorensen, esta assinala apenas impactos negativos e, sendo utilizada isoladamente, é um mero método de identificação de impactos.

Metodologias quantitativas

Segundo BASTOS & ALMEIDA (2002), 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 apresentado pelo *Batelle Columbus Laboratories*, em 1972, para os *US Bureau of Reclamation*.

MAIA (1995), afirma que este método é um exemplo de listagem de controle escalar ponderada. Foi desenvolvido para a avaliação de projetos que envolvem a utilização de recursos hídricos, com a intenção de promover uma abordagem sistemática, holística e hierarquizada do meio ambiente.

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, uma unidade de impacto, obtido pelo produto do índice de qualidade ambiental e do peso relativo do parâmetro considerado. A diferença, entre o referido produto e o peso relativo do parâmetro considerado na fase anterior ao empreendimento (implantação e operação), determina os impactos que poderão ser gerados pelo projeto.

O método Batelle apresenta a vantagem de suprir os analistas com boas informações para caracterizar uma dada situação ambiental, com termos de previsão dos impactos que possam ser gerados. A subjetividade do método pode ser diminuída pelo uso de *técnicas Delphi*, utilizando equipes multidisciplinares. (BASTOS & ALMEIDA, 2002).

A técnica Delphi, segundo TOMMASI (1994), é, basicamente uma discussão, por um grupo de especialistas, visando chegar a um consenso, sobre uma determinada questão.

O método requer, porém um trabalho preparatório bastante extenso, no sentido de estabelecer gráficos para cada indicador do estado ambiental. É falho também para identificação de impactos secundários e de demais ordens.

Modelos de Simulação

Desenvolvidos desde os anos 70, são modelos relacionados à inteligência artificial ou *modelos matemáticos*, destinados a representar tanto quanto possível o comportamento de parâmetros ambientais ou as relações e interações entre causa e efeito de determinadas ações. São bastante úteis em projetos de usos múltiplos e podem ser utilizados mesmo que após o início de operação de um projeto. São, assim, capazes de processar variáveis qualitativas e quantitativas e incorporar medidas de magnitudes e importância de impactos ambientais. Podem se adaptar a diferentes processos de decisão e facilitar o envolvimento de vários participantes do

referido processo. Requerem pessoal técnico e experiente, bem como exigem programas e emprego de equipamentos apropriados e dispendiosos. Destaca-se também a existência de limite do número de variáveis a serem estudadas, exigindo qualidade de dados para “alimentar” os modelos. (BASTOS & ALMEIDA, 2002).

Segundo MAIA (1995), as vantagens desses métodos são: consideram a dinâmica dos sistemas ambientais, interação entre fatores e impactos, variável temporal; promovem troca de informações e interações das disciplinas; tratamento organizado de grande de variáveis quantitativas e qualitativas. Para o mesmo autor, este método apresenta como desvantagens: representação imperfeita de qualidade; custo elevado e uso de computadores.

Mapas de superposição de cartas (Overlay Mapping)

As técnicas cartográficas são utilizadas na localização/extensão de impactos, na determinação de aptidão e uso de solos, na resolução de áreas de relevante interesse ecológico, cultural, arqueológicos, sócio-econômico; logo, em zoneamentos e gerenciamentos ambientais. Perfeitamente adaptável a diagnósticos e avaliações ambientais, tal metodologia consiste na confecção de uma série de cartas temáticas, uma para cada compartimento ambiental. Estes mapas, quando sobrepostos, orientam os estudos em questão. Estas cartas se interagem para produzir a síntese da situação ambiental de uma área geográfica, podendo ser elaboradas de acordo com os conceitos de vulnerabilidade, ou potenciabilidade dos recursos ambientais (segundo se desejem cartas de restrição ou de aptidão do solo). Ressalte-se a utilidade desta metodologia, para a localização, conflito de uso e outras questões de dimensão espacial, como a comparação entre as alternativas a serem analisadas num Estudo de Impacto Ambiental de um determinado empreendimento. Embora favoreça a representação visual, este tipo de metodologia omite impactos cujos indicadores não podem ser especializados. Porém, nada impede de ela ser utilizada como complementação de uma outra metodologia de AIA. (BASTOS & ALMEIDA,

2002).

Para MOREIRA (1992), o avanço da informática, nos últimos anos, tem permitido a integração da informação com o seu suporte geográfico por meio dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), os quais são sistemas de informações projetados para trabalhar com dados referenciados por coordenadas especiais ou geográficas, sendo que sua principal característica é a faculdade de armazenar, recuperar e analisar mapas em um ambiente computacional, tornando qualquer operação com mapas extremamente ágil.

Conforme MAIA as vantagens desse método são a boa disposição visual e os dados mapeáveis. E as desvantagens são: subjetividade dos resultados; não admite fatores ambientais, não mapeáveis, difícil integração de impactos sócio-econômicos; não atende as demais etapas do EIA e não considera a dinâmica dos sistemas ambientais.

3.5.2 Negligências no processo de AIA e nos métodos de EIA

PASTAKIA & JENSEN (1998), afirmam que as principais críticas de EIAs, são, em parte, resultados dos tradicionais métodos usados. Preocupações são expressas que julgamentos de EIAs são subjetivos como um todo ou em parte. Isto é consequência de muitos fatores: a falta ou inadequação de uma base de dados, o período de tempo fornecido para a análise e aquisição de dados, o termo de referência fornecido para o EIA e a capacidade dos avaliadores de cobrir a grande variedade de assuntos. Até onde os dados ambientais quantitativos são avaliados, o uso global destes dados requer um julgamento subjetivo dos possíveis impactos, sua escala espacial e magnitude potencial. Esta previsão de eventos suporta a subjetividade da análise.

A segunda maior crítica é em relação a dificuldade de assegurar algum grau de transparência e objetividade da avaliação qualitativa dos projetos de impactos (em particular , projetos em desenvolvimento onde os dados podem ser escassos e a implementação pode levar muitos anos).

As avaliações de EIAs precisam ser reavaliadas com o passar do tempo e os dados contidos estão abertos para estudos e revisões à medida

que novos dados se tornem disponíveis. Sistemas inteiramente subjetivos e descritivos não aceitam facilmente tal revisão. Porque eles dependem da especialidade e experiência dos avaliadores originais e da qualidade do registro descritivo que foi feito.

Segundo BISSET⁸ *apud* PASTAKIA & JENSEN (1998) o desenvolvimento histórico do EIA, mostra que várias tentativas foram feitas para melhorar a precisão do julgamento resultando num número de formas sendo desenvolvidas na análise em AIA.

De acordo com RUBIO *et al.* (2001), não há uma ferramenta quantitativa que suporte com objetividade as decisões e os critérios das autoridades ambientais. Portanto, a decisão final é subjetiva, pois esta possui múltiplas interpretações.

As diferentes formas existentes para avaliação do impacto ambiental têm gerado grandes debates científicos. Há que se considerar as limitações do conhecimento científico no estabelecimento dos impactos potenciais, aspectos como subjetividade nas análises ou diferenças entre indicadores e impactos.

MAIA (1992), relata que a experiência brasileira na aplicação da AIA é a partir de 1986. Os problemas vão desde as necessidades de capacitação técnica dos funcionários dos órgãos ambientais, dos quadros dos técnicos que elaboram o EIA e o RIMA, nas empresas de consultoria. Ainda há necessidade de se implementar tratamentos que sejam acompanhados pelos técnicos do IBAMA, das universidades e das entidades estaduais de meio ambiente. Entretanto, o que parece mais premente para o desenvolvimento do processo de AIA é a mudança de comportamento político dos órgãos e instituições governamentais, responsáveis pela execução de grandes programas e obras, nem sempre dispostos a discutir e reverter suas posições.

3.5.3 Melhorias para os métodos tradicionais

⁸ BISSET, R. (1987). *Methods for Environmental Impact Assessment. A Selective Survey Case Studies*. Department of Geography University of Aberdeen, Scotland,

Nenhum método de EIA pode ser considerado o melhor. Também não existe método que sirva para o tratamento de todas as etapas e tarefas de um estudo de impacto ambiental ou que seja apropriado à avaliação de qualquer tipo de empreendimento. A escolha do método a ser empregado em um determinado estudo, deve levar em conta os recursos técnicos e financeiros disponíveis, o tempo de sua duração, os dados e informações existentes ou possíveis de obter, os requisitos legais e os termos de referência a serem atendidos. O conhecimento dos métodos de AIA divulgados em livros, relatórios e artigos técnicos podem ser útil apenas à medida que os seus princípios básicos auxiliem a visão global e interdisciplinar dos sistemas ambientais e possam ser adaptados às condições particulares de cada estudo (MAIA 1995).

Segundo PASTAKIA & JENSEN (1998), o problema de registrar os argumentos que levam à conclusão num julgamento subjetivo pode ser tratado definindo precisamente como que o julgamento será feito. Para que a subjetividade do julgamento se torne transparente, será necessário definir cuidadosamente como a análise deverá ser efetuada e os critérios pelos quais os julgamentos serão feitos. Isso requer que os critérios para os julgamentos podem ser identificados e aceitos em todas as formas de EIA.

Ainda os mesmos autores afirmam que muitos dos critérios usados atualmente para determinar quais impactos podem ocorrer como resultado de estratégia de desenvolvimento ou projeto em desenvolvimento são bem conhecidos e aceitos pela maioria de profissionais na área de EIA. Por exemplo, em qualquer EIA, é sempre necessário considerar a área que possivelmente será afetada, o grau ou magnitude do impacto, se a mudança é permanente ou temporária na natureza, se o efeito pode ser reversível, se o impacto pode com outros efeitos sinérgicos e se existe qualquer possibilidade de um efeito cumulativo se desenvolver com o passar do tempo. Todos esses critérios formam áreas de julgamentos comuns a todos os estudos de impactos ambientais hoje, ainda que a maioria dos avaliadores desenvolva escalas para descrever seus julgamentos dos impactos contra cada um dos critérios numa base "ad hoc". Se, entretanto esses critérios e escalas são colocados antes da análise e são comuns para todos os

julgamentos de EIAs, então, sistemas para compreender os argumentos através dos quais as conclusões foram atingidas podem ser registrados.

Capítulo 4

MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

Foram utilizados livros, revistas, dissertações, teses, anais de congressos e programas computacionais como o Excel, Power Point, Word para a realização do presente trabalho. Tomou-se como um estudo de caso o EIA/RIMA da PCH Ninho da Águia elaborado pela empresa GOLDER ASSOCIATES BRASIL LTDA, no ano de 2001.

4.2 Métodos

O objetivo da presente metodologia é mostrar como foi realizado esse estudo. Assim, é mostrado na FIGURA 4.1 o fluxograma das etapas do presente trabalho e a descrição de cada uma delas, a seguir.

- 1) Objetivos definidos no Capítulo 2.
- 2) Leitura de livros, artigos científicos, dissertações, teses e consulta a Internet.
- 3) Definição do método de EIA utilizado no presente trabalho - Foi definido utilizar matrizes de interação (correlação), que é, de acordo com TOMMASI (1994), um dos métodos mais utilizados em EIAs. A utilização deste método, além de facilitar a análise do grande número de informações apresentadas no estudo, possibilita que se quantifique os impactos identificados.
- 4) Elaboração da matriz proposta no estudo - Baseando-se nas matrizes propostas por LEOLPOLD (1971) e SINGER (1985), como visto no Capítulo 3, foi possível elaborar um tipo específico de matriz para quantificar impactos ambientais identificados nas fases de planejamento, implantação, operação e desativação de PCH, permitindo assim, fazer uma previsão da quantidade de unidades de impactos antes e após a adoção de medidas mitigadoras.
- 5) Análise do EIA da PCH Ninho da Águia - Foi escolhida a PCH Ninho da Águia com o objetivo de fazer a aplicação da matriz proposta. Para isso, utilizou-se o EIA da referida PCH, onde foram identificados 43 impactos.

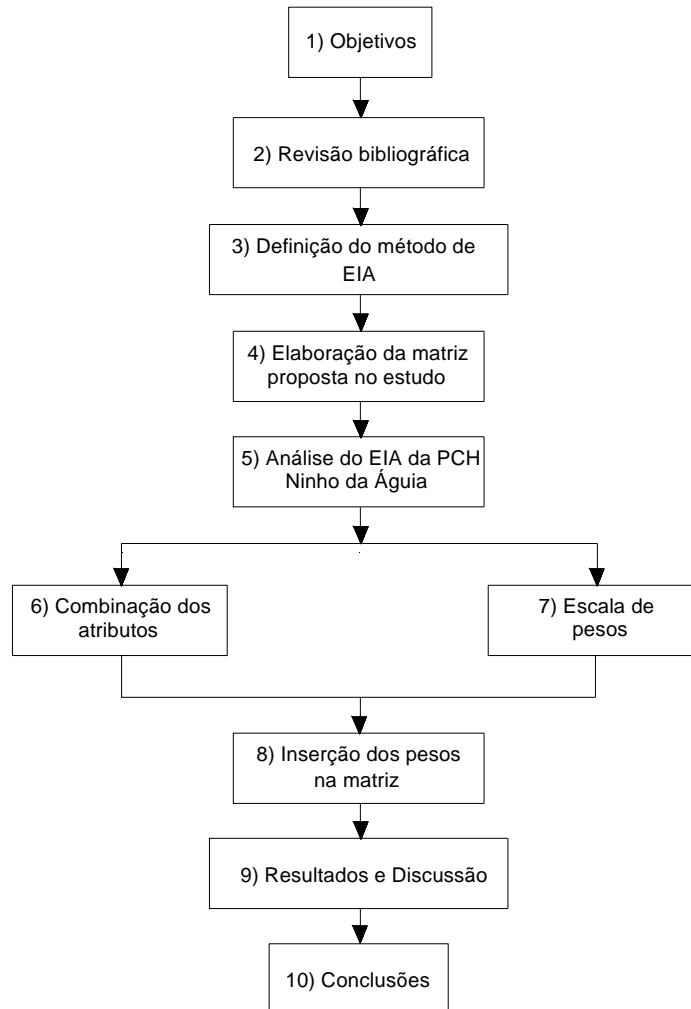


FIGURA 4.1 – Fluxograma da metodologia

Como a finalidade da matriz proposta no estudo é fazer uma comparação do ambiente antes e após aplicação de medidas mitigadoras, não foram considerados os impactos positivos como são considerados na matriz de LEOLPOLD (1971). Caso fossem considerados tais impactos, a somatória final da matriz iria mascarar os resultados. Observou-se no EIA em estudo que os impactos não estavam alocados nos sistemas físico, biótico e antrópico. A empresa Golder Associates Brasil Ltda, responsável pela execução do mesmo, não utilizou critérios para alocar os impactos identificados no referido EIA (ANEXO 1). Portanto, para acomodá-los na matriz proposta os impactos foram alocados nos seus respectivos sistemas físico, biótico e antrópico numerando-os de acordo com o ANEXO 2.

6) Combinação dos atributos considerados na PCH – Como relatado no Capítulo 3, os impactos apresentam dois atributos principais: a magnitude e a importância. Foi feita uma análise dos parâmetros e seus atributos considerados no EIA da PCH Ninho da Águia. Tais parâmetros foram definidos conforme conceituação estabelecida pelo CONAMA N^o 001/86 Estes, são apresentados na TABELA 4.1.

TABELA 4.1 - Parâmetros e atributos para avaliação de impactos da PCH Ninho da Águia

PARÂMETRO	ATRIBUTO
REFLEXOS (sobre o ambiente)	Direto ou indireto Negativo ou positivo
ABRANGÊNCIA (do impacto)	Pontual Local Regional
FREQUÊNCIA (com que o impacto se instala ou se manifesta)	Permanente Temporário Cíclico
TEMPORALIDADE (com que o impacto se manifesta)	Curto prazo Médio prazo Longo prazo
REVERSIBILIDADE (sem aplicação de medidas mitigadoras)	Reversível Irreversível
MAGNITUDE (grau de comprometimento da qualidade ambiental)	Alta Média Baixa

Fonte: Ninho da Águia (2001)

Após a análise dos parâmetros e atributos mostrados na TABELA 4.1, foi feita a combinação dos atributos para a elaboração da escala de pesos.

Para a combinação dos mesmos, considerou-se os parâmetros julgados mais importantes para a tomada de decisão. Estes parâmetros foram: reflexos sobre o ambiente (direto ou indireto), abrangência do impacto (local ou regional), reversibilidade (reversível ou irreversível) e magnitude (alta, média ou baixa). Os impactos do EIA em estudo com os parâmetros e seus atributos estão descritos detalhadamente no ANEXO 1.

7) Elaboração da Escala de pesos - Os pesos atribuídos a cada impacto foram distribuídos de acordo com a combinação dos atributos selecionados. Os mesmos variarão de acordo com cada tipo de obra, ou seja, as variáveis ambientais dos sistemas físico, biótico e antrópico é que determinarão a escala de pesos dos atributos. São apresentados na TABELA 4.2 os pesos

atribuídos à combinação dos atributos.

TABELA 4.2 - Escala de pesos atribuídos à combinação dos atributos

PESOS	COMBINAÇÃO DOS ATRIBUTOS
0	O impacto descrito não ocorre em alguma das etapas de planejamento, implantação e operação da PCH.
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

8) Inserção dos pesos na matriz – Os impactos foram analisados um a um e de acordo com a escala de pesos foram inseridos na matriz, que é mostrada na TABELA 5.1.

9) Resultados e Discussão – A ponderação dos resultados obtidos foi em função da aplicação das medidas mitigadoras e da não aplicação de tais medidas, sendo assim possível estabelecer o índice ambiental do empreendimento.

10) Conclusões

4.2.1 Estudo de Caso da PCH Ninho da Águia

Na FIGURA 4.2 é mostrada a Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio onde está inserida a PCH Ninho da Águia.

A bacia do rio Santo Antônio, localizada na região sul de Minas Gerais, município de Delfim Moreira, MG, drena uma área de 150,40 km² até o local previsto para o barramento. Toda essa área está inserida na bacia do rio Grande que tem 95% da área constituída de rochas compostas, principalmente, por material arenoso (Grupo Parecis). Essas rochas possuem considerável capacidade de armazenamento de água durante as épocas de chuva e liberando a água acumulada no período de estiagem. Assim, as vazões do rio Grande, e conseqüentemente de seus tributários, apresentam-

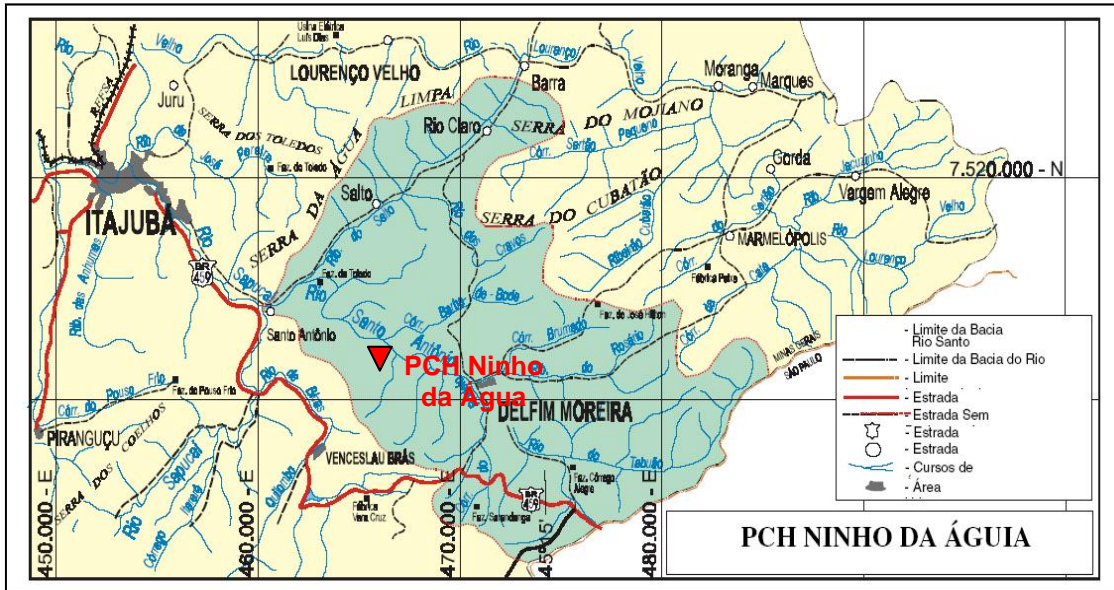


FIGURA 4.2 - Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio (MC 45^o WGr)
 Fonte: Ninho da Água (2001)

se com elevado grau de regularização natural ao longo de um ano hidrológico.

A referida PCH está inserida na área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Mantiqueira que é distribuída nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. O barramento com coordenadas UTM 465999,74 metros E e 7512089,71 metros N será construído a 8 km a jusante da sede do município Delfim Moreira e a cerca de 6 km a montante da confluência dos rios Santo Antônio e Sapucaí.

Nas circunstâncias da sua localização, na APA da Serra da Mantiqueira, o processo para obtenção do licenciamento ambiental requer uma aprovação especial emitida pelo IBAMA.

As características energéticas principais da PCH Ninho da Água são mostradas na TABELA 4.3.

Tabela 4.3 - Características da PCH Ninho da Água

Item	Valor
Potência Instalada (MW)	10,00
Área do reservatório (ha)	1,74
Volume total do reservatório (m ³)	91.578
Volume útil máximo (m ³)	49.825
Energia Firme (MW/ano)	43.638

Fonte: Ninho da Água (2001)

Na TABELA 4.4 é mostrado o tempo de enchimento do reservatório da

BARBOSA, T.A.S. *Análise do Estudo de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Água. Proposta de Otimização do Processo de Licenciamento Ambiental utilizando uma Matriz Simplificada.* Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá. 2004.119p.

PCH Ninho da Água sob ótica dos Parâmetros Hidrológicos.

TABELA 4.4 - Tempo de enchimento do reservatório

Grandeza	Unidade	Hipóteses de Enchimento		
		Mínimo	Médio	Máximo
Vazão afluente de enchimento	m ³ /s	4,1	6,42	9,90
Vazão a jusante da barragem	m ³ /s	1,33	1,33	1,33
Vazão efetiva de enchimento	m ³ /s	2,88	5,09	8,57
Tempo de enchimento	Horas	9	5	3

Fonte: Ninho da Água (2001)

Para sucintamente caracterizar a operação da PCH Ninho da Água foram simuladas as condições de operação para um mês típico seco (agosto) e para um característico do período úmido (fevereiro). Os resultados dessa simulação são apresentados na FIGURA 4.3 e TABELA 4.5.

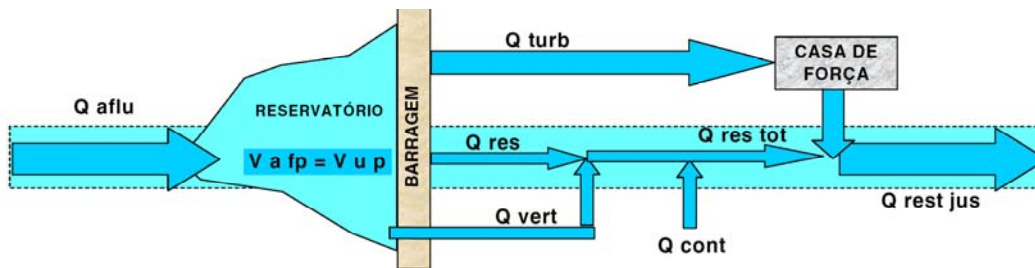


FIGURA 4.3 – Condições de Operações Típicas da PCH Ninho da Água

Fonte: Ninho da Água (2001)

TABELA 4.5 - Condições de Operações Típicas da PCH Ninho da Água

Grandezas	ID	Unid.	Vazão Mínima Média Mensal		Máxima variação de Vazões		Mês Típico Seco (Agosto)		Mês Típico Úmido (Fevereiro)	
			F. Ponta	Ponta	F. Ponta	Ponta	F. Ponta	Ponta	F. Ponta	Ponta
Vazões	Afluente	Q aflu	1.33		1.92		2.15		7.31	
	a-Residual	Q res	0.10		0.10		0.10		0.10	
	b-Vertida	Q vert	0.00		0.00		0.00		0.36	
	c-Combinação de Drenagem	Q cont	0.07		0.07		0.07		0.07	
	Residual Total (a+b+c)	Q res [0]	0.17		0.17		0.17		0.78	
	Turbinada	Q turb	m ³ /s	1.23	1.23	1.16	6.44	2.15	6.44	6.44
Restituída a Jusante	Q res jus	m ³ /s	1.40	1.40	1.33	6.61	2.32	6.61	7.21	7.21
Reser vatorio	Volume Acumulado F. Ponta	V a fp	0		19.825		40.513		0	
	Volume Utilizado Ponta	V up	0		19.825		40.513		0	
	Depleção do Reservatório	D NA m	0.00		3.32		2.30		0.0	
Casa de força	Varição do Nível de Jusante	D NA j	0.00		0.31		0.20		0	

Fonte: Ninho da Água (2001)

BARBOSA, T.A.S. *Análise do Estudo de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Água. Proposta de Otimização do Processo de Licenciamento Ambiental utilizando uma Matriz Simplificada.* Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá. 2004.119p.

Atualmente a PCH Ninho da Águia encontra-se em fase de outorga. Em sua fase de planejamento foram feitos dois Estudos de Impacto Ambiental. O primeiro executado pela empresa de consultoria ambiental Brandt Meio Ambiente Ltda e o segundo executado pela Golder Associates Brasil Ltda.

A FEAM enviou o RIMA elaborado pela Brandt Meio Ambiente Ltda para o município de Delfim Moreira a fim de ser analisado. A pedido do prefeito da época, o professor Francisco Antônio Dupas, da UNIFEI, realizou a análise do relatório que foi encaminhada para a FEAM.

O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), executado pela Brandt Meio Ambiente, em 1999, não foi aprovado pela FEAM por uma série de fatores.

Segundo a análise do mesmo, realizada por DUPAS (1999), o documento não apresentou dados e resultados esperados, conforme os conceitos e exigências legais para a elaboração do EIA e RIMA. Os resultados foram apresentados de maneira confusa e errônea, destacando-se a necessidade de organização do relatório, além de não ter apresentado dados determinantes que indiquem a viabilidade ambiental do empreendimento.

Na análise foram apresentados os itens de forma e conteúdo que deveriam ser melhor explorados para que permitissem uma boa interpretação e entendimento sobre o empreendimento proposto, conforme a seguir:

- 1) Apresentar volume de armazenamento de água;
- 2) Apresentar planta planialtimétrica com coordenadas UTM e escala 1:5.000, conforme previsto na legislação, que permitam a visualização geral do empreendimento desde o reservatório até o sistema de geração, apresentando: barragem e seus espaldares, canal, faixa de preservação permanente e a quantificação de terras marginais que serão utilizadas para tal, estradas, área alagada, altitudes, moradias locais, desníveis e interferências etc. Com isso será possível identificar e materializar em campo com precisão as áreas a serem alagadas e suas interferências com moradores locais;

- 3) Apresentar seções topográficas do barramento, canal e do rio que representem as quedas e as obras a serem executadas;
- 4) Como o empreendimento indica que existirá um canal com aproximadamente 3km na encosta que levará água até próximo da usina, deverá ser realizada uma análise conjunta entre vazão para geração de energia e a vazão disponível para os agricultores existentes no intervalo da barragem até a usina de geração. Por exemplo: como os plantadores de batata locais poderão ter água disponível para irrigação? O proprietário do clube Ninho da Águia não será prejudicado financeiramente com a redução do volume de água em seu clube?
- 5) Ainda considerando o fator vazão, como, ao longo do tempo, os usuários de água a montante do barramento poderão utilizar-se da água da bacia hidrográfica sem que prejudique o sistema de geração do empreendimento?
- 6) Deverá ser apresentado um mapa de uso atual de solo, que poderá ser feito por imagem de satélite, que indique e quantifique as áreas utilizadas por cada usuário local e suas interferências;
- 7) Quanto ao canal marginal, como serão disciplinadas as águas superficiais que incidirão das encostas das elevações? Quais serão as medidas preventivas?
- 8) Como o reservatório, conforme apresentado no relatório, terá variações constantes de nível d' água, qual ou quais as medidas de segurança previstas para a população local da montante ou a jusante do empreendimento?
- 9) Apresentar um plano de segurança para os moradores locais no caso de ameaça de ruptura do reservatório;
- 10) Conforme previsto na legislação, apresentar os investimentos locais e regionais com o empreendimento;
- 11) Por estar o projeto da PCH Ninho da Águia, segundo o RIMA apresentado pelas Centrais Elétricas da Mantiqueira, localizado dentro de uma APA, torna-se pertinente a apresentação de uma legislação vigente que delibere favoravelmente o empreendimento;
- 12) Questões de ordem geral.

Diante dos resultados da análise feita por DUPAS (1999), a CEM contratou a empresa Golder Associates Brasil Ltda para realizar um novo estudo de impacto ambiental da área a ser implantada a PCH Ninho da Águia.

Capítulo 5

RESULTADOS E ANÁLISE

5.1 Resultados obtidos com a matriz

Os métodos de previsão de impacto ambiental são aqueles que visam avaliar condições futuras de determinados aspectos ambientais. Há hoje, um consenso de que nenhum desses métodos de AIA, isoladamente, possa avaliar de forma completa o impacto de um projeto.

Em um estudo de impacto ambiental deve-se executar uma série de atividades e, como visto no Capítulo 3, não há um método único para realizar um estudo, o qual possa ser usado em qualquer tipo de projeto ou para todas as atividades mencionadas no estudo de impacto ambiental. Como são inúmeros os métodos de AIA, no presente trabalho foram citados os mais amplamente usados.

As matrizes de interação (correlação) são um dos métodos mais utilizados em EIA e até os dias atuais, vem se aprimorando com a finalidade de tornar as avaliações de impactos mais eficientes.

No Capítulo 3 destaca-se a RIAM (*The Rapid Impact Assessment Matrix for EIA*), proposta por PASTAKIA & JENSEN (1998), como exemplo de matriz para avaliar estudos de impactos ambientais. A matriz proposta nesse estudo é semelhante a RIAM nos seguintes aspectos: ser transparente, fácil de aplicar e ainda poder obter uma visão global das soluções. Apesar da subjetividade inerente ao processo de EIA, é fácil de visualizar os resultados, o que a torna uma ferramenta útil para a tomada de decisão e também demonstra a eficiência para lidar com grande quantidade de dados.

No ANEXO 1 encontra-se a análise do EIA da PCH Ninho da Águia realizada pela Golder Associates Brasil Ltda.

Os resultados obtidos nesta pesquisa com a matriz são apresentados na TABELA 5.1, considerando a adoção e a não adoção de medidas mitigadoras. A análise detalhada individual dos impactos efetuada na pesquisa se encontra no ANEXO 2.

TABELA 5.1: Resultados obtidos sem medidas e com medidas mitigadoras

		NIA* / %	IMPACTOS AMBIENTAIS	SEM MEDIDAS MITIGADORAS				COM MEDIDAS MITIGADORAS					
				planejamento	implantação	operação	UIA** / %	planejamento	implantação	operação	UIA** / %		
MEIOS	FÍSICO	5 / 13.5	1	0	2	0	30 / 12.5%	0	1	0	11 / 4.6%		
			2	0	9	0		0	7	0			
			3	0	3	0		0	1	0			
			4	0	0	6		0	0	1			
			5	0	0	10		0	0	1			
	BIOLÓGICO	18 / 48.7	6	1	0	0	132 / 55%	0	0	0	59 / 24.6%		
			7	1	0	0		1	0	0			
			8	0	6	0		0	1	0			
			9	0	8	0		0	7	0			
			10	0	9	0		0	8	0			
			11	0	9	0		0	1	0			
			12	0	1	3		0	0	0			
			13	0	0	12		0	0	10			
			14	0	0	11		0	0	3			
			15	0	0	8		0	0	0			
			16	0	0	7		0	0	7			
			17	0	0	9		0	0	1			
			18	0	3	9		0	0	1			
			19	0	0	10		0	0	1			
			20	0	0	9		0	0	9			
			21	0	0	7		0	0	1			
			22	0	0	9		0	0	8			
			23	0	0	0		0	0	0			
	ANTRÓPICO	14 / 37.8	24	6	0	0	78 / 32.5%	1	0	0	39 / 16.3%		
			25	0	6	0		0	1	0			
			26	0	2	0		0	1	0			
			27	0	9	0		0	1	0			
			28	0	9	0		0	7	0			
			29	0	9	0		0	8	0			
			30	0	3	0		0	1	0			
			31	0	2	0		0	1	0			
			32	0	3	0		0	1	0			
			33	0	1	0		0	1	0			
			34	0	6	0		0	2	0			
			35	0	6	0		0	2	0			
			36	0	6	0		0	2	0			
			37	0	0	10		0	0	10			
TOTAIS PARCIAIS				8	112	120		2	54	53			
TOTAL DE UNIDADES DE IMPACTOS								240					109
REPRESENTATIVIDADE/REDUÇÃO (%)				3.3	46.7	50.0	100.0	0.8	22.5	22.1			

*NIA -Números de impactos ambientais

**UIA - Unidades de Impactos Ambientais

Após a análise individual de cada impacto e as devidas atribuições de pesos a cada um deles, conforme mostrado na TABELA 4.2, foi feita a ponderação dos resultados com a aplicação de medidas mitigadoras e sem a aplicação das mesmas. Os resultados mostram que as unidades de impactos ambientais são reduzidas em torno de 45,4%, aplicando-se as medidas mitigadoras sugeridas no EIA e na análise realizada nesse estudo.

Esse percentual variará de estudo para estudo e dependerá das características da região onde será realizado o EIA. Portanto, esta proposta

com as devidas adequações, poderá ser aplicada não apenas em PCH, mas também em outros projetos de exploração de recursos naturais.

A seguir, será elaborada uma discussão sobre os indicadores ambientais da matriz.

A representatividade do número de impactos nos meios físico, biológico e antrópico sem a adoção de medidas mitigadoras nas fases de planejamento, implantação e operação, representa 13,5%; 48,7% e 37,8%, respectivamente. Estes valores demonstram que, especificamente para este estudo, quantitativamente, os impactos no meio biológico são mais numerosos. Contudo, qualitativamente, os impactos representam 12,5%; 55% e 32,5%, respectivamente.

A representatividade dos impactos em cada fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação) sem medidas mitigadoras, atinge 3,3% no planejamento; 46,7% na implantação e 50% na operação.

A representatividade dos impactos em cada fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação), adotando-se as medidas mitigadoras, atinge 0,8% para o planejamento; 22,5% para a implantação e 22,1% para a operação.

Adotando-se as medidas mitigadoras, a representatividade de cada impacto em relação aos impactos originais nos meios físico, biológico e antrópico foram reduzidos para 4,6%; 24,6% e 16,3%, respectivamente. Assim, no meio físico, os impactos qualitativos, que tinham representatividade de 12,5% sem medidas mitigadoras, foram reduzidos para 4,6%. No meio biológico, de 55% foram reduzidos para 24,6% e, no meio antrópico, eram de 32,5% foram reduzidos para 16,3%. Desta forma, no meio físico os impactos foram reduzidos em 2,7 vezes, no meio biológico, 1,7 vez e, no antrópico, 2 vezes. Isto mostra que as medidas mitigadoras são mais efetivas no meio físico e no antrópico.

5.2 Análise do EIA da PCH Ninho da Águia

Considera-se relevante que no EIA da PCH Ninho da Águia NINHO

DA ÁGUIA, (2001) foram observados alguns impactos que não foram contemplados no estudo e também alguns que não tiveram propostas de medidas mitigadoras importantes para o ambiente afetado. Para tanto, sucintamente, serão descritos alguns aspectos relevantes que merecem destaque e que serão analisados junto com os resultados deste estudo.

1) Contemplar a relação potência gerada/área alagada - O impacto de uma hidrelétrica pode ser usualmente estimado por um indicador que é, a Potência (P) produzida por Área (A) de reservatório (P/A). Quanto maior for esse número, melhor relação área alagada x potência gerada (P/A). Esta relação é muito significativa na hora da decisão de implantação ou não do empreendimento quando também se considera emissões dos gases de efeito estufa. São apresentados na TABELA 5.2 alguns exemplos da relação P/A de UHE e PCH existentes no Brasil, com indicadores variando de 588 MW/hectare (Xingó) a 1,1 MW/hectare (Balbina) para UHE e 5747,1 kW/hectare (Ninho da Águia) a 2,7 kW/hectare (Cajuru) para PCH.

TABELA 5.2: Potência gerada/Área alagada em UHE e PCH

UHE	Potência Gerada (MW)	Área Alagada (ha)	MW/hectare	PCH em operação/outorga	Potência Gerada (KW)	Área Alagada (ha)	Kw/hectare
Xingo	5000	8,50	588,2	Ninho da Águia	10000	1,74	5747,1
Segredo	1260	8,25	152,7	Marmelos	4000	2,50	1600
Ita	1820	15,60	116,7	Pai Joaquim	23000	50,00	460
Itaipu	12600	134,62	93,6	Martins	7700	20,00	385
Belo Monte	11000	122,49	89,8	Paciência	4080	27,40	148,9
Machadinho	1200	26,20	45,8	Melo	8480	70,02	121,1
Garabi	1800	80,00	22,5	Pandeiros	4200	40,00	105
Itaparica	1500	83,33	18,0	Dona Denise	2880	34,49	83,5
Tucuruí	3900	280,58	13,9	Dona Rita	2408	35,99	66,9
Três Irmãos	640	71,11	9,0	São Bernardo	3200	57,04	56,1
Porto Primavera	1800	214,29	8,4	Fumaça	10080	341,69	29,5
Serra da Mesa	1200	179,10	6,7	Poço Fundo	9160	320,28	28,6
Camargos	45	7,38	6,1	Rio das Pedras	9280	400,00	23,2
Manso	210	38,89	5,4	Sumidouro	2120	100,00	21,2
Samuel	217	65,76	3,3	Chicão	1808	119,74	15,1
Sobradinho	1050	420,00	2,5	Anil	2080	149,64	13,9
Balbina	250	227,27	1,1	Cajuru	7200	2666,67	2,7
MÉDIA			69,6				523,9

Fonte: Adaptado de GOLDEMBERG (1998); CndPCH (2004)

A média de P/A para UHE resultou em 69,6 e 523,9 para PCH. Isto demonstra a garantia de melhor qualidade ambiental oferecida pelas PCH. Por isso é que se justifica hoje o incentivo para a implantação de pequenos

aproveitamentos. No caso da PCH Ninho da Águia, conforme mostrado na TABELA 5.2, a relação é extremamente favorável, característica particular de áreas da Serra da Mantiqueira ¹(grande disponibilidade hídrica e declividade acentuada). Devido a essas características locais, o impacto ambiental é mínimo, mas pelo projeto técnico, é necessário construir um trecho extenso de vazão reduzida, tornando-se assim o impacto negativo e irreversível.

2) Contemplar a adoção da vazão $Q_{7/10}$ – Como relatado no Capítulo 3 a $Q_{7/10}$ é a vazão mínima em 7 dias para um tempo de recorrência de 10 anos, sendo a mesma adotada como referência em todo o Estado de Minas Gerais. De acordo com a RESOLUÇÃO DO IGAM (Portaria Nº 010/98, publicada no “Minas Gerais” em 23 de janeiro de 1999.), é necessário manter 70% da $Q_{7/10}$ para a manutenção do meio biótico à jusante da barragem (vazão ecológica) até a turbina. No caso da PCH Ninho da Águia, a $Q_{7/10}$ ² é igual a 993 L/s e a vazão ecológica³ é 695 L/s. No EIA da referida PCH, manteve-se apenas 100 L/s para a manutenção do meio biótico, contrariando a legislação vigente. As regras operativas da PCH encontram-se na TABELA 4.5. Portanto, sugere-se rever as regras de operação da PCH Ninho da Águia.

A adoção da $Q_{7/10}$ no projeto da referida PCH é muito relevante. Foi observado, na análise, que vários impactos dos sistemas biótico e antrópico estão em função da vazão ecológica, podendo estes ser minimizados com a utilização da mesma. Dentre eles destacamos os impactos 18; 21; 22; 24 e 27, os quais se encontram no ANEXO 2.

Ressalta-se que, no trecho de vazão reduzida (5,63km), haverá a diminuição das bromélias e orquídeas, que dependem de ambientes úmidos. A fauna terrestre, ligada a ambientes aquáticos, tende a se dispersar, buscando novos locais para viver. Como visto anteriormente, para a manutenção do meio biótico, o EIA em estudo considerou uma vazão com apenas 100 L/s, elevando-se assim a magnitude do impacto. Esse valor apresenta-se muito inferior á vazão mínima média mensal (1330 L/s) adotada no projeto. Se adotada a vazão ecológica, esta será mais próxima da vazão

¹ Neste caso, esforços devem ser disponibilizados para a manutenção deste potencial hídrico, tanto para fins de geração hidrelétrica como também para uso humano.

² $Q_{7/10}=0,0066 \cdot A \text{ (km}^2\text{)} = 0,0066 \cdot 150,4 = 993 \text{ L/s}$ (DUPAS *et al.*, 2004).

³ Vazão ecológica = 70% . 993 L/s = 695L/s

mínima média mensal, minimizando assim o impacto. Com a recomposição da mata ciliar no trecho de vazão reduzida, as epífitas terão o seu hábitat preservado e a adoção da vazão ecológica manterá o curso d'água constante, o que não afetará tanto as condições de sobrevivência das mesmas.

3) Para os moradores a jusante do empreendimento, a adoção da vazão ecológica também será muito favorável, pois os mesmos dependem da cachoeira Ninho da Águia para lazer, sustento com o turismo, utilizam a água para irrigação e dessedentação de animais.

4) Com a adoção da vazão ecológica, o impacto alteração da beleza cênica do rio Santo Antônio (cachoeiras e corredeiras) também será minimizado. Pode-se visualizar na FIGURA 5.1 a corredeira do Rio Santo Antônio na área prevista para o trecho de vazão reduzida do empreendimento.



FIGURA 5.1 – Corredeira do Rio Santo Antônio
Fonte: Ninho da Águia (2001)

5) Na análise, observou-se que alguns impactos descritos no NINHO DA ÁGUIA (2001) pela empresa executante estão incoerentes, contrariando a opinião dos analistas desse estudo. Portanto, para a melhoria do EIA sugere-se adequá-los de acordo com a TABELA 5.3 e acompanhar a análise individual dos impactos no ANEXO 2, onde os mesmos estão numerados e

TABELA 5.3 - Sugestões para o EIA elaborado

IMPACTO (ANEXO 2)	SISTEMAS		
	FÍSICO	BIÓTICO	ANTRÓPICO
02	Magnitude alta Reversível e irreversível		
04	Local e regional		
08		Regional Magnitude alta	
09		Reversível/irreversível Magnitude alta Recuperação e replantio de espécies nativas onde ocorreu supressão da vegetação	
10		Reversível/irreversível	
11		Reversível/irreversível Captura e remanejamento de animais.	
13		Regional Magnitude alta ZEE	
14		Regional Tratamento e retenção do chorume oriundo do lixo	
17		Soltura de peixes e melhoria das condições de procriação no reservatório.	
18		Adoção da vazão ecológica Recomposição da mata ciliar	
19		Fornecimento de alimentos para a fauna	
21		Adoção da vazão ecológica	
22		Adoção da vazão ecológica	
24			Regional Magnitude alta Adoção da vazão ecológica
27			Adoção da vazão ecológica
30			Programa de capacitação de mão de obra local
31			Exame médico antes da contratação da mão de obra
32			Treinamento de mão de obra local e da microregião

inseridos de acordo com os seus sistemas (físico, biótico e antrópico).

6) Em alguns casos, o impacto aparecerá na implantação e na operação do empreendimento. Temos, como exemplo, os impactos do meio físico referentes à instalação/acirramento de processos erosivos e de movimentos de massa associados às obras de construção da PCH e às operações de desmate durante as obras

De acordo com NINHO DA ÁGUIA (2001), no cenário atual sem a implantação do empreendimento, os estudos de diagnóstico ambiental

identificaram a degradação de alguns locais nas áreas de entorno e diretamente afetada do empreendimento, por processos erosivos e pela ocorrência de movimento de massa de solo. Na fase de implantação do empreendimento, a erosão e os movimentos de massa podem vir a ser acentuados, bem como pela implantação da infra-estrutura de apoio e operacional e pelas estruturas componentes do arranjo geral da PCH. Na fase de operação do reservatório prevê-se o risco de agravamento do problema de movimentações de massa em algumas áreas marginais ao lago já identificadas como potencialmente críticas no cenário atual, em especial na faixa que sofrerá a ação do deplecionamento diário do nível de água decorrente da operação da usina. Estas instabilizações poderão ainda ser derivadas da ascensão do nível freático nessas regiões, associadas ao deslizamento e erosão de encostas por ação de pequenas ondas formadas na superfície da lâmina de água do reservatório.

7) Para os impactos do meio biótico referentes a perda de vegetação e à supressão de habitats para a fauna, ressalta-se a perda da biodiversidade na área requerida para o reservatório. Nesta área, conforme NINHO DA ÁGUIA (2001), encontram-se plantas e animais ameaçados de extinção. Destacam-se plantas epífitas que exigem ambientes estruturados e evoluídos, com características de suporte, sombreamento e umidade, o que ocorre em poucos locais. Estas representam importantes nichos ecológicos, existindo uma fauna a ela associada que fica prejudicada pela queda ou eliminação de populações desse grupo de plantas, no qual se incluem as orquídeas e as bromélias. Além das epífitas na área diretamente afetada do empreendimento, encontram-se também a araucária e a pindaíba que também estão ameaçadas de extinção. É mostrado na FIGURA 5.2 o belo efeito cênico que apresentam as plantas epífitas na área do futuro reservatório.

8) Na área diretamente afetada da PCH foram registradas duas espécies de mamíferos – a lontra (*Lontra longicaudis*) e o macaco saúá (*Callicebus personatus*) e uma ave, jacu - açu (*Penelope jacquacu*), ameaçadas de



FIGURA 5.2 - Plantas epífitas na futura área do reservatório
Fonte: Ninho da Águia (2001)

extinção. O sauá e o jacu-açu são espécies ligadas a ambientes florestais, enquanto a lontra tem dependência de áreas vegetais próximas ao meio hídrico.

Em consequência da implantação e operação do empreendimento as três espécies serão impactadas pela redução de seus habitats, devendo deslocar-se à procura de novos locais onde possam se alimentar, repousar e reproduzir. Assim, faz-se necessário o acompanhamento das populações dessas espécies de forma a identificar seu deslocamento. Na área de influência do empreendimento foi encontrado o mamífero macaco guigó que, de acordo com o IBAMA, só ocorre na Mata Atlântica e também está ameaçado de extinção.

9) Considerando que, com a formação do reservatório, as áreas de entorno do empreendimento sejam ocupadas por casas ou com atividades de lazer e/ou agrícolas, ressalta-se a importância do zoneamento econômico-ecológico (ZEE), que é um instrumento de gestão territorial quando do planejamento de aproveitamentos hidrelétricos.

10) Como visto no Capítulo 3, no barramento das águas, para qualquer finalidade: energética, abastecimento, irrigação, turismo, lazer, que não contemple mecanismos apropriados para o trânsito de peixes, condenam-se

os migradores à extinção pela ausência de reprodução, com todas as conseqüências sobre o ambiente e o homem.

Os Sistemas de Transposição para Peixes (STP's) associam-se, inevitavelmente, às hidroelétricas que produzem, aproximadamente, mais de 95% da energia nacional. No caso da PCH Ninho da Águia, as próprias condições do local a ser implantado o empreendimento eliminam a adoção dos STP's , pois a cachoeira divide os peixes do rio Santo Antônio em duas comunidades distintas. As espécies migradoras só ocorrem abaixo da mesma, a exemplo da tabarana e do mandi amarelo, mostrando que a cachoeira é um paramento natural.

11) Em relação aos impactos do meio antrópico, a comunicação social assume papel relevante na medida em que funciona, inicialmente, como elemento facilitador do processo de entendimento entre os diversos grupos de interesse envolvidos, bem como das propriedades das famílias residentes no local a ser implantado o empreendimento.

A adoção de medidas mitigadoras como programa de comunicação social minimizarão consideravelmente os impactos sociais, pois este estabelece um canal de interação entre o empreendedor, de um lado, e as comunidades e demais grupos de interesse que são afetados pelas suas atividades, de outro.

O problema de remanejamento da população é um outro fator muito relevante, pois a aquisição das terras a serem ocupadas pelo reservatório e pelas obras complementares da PCH visa reassentamento ou o pagamento de uma justa indenização aos proprietários, de acordo com a legislação vigente, que nem sempre é respeitada.

Também vale a pena ressaltar a questão da geração de empregos com a implantação do empreendimento, principalmente se a cidade apresentar um cenário de dificuldades socio-econômicas, porque se cria, apesar de pequena, perspectivas de melhor qualidade de vida para a população.

Um empreendimento como a PCH Ninho da Águia – que não se considera de grande porte – tem criado expectativas quanto à geração de

novas áreas de trabalho às quais o município não pode atender. As conseqüências da frustração de expectativas, quando não esclarecidas pelo empreendedor, são bastante negativas, afetando a comunidade local.

A contratação de mão-de-obra externa passa a ser um sério problema para a cidade, pois, através desta, muitos impactos negativos podem surgir como: a desorganização social, a violência, o choque cultural e outros. Nesse sentido, um programa de qualificação de mão- de- obra local pode evitar que muitos desses problemas venham ocorrer.

5.3 Considerações Finais

1) Pressupõe-se que mesmo que alguns impactos irreversíveis possam ser minimizados com a aplicação de medidas mitigadoras, os investimentos em tais medidas não surtam um efeito esperado. Contudo, em algumas situações em que é possível se prevenir ou reverter os impactos nas fases de planejamento, implantação e operação do empreendimento, possivelmente maiores investimentos em ações mitigadoras tenham grande retorno. Considera-se que este retorno sobre as medidas mitigadoras, de alguma forma, esteja próximo das curvas mostradas na FIGURA 5.3.

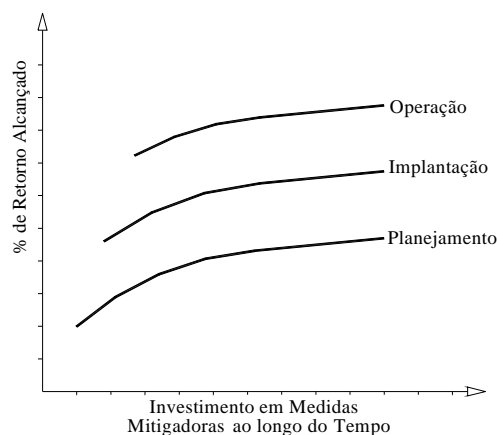


FIGURA 5.3 - Investimento em Medidas Mitigadoras x % de retorno alcançado

2) A matriz proposta e os resultados deste estudo apresentam algumas vantagens, como:

- Possibilidade de agilização do processo de licenciamento ambiental do empreendimento. Como relatado no Capítulo 3, a obtenção do licenciamento ambiental é um processo moroso.
- Indicação do índice ambiental do empreendimento, isto é, o percentual ao comparar os resultados obtidos com e sem a aplicação de medidas mitigadoras.
- Possibilidade de simular os índices no local a ser implantada a PCH, mesmo não tendo o EIA completo, ou seja, a matriz proposta pode ser aplicada ainda na fase de planejamento do empreendimento, possibilitando, assim, a escolha da melhor área do local a ser construído o empreendimento.
- Após a ponderação dos resultados, há a possibilidade de auxiliar na valoração ambiental das obras a serem mitigadas ou não de PCH.

3) As desvantagens da matriz proposta, como em outras metodologias descritas no Capítulo 3, são os cuidados que devem ser tomados para reduzir a subjetividade. As avaliações de impactos através da inserção de pesos na matriz, de alguma forma, também representam estimativas subjetivas, ou seja, alguns técnicos poderão atribuir pesos aos resultados da avaliação de impacto, podendo subestimar ou superestimar os valores, de modo que, a busca da viabilização da subjetividade seja subsidiar o empreendedor para que o mesmo possa decidir se a implantação da PCH é viável ou não sob os aspectos técnico-econômico, ambiental e social.

4) O monitoramento e o acompanhamento da implantação das medidas mitigadoras sugeridas na análise e das apresentadas no EIA/RIMA da PCH Ninho da Águia, nas fases de implantação e operação da PCH, e a avaliação de suas eficiências são de grande importância, uma vez que é nessa fase que se observará a efetividade das medidas propostas. O monitoramento pode ser realizado pelos técnicos do próprio Órgão Ambiental, de preferência

pelo mesmo grupo multidisciplinar que analisou o EIA/RIMA do empreendimento, para que se mantenha uma uniformidade no processo, ou mesmo pode ser feito um monitoramento pelo próprio empreendedor (CEM - Centrais elétricas da Mantiqueira), apresentando relatórios semestrais ou anuais ao Órgão Ambiental, informando sobre a implementação de cada medida apresentada no EIA/RIMA. A participação da comunidade afetada ou interessada também é importante no monitoramento, podendo a mesma informar ao Órgão Ambiental sobre qualquer questão que não está sendo atendida pela empresa. Porém, para isso, a população deve ser muito bem informada e orientada sobre as medidas que deverão ser implantadas para a área de influência e para o projeto.

Capítulo 6

CONCLUSÃO

Para que a implantação de PCH seja feita sob uma visão de sustentabilidade, é preciso observar a capacidade de suporte do ambiente, de forma que o equilíbrio dos ecossistemas da região seja preservado para as atuais e futuras gerações.

Para que haja qualidade ambiental após a implantação de PCH, propõe-se utilizar um sistema de gestão ambiental, com suporte legal, onde estejam bem definidas as linhas de ações dos envolvidos com a questão.

Nas análises das variáveis relativas aos meios físico, biótico e antrópico, é necessário não só contar com a contribuição de vários especialistas, como ainda treiná-los para analisar os referidos estudos e padronizar uma metodologia de AIA ideal que permita avaliar a importância dos diferentes componentes dos respectivos meios, permitindo criar indicadores que possam ser comparados entre empreendimentos.

A matriz proposta nesse estudo é relevante, pois indica o índice ambiental do empreendimento, o qual permite avaliar a eficiência das medidas mitigadoras, auxiliar no cálculo dos custos ambientais do empreendimento e também possibilita a agilidade do processo de licenciamento ambiental.

A representatividade quantitativa e qualitativa dos impactos será proporcional ao número de impactos identificados em cada meio (físico, biótico e antrópico) e variará de acordo com as características de cada tipo de empreendimento.

Adotando-se as medidas mitigadoras, os impactos poderão ser reduzidos consideravelmente nas fases de planejamento, implantação e operação de um empreendimento.

Apesar da tentativa de enquadrar o estudo de impacto através de pesos, em uma escala pré-definida, a subjetividade de um avaliador para outro se considera um fator preponderante para que os resultados sejam os mais próximos possíveis da realidade.

Capítulo 7

RERERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFFONSO, O.F. *et al.* (2003). Estudo de Viabilidade para Pico de Aproveitamentos Hídricos em Energização Rural Localizada. In: X ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PEQUENOS APROVEITAMENTOS HIDROENERGÉTICOS. Poços de Caldas, MG. p.10.
- ALMEIDA, L.A.B. (2004). Licenciamento – A Visão do Gestor Ambiental: Estudos de casos de Obtenções de Licenças, Material do Curso: Licenciamento Ambiental de Projetos de Infra- Estrutura, São Paulo, 26 de maio.
- ALVARENGA, M.I.N.; SOUZA, J.A. (1998). Atributos do solo e o impacto ambiental. Lavras: UFLA/FAEPE, p. 7-11, 55-83 (Curso de Especialização por Tutoria à Distância).
- ALVARENGA, M.I.N.; SOUZA, J.A. (1993). Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e do Relatório de Impacto ao Meio Ambiente - RIMA. In: Curso de Avaliação de Impacto Ambiental 1, Lavras. Primeiro... Lavras: ESAL – Departamento de Ciências Florestais.
- AMBIENTE BRASIL (2004). Biomassa, uma energia brasileira. Disponível em www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=../energia/index.html&conteudo=../energia/artigos/biomassa_energia.html. (Acessado em 05/01/05).
- AMBIENTE NATURAL (2004). Zoneamento Ecológico Econômico. Disponível em www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=../natural/index.html&conteudo=../natural/zoneamento.html . (Acessado em 07/09/04).
- 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.
- ANDRIOLI, C.V.; FERNADES, F. (1996). Proposta Preliminar para uma abordagem metodológica do processo de revisão dos Estudos de Impacto Ambiental no Brasil. In: International Association for Impact Assessment – seção brasileira da IAIA. V.1, n.2, p.7-21.
- BASTOS, A.C.S.; ALMEIDA, J.R. (2000). Licenciamento Ambiental Brasileiro no contexto da Avaliação de Impactos Ambientais. Cap. 2, 88-97p. In:

- CUNHA, S.B. ; GUERRA, A.J.T. Avaliação e Perícia Ambiental. 2 ed, Ed. Bestrand Brasil. 284p.
- BASTOS, P.R.F.M. *et al.*. (2003). Decisão de Investimento Considerando Incertezas.. In: X ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PEQUENOS APROVEITAMENTOS HIDROENERGÉTICOS. Poços de Caldas, MG, p.32
- BCC BRASIL (2004). Fontes Alternativas de Energia. Disponível em www.fontesenergia.com.br (acessado em 18/01/2005).
- BEN. (1999). Balanço Energético Nacional, Ministério de Minas e Energia. Disponível em <http://www.mme.gov.br>. (acessado em 03/06/04).
- BONETI, L.W. (1999). Projetos Hídricos do Nordeste e suas implicações Sócio-Econômicas e Ambientais. p. 246-277. In: HENRY, R. Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO. FAPESP. 800p.
- BRAGA, *et al.* (2002). Introdução à Engenharia Ambiental. São Paulo: Prentice Hall. 305p.
- BRITES, R.S.(2002). Zoneamento Ecológico Econômico. Elementos para a discussão. Disponível em www.ufv.br/nugeo/ufvgeo2002/resumos/brites-zee.ppt (acessado em 07/09/04).
- BRUNTLAND, G.H., *et al.* (1987). *Our Common Future*. Oxford England: Oxford University Press for the World Commission on Environment and Development.
- CASTRO, R.M.C.; ARCIFA, M.S. (1987). Comunidades de peixes do reservatório do sul do Brasil. 1987. Ver, Brás, Biol. 47: 493-500.
- CEMIG. 17º Balanço Energético de Minas Gerais (2001). Disponível em www.cemig.com.br. (acessado em 03/05/04).
- CEMIG. 18º Balanço Energético de Minas Gerais (2003). Disponível em www.cemig.com.br. (acessado em 10/12/04).
- CENTRO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DE PCH. Disponível em: www.cndpch.com.br (acessado em 05/05/2004).
- CERUCCI, M. A. (1998) análise da eficácia do EPIA quanto a aplicação de metodologias para a aplicação de metodologias para a localização de empreendimentos. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos.
- CIÊNCIA HOJE. (2001). Um País movido a hidroeletricidade. Disponível em www.not.com.br/cienciahoje/especial/naturais/hidro2.htm. (acessado dia 05/05/2004).

- CHOFFI, F.M. (2004). Balanço, análise de emissão e sequestro de CO₂ na produção de eletricidade excedente no setor sucro-alcooleiro. Itajubá 2004, Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá. 81p.
- COLI, P.A.; TEIXEIRA, D.R.; DUPAS, F.A. (2003). O Processo de Licenciamento Ambiental para Implantação de Empreendimentos de Pequenas Centrais Hidrelétricas – Aspectos Legais e Institucionais. In: X ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PEQUENOS APROVEITAMENTOS HIDROENERGÉTICOS. Poços de Caldas, MG. p.332.
- CONSTITUIÇÃO FEDERAL (1988). Disponível em www.culturabrasil.pro.br/constituicao.htm
- CUNHA SANTINO, M.B.; BIANCHINI JR, I. (2002). Estequiometria da Decomposição Aeróbia de Galhos, Cascas, Serapilheira e Folhas. In: Programa de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental Recursos Hidroenergéticos: Usos, Impactos e Planejamento Integrado. São Carlos. Ed. RIMA. 44-55p
- DE FILLIPO, R.G. *et al.* (1999). As Alterações na Qualidade da Água Durante o Enchimento do Reservatório de UHE Serra da Mesa - GO. p.321-346. In: HENRY, R. Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO. FAPESP. 1999. 800p.
- DUPAS, F.A. (1999). Análise do Relatório de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Águia. REF/IEM/DME/3/12/99. 14 de outubro de 1999. Escola Federal de Engenharia de Itajubá. 7p.
- DUPAS, F.A.; OLIVEIRA, M.A.; PEDREIRA, A.C (2004). Análise da Relação entre Disponibilidade e Demanda Atual de Água Superficial na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Sapucaí, MG. IV SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS E MÉDIAS CENTRAIS HIDRELETRICAS. Porto de Galinhas, PE, 19 a 22 de setembro. 12p.
- ENERGY INTERNATIONAL AGENCY (2002). Evolução da Demanda Mundial de Energia Primária. Disponível em www.b-reed.org/seminario-docs/02VisaoGeral.pdf (acessado em 18/01/05)
- ERICKSON, P.A. *Practical Guide to Environmental Impact Assessment* (New England Research, Inc. Worcester, Massachusetts) Academic Press. 1994.
- FERREIRA, A.L.; BAJAY, S.V.A. (1997). A Internalização dos Custos Ambientais e Sociais da Geração de Energia Elétrica: Experiência Internacional e Perspectivas para o Brasil. In: III CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ENERGIA ELÉTRICA, CAMPOS DO JORDÃO, p. 62.

- FEARNSIDE, P. (1989). Brazil's Balbina Dam: environmental versus the legacy of the Pharaohs in Amazonia. *Environmental Management*, v.13, n.4, 401-423p. (jul/aug).
- FEARNSIDE, P.M. (1999). Impactos Sociais da Barragem do Tucuruí. p. 219-244. In: HENRY, R. *Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FUNDIBIO. FAPESP. 1999. 800p.
- FINK, D.R. *et al.* (2002). *Aspectos Jurídicos do Licenciamento Ambiental*. 2002. 2ª Ed. Rio de Janeiro; Forense Universitária. 245p.
- FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS (1998). Workshop "Propriedades para a conservação de Minas Gerais". Disponível em www.biodiversitas.org.br/atlas/aspectos.htm. (acessado em 03/05/04).
- FRAMIL, E.F. (2004). Avaliação do curso sobre Agroenergia e seus impactos sociais: um estudo de caso. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, 16/08/2004, Itajubá/MG, 191p.
- GENELETTI, D. (2003). *Biodiversity Impact Assessment of roads: na approach based on ecosystem rarity*. *Environmental Impact Assessment Review*. Volume 23, Issue 3, May 2003, 343-365p. Disponível em <http://www.periodicos.capes.gov.br>.
- GODOY, M.P. (1992). A Questão dos Peixes de Piracema e as Escadas de Peixes, *Revista Aruanã*, Editora Aruanã, Ano VI, n. 31, dezembro. 27p.
- GOLDEMBERG, J. (1998) *Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento*. 1ª ED. EDUSP, CESP. 234p.
- GOLDEMBERG, J. (2003) *Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento*. 2ª ED. EDUSP, CESP. 225p.
- GUNKEL, G. *et al.* (2003). *The environmental and operation impacts of Curuá-Una, a reservoir in the Amazon region of Pará, Brasil*. *Lakes & Reservoirs: Reseach and Management*. 201-216p.
- HORBERRY, J. (1984). *International organization and EIA in developing countries*. *Environmental Impact Assesment Review*. Volume 5, Issue 3, September 1985, 207-222p. Disponível em <http://www.periodicos.capes.gov.br>
- INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS. Avaliação de Impactos Ambientais. Disponível em www.icb.ufmg.br/~beds (acessado em 02/09/2004).
- IBGE. Censo Demográfico 1980, 1991 e 2000 e Contagem da População 1996. O ano referenciado 2003 foi pautado em estimativa populacional do dia 16/10/03.

- ICB (2004). Avaliação de Impactos Ambientais. Disponível em www.icb.ufmg/~bids (acessado em 06/09/2004).
- IPCC. Disponível em www.oecd.org/departament/0,2688,en-2649-1-1-1-1-1,00html-29k-climatechangeddepartament. (acessado em 03/06/2004).
- JB ECOLÓGICO. (2004). “Licenciar é refletir criticamente”. 8 de abril de 2004, 8-11p.
- KAYGUSUZ, K. (2002). *Sustainable development of hydropower and biomass energy in Turkey*. Energy Conversion & Management. pp 1099-1120. Elsevier Since Inc. Disponível em <http://www.periodicos.capes.gov.br>
- LEOLPOLD, L.B.; CLARKE, F.S.; HANSHAW, B.B.; BASLEY, JR. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geol. Surv. Cir. U.S.G.S. Washington, D.C. 13p.
- LORA, E.E.S.; TEIXEIRA, F.N. (2001). Energia e Meio Ambiente. Cap. 2 p. 30-90. In: Santos *et al.* Conservação de Energia. Eficiência Energética de Instalação e Equipamentos. Itajubá – MG. FUPAI – 467p.
- LORA, E.E.S.; TEIXEIRA, F.N. (2002). Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transporte. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência. 481p.
- MACHADO, C. E. M.; ALZUGUIR, F. (1976) Os peixes e as Barragens no Brasil. Anais do Primeiro Encontro Nacional sobre Limnologia, Piscicultura e Pesca Continental, Belo Horizonte, Minas Gerais.
- MAIA. (1992). Manual de Avaliação de Impactos Ambientais. Curitiba: SURE HMA/GTZ.
- MARIOTONI, C.A.; BADAHAN, L.F. (1997) Potencial Energético das Pequenas Centrais Hidrelétricas Analisado sob a Óptica Ambiental, Levando-se em Consideração a Área Ocupada pelos Reservatórios. In: III CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ENERGIA ELÉTRICA, CAMPOS DO JORDÃO, p.259.
- MARTINS, S.L.; TOMADA, K. (2000). Sistemas para Transposição de Peixes. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 24 p.
- MATOZZO, V. (2001). Cenário Energético Brasileiro. Disponível em http://www.guiafloripa.com.br/energia/energia/cenario_brasil (acessado em 03/06/04).
- MATOZZO, V. (2001). Energia e Desenvolvimento. Disponível em http://www.guiafloripa.com.br/energia/energia/desenvolvimento/desenv_energia (acessado em 03/06/04).

- MENDES SOBRINO, O.T. (1969). O Barramento dos Rios e a Fauna Ictiológica, CNEC – Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores, São Paulo.
- MENDONÇA, S.A.T. (1995). Perfil sócio-econômico de pescador em Barra Bonita e Jurumirim. São Carlos. 78p. (Monografia para a obtenção do grau de Bachareu em Ciências Sociais, UFSCar-SP).
- MILARÉ, E. (2000). Direito do Ambiente: doutrina, prática, jurisprudência, glossário. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais. 641p.
- MOREIRA, I.V.D. (1989). Avaliação de Impacto Ambiental – levantamento de gestão Cadernos FUNDAP, São Paulo. . v.9, n.16, p.54-63, 1989.
- MOREIRA, I.V.D. (1992). Origem e Síntese dos principais métodos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) in: Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (MAIA), 1ª ed., Abr/1992.
- MOTA, S. (1989). Impactos Ambientais de obras de Exploração de Recursos hídricos: ações preventivas. 1989. Bio. n.2, p.64-68.
- MOTA, S. (1997). Introdução à Engenharia Ambiental. Ed. Rio de Janeiro ABES, 280p.
- NINHO DA ÁGUIA. (2001). Estudo de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Águia. Elaborado para Centrais Elétricas da Mantiqueira S. A. CEM. Elaborado por Golder Associates Brasil Ltda.
- OLIVEIRA, C.P. (2000). *Uma Comparacion da lãs Pequenas Centrales Hidroeléctricas Frente a las Centrales Termoeletricas*. In: IV CONGRESSO LATINO AMERICANO IN GENERACION Y TRANSPORTE DE ENERGIA ELECTRICA, p.283.
- OLIVEIRA, NEWTON PASCAL T. (2002) – Licenciamento Ambiental de Atividades Industriais e Controle da Poluição. Seminário Sasema.
- PACCA, S.A.(1996). A Integração das Pequenas Centrais Hidrelétricas ao Meio Ambiente e os Aspectos Legais Relacionados. São Paulo. Dissertação (mestrado). Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia, Universidade de São Paulo.
- PARIKH, J.K.; PAINULY, J.P. (1994). *Population, Consumption, Patterns and Climate Change: a Socio-economic Perspective the from the South*, Ambio, Vol. 23, n. 7, 434-437p.
- PASTAKIA, C.M.R.; JENSEN, A. (1998). *The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) for EIA*. Environ Impact Assesment. . 461-482p. Elsevier Since Inc. Disponível em <http://periódicos.capes.gov.br>

- PEDREIRA, A.C.; DUPAS, F.A.(2004). Licenciamento Ambiental para a Implantação de Pequenas Centrais Hidrelétricas – Análise e Proposta de Otimização para Minas Gerais. AGRENER JD 5^o Encontro de Energia no Meio Rural e Geração Distribuída. Campinas/SP.
- PEDREIRA, A.C. Proposta de Otimização do Processo de Licenciamento Ambiental. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, MG. 2004. 120 p.
- PEREIRA, R. (1986). Peixes da Nossa Terra. Editora Nobel, Rio de Janeiro.
- POWER. (2002) Petróleo, Eletricidade e Energias Alternativas.Revista. De Volta à Cena. 30-32p. n.15.
- RESOLUÇÃO CONAMA 001/86; 237/97; 279/01. Disponível em www.ambiente.sp.gov.br/licenciamento/procedimento/consema (acessado em 15/08/04)
- RUBIO, A.R. *et al.* (2001). *A new method to determine the level of the environmental impact asesment studies in Mexico*. Environmental Impact Assessment Review. Volume 21, Issue 1. January 2001, 73-81p. Disponível em <http://periodicos.capes.gov.br>
- SILVA, L. P.; MANIESI, V. (2003). Vulnerabilidade à Erosão da Sub- Bacia do Rio Enganado/Rondônia e sua Relação com as Pequenas Centrais Hidrelétricas. In: X ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PEQUENOS APROVEITAMENTOS HIDROENERGÉTICOS. Poços de Caldas, MG.2003. p. 326.
- SILVA FILHO, J.M. (2004). Licenciamento Ambiental de PCHs. 2^a Conferência de PCHs. IBC. São Paulo/SP.
- SMITH, W.S. *et al.* (2002). Impactos dos Reservatórios do Médio e Baixo Tietê (SP) na composição das Espécies de Peixes e na Atividade de Pesca. In: Programa de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. Recursos Hidroenergéticos: Usos, Impactos e Planejamento Integrado. São Carlos. Ed. RIMA. 57-72p.
- SOUZA, P.A.P. (1999). Viabilidade Ambiental na Implantação de Pequenas Centrais Hidrelétricas, por Meio de Um Estudo de Caso no Alto da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré - Guaçu/SP. 1999. Dissertação de Mestrado. USP - Universidade de São Paulo.
- SOUZA, W.I. (1997). Política de Rejuvenescimento e Repotenciação de PCHs. In: III CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ENERGIA ELÉTRICA, Campos do Jordão. 283-285p.
- TIAGO FILHO, G.L. (1998). *Politics of Development of Small Hydropower Plant In South America*. Small Hydro Oportunities workshop, by International Energy Agency – IEA, Annex III – Nice. – In CD.

- TIAGO FILHO, G.L. *et al.* (2003). Pequenas Centrais Hidrelétricas. Cap.3. 163-206p. In: TOLMASQUIM, M.T. Fontes Renováveis de Energia no Brasil, 515p.
- TIAGO FILHO, G.L.; NOGUEIRA, F.J.H. (2004) As Novas Diretrizes da ANEEL para o Enquadramento das Pequenas Centrais Hidrelétricas. In: PCH Notícias & SHP News. Ano 6, n.20. nov/dez.jan. 22p.
- TASDEMIROGLU, E. (1993). *Development of Small Hydropower in Turkiye Energy*. Vol.18, n.6, p.699-702, 1993. Printed in Great Britain. All rights reserved. Disponível em <http://periódicos.capes.gov.br>
- THOMAZ, S.M., BINI, L.M. (1999). A expansão da Macrófitas Aquáticas e Implicações para o Manejo de Reservatórios: um estudo na Represa de Itaipu. p. 597-626. In: HENRY, R. Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO. FAPESP. 800p.
- TOMMASI, L.R. (1994). Estudo de Impacto Ambiental. São Paulo. CETESB, 355 p.
- TORNOLI, C.E. *et al.* 1984) Considerações sobre a Utilização de Escadas para Peixes e de Estações de Aqüicultura na Conservação da Fauna Ictíica no Estado de São Paulo, Publicação CESP, São Paulo.
- TUNDISI, J.G. (1999). Reservatórios como Sistemas Complexos: Teoria, Aplicações e Perspectivas para Usos Múltiplos. p.19-38. In: HENRY, R. Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO. FAPESP. 800p.
- UN (1996). *“Energy and the Protection of the Atmosphere: A Report of the Secretary-General of the United Nations”*, Natural Resources Forum, Vol.20, n.3, 241-255p.

ANEXO 1

Como visto no Capítulo 4, os impactos referentes a este anexo não foram agrupados por sistemas (físico, biótico e antrópico), então os mesmos foram renumerados e agrupados em seus respectivos sistemas. A numeração entre parênteses corresponde a numeração do ANEXO 2.

FASE DE PLANEJAMENTO									
Nº do Impacto	Identificação	Descrição	Área de Abrangência	Reflexos sobre o Ambiente	Frequência	Temporalidade	Reversibilidade	Magnitude	Medidas de Compensação/Controle
1 (6)	Perda de vegetação	Impacto provocado pelo desmate para abertura de trilhas, com corte de algumas árvores e da vegetação herbácea, com perda de germoplasma. Após essas intervenções, a vegetação tende a se recuperar.	Pontual, na ADAE	Negativo e Direto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Baixa	Sem necessidade de medidas de mitigação e/ou monitoramento
2 (7)	Dispersão da fauna de vertebrados alados e terrestres	A abertura de acessos e picadas leva à dispersão da fauna, que se deslocará para a AE. Finalizados os trabalhos, a mesma tende a retornar, sendo restabelecido o equilíbrio da área.	Pontual, na ADAE	Negativo e Direto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Baixa	Sem necessidade de medidas de mitigação e/ou monitoramento
3 (24)	Insegurança e da ansiedade da população local	Informações insuficientes e/ou inadequadas, por vezes, extemporâneas, em virtude de indecisões referentes 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; receio de perdas, prejuízos, transtornos.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Alta	Programa de Comunicação Social.
4	Elevação do nível de organização social na ADAE	As atitudes tomadas pelo empreendedor, no âmbito específico da comunicação social ou de outros projetos, que venham a expor com clareza as características do seu empreendimento, favorecendo o progressivo estreitamento de seu contato com as comunidades envolvidas; elemento catalisador do processo de mobilização social, que pode se tornar elemento-chave na administração de possíveis conflitos e na condução de negociações.	Local-ADAE	Positivo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Média	Programa de Comunicação Social.

FASE DE IMPLANTAÇÃO									
Nº do Impacto	Identificação	Descrição	Área de Abrangência	Reflexos sobre o Ambiente	Frequência	Temporalidade	Reversibilidade	Magnitude	Medidas de Compensação/
1 (1)	Instalação/acirramento de processos erosivos e de movimentos de massa associados às obras de construção da PCH e às operações de desmate na área do reservatório.	Cortes, aterros e exposição de solos (estas também na área do reservatório, associados ao desmate) nas áreas de obras, de infra-estrutura construtiva de apoio e de bota-fora poderão induzir à instalação de processos erosivos e de instabilização de solo, ou mesmo ao acirramento de focos já existentes, constituindo fonte de sedimentos significativa para os corpos hídricos, com impactos sobre a qualidade de suas águas.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Permanente (à exceção da área da bacia de inundação, com caráter temporário)	Curto prazo	Reversível	Média, em relação a toda a ADAE. Elevada frente à abrangência que restrinja-se ao entorno imediato do reservatório e dos locais das estruturas, com focos de instabilidade pré-existent. (sua reativação poderá, com o efeito remontante, comprometer a estabilidade dos taludes de acessos na ADAE).	Plano de recuperação de áreas degradadas e de controle de processos erosivos e estabilização de movimentos de massa. Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas.
2 (8)	Alteração da qualidade das águas frente ao descarte de efluentes, à disposição inadequada de resíduos e de insumos nas áreas do canteiro de obras, oficinas, alojamentos, refeitório e área de lazer.	Nas áreas de infra-estrutura construtiva serão gerados efluentes sanitários, de lavagem de equipamentos, 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 poderá também ocorrer 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 a procura de água com melhor qualidade.	Local-ADAE-AEE	Negativo e Direto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Média, para o trecho a jusante da Barragem, observando-se que o rio Santo Antonio já é foco de descarte de efluentes sanitários e de contaminação por resíduos dispostos a montante do futuro reservatório (lixão de Delfim Moreira).	Plano de recuperação de áreas degradadas e de Controle de Erosão e Estabilização de Movimentos de Massa, incluindo um Programa de Gestão de efluentes e Resíduos. Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas.
3 (2)	Supressão de solos com aptidão para pastagem e pequenas lavouras.	Impacto decorrente da implantação de infra-estrutura de apoio e operacional e da formação do reservatório.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Reversível	Baixa, uma vez que a área ocupada por pastagens e áreas agrícolas na ADA representa um percentual inferior a 4% do total ocupado por essas tipologias na ADAE.	Programa de Negociação
4 (9)	Perda de vegetação	A implantação da infra-estrutura de apoio e operacional e do reservatório levarão à supressão de vegetação nativa (cerca de 2ha), com perda de indivíduos e germoplasma.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Reversível	Média, considerando a ocupação do solo por vegetação nativa existente na ADAE.	Projetos de Reflorestamento Ciliar e de Resgate de Epífitas.

FASE DE IMPLANTAÇÃO (continuação)									
Nº do Impacto	Identificação	Descrição	Área de Abrangência	Reflexos sobre o Ambiente	Frequência	Temporalidade	Reversibilidade	Magnitude	Medidas de Compensação/Controle
5 (10)	Supressão de habitats para a fauna	Impacto decorrente da remoção da vegetação nativa e das pastagens existentes nas áreas destinadas à infra-estrutura de apoio e operacionais, assim como da remoção da vegetação na área correspondente ao futuro reservatório. O impacto atinge elementos da mastofauna, da avifauna e da herpetofauna presentes nestas áreas. A possível presença de espécies ameaçadas de extinção eleva a magnitude e a importância do impacto.	Local ADAE	Negativo e Indireto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Alta	Projeto de reflorestamento ciliar. Programa de Monitoramento da Fauna.
6 (11)	Pressão sobre a fauna	A concentração de pessoas associadas à construção da PCH Ninho da Águia tende a elevar a pressão de caça de espécies consideradas como de valor alimentar; das criadas em cativeiro, como animal de estimação e das consideradas peçonhentas ou perigosas.	Local-ADAE	Negativo e Indireto	Temporário	Curto prazo	Irreversível	Baixa, em função do porte da obra que empregará um pequeno número de pessoas.	Programa de Educação Ambiental.
7 (12)	Elevação nos teores de materiais orgânicos e de nutrientes, redução de oxigênio dissolvido no reservatório	Impacto proveniente da inundação da biomassa vegetal presente na área a ser inundada que, ao ser decomposta, libera nutrientes para a água. No processo de decomposição ocorre consumo de oxigênio. O impacto tem início na fase de implantação e perdura por um pequeno período da fase de operação. O pequeno tempo de retenção das águas do reservatório é um fator de minimização.	Local, na área do reservatório	Negativo e Direto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Baixa	Projeto de limpeza da bacia de acumulação. Projeto de Monitoramento Limnológico e de Qualidade das Águas.
8 (25)	Atração da população e tendência à desorganização social	Contratação de mão-de-obra "externa"; fluxo de contingente de vinculação "indireta"; possibilidade de imigração.	Regional-AI Local-ADAE	Negativo e Direto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Alta	Programas de Comunicação Social e de Qualificação de Mão-de-obra
9	Dinamização do setor terciário e do setor primário	Aumento da massa salarial e conseqüente aumento da demanda por bens e serviços (apesar de oscilações no período e da curta duração).	Local-ADAE Regional-AI	Positivo e Direto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Alta	Programa de Comunicação Social

FASE DE IMPLANTAÇÃO (continuação)									
Nº do Impacto	Identificação	Descrição	Área de Abrangência	Reflexos sobre o Ambiente	Frequência	Temporalidade	Reversibilidade	Magnitude	Medidas de Compensação/Controle
10 (26)	Instabilidade do mercado imobiliário, com aumento do preço dos aluguéis	Demanda por novas habitações, derivadas do incremento populacional	Local-ADAE	Negativo e Direto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Média	Construção de alojamento de porte adequado à absorção de toda mão-de-obra a ser contratada; monitoramento do movimento migratório. Programas de Habitação e de Comunicação Social.
11	Elevação do nível de organização social na ADAE	Realização de todas as atividades referentes ao processo de implantação do empreendimento.	Local-ADAE	Positivo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Alta	Programa de Comunicação Social; Plano de Negociação
12 (27)	Perda e/ou restrição de uso de áreas utilizadas economicamente, com correspondente queda da produção agropecuária.	Formação do reservatório; implantação da Galeria de Adução e do Conduto Forçado; estabelecimento do trecho de vazão reduzida.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Alta	Plano de Negociação
13 (28)	Perda de moradias, e benfeitorias com possibilidade de migração dos produtores afetados; prejuízos e/ou transtornos causados pela instalação das demais estruturas operacionais.	Enchimento do reservatório; conclusão das obras para implantação das estruturas operacionais.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Alta	Plano de Negociação
14 (29)	Risco de comprometimento dos vínculos sociais e das relações de vizinhança	Enchimento do reservatório; conclusão das obras para implantação das estruturas operacionais, levando a relocação compulsória de famílias afetadas.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Alta	Plano de Negociação
15 (30)	Possibilidade de aumento de incidência de doenças infecciosas e parasitárias.	Em caso de haver disposição adequada do lixo e da água servida do alojamento, haverá risco de contaminação da água, do solo e de alimentos.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Alta	Programa de Gestão de Efluentes e Resíduos.

FASE DE IMPLANTAÇÃO (continuação)									
Nº do Impacto	Identificação	Descrição	Área de Abrangência	Reflexos sobre o Ambiente	Frequência	Temporalidade	Reversibilidade	Magnitude	Medidas de Compensação/Controle
16 (31)	Disseminação de doenças transmissíveis	É decorrente da presença de portadores de doenças transmissíveis na população atraída pelo empreendimento.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Cíclica	Curto prazo	Reversível	Média	Programa de Ações de Apoio à Saúde e Vigilância Epidemiológica
17 (32)	Violência	Presença de movimentação de pessoas estranhas causando choque cultural. Consumo de bebidas e drogas	Local-ADAE	Negativo e Direto	Cíclica	Imediata	Reversível	Baixa	Programa de Comunicação Social; interação permanente com a Polícia Militar de Minas Gerais e com a Polícia Civil p/ implantar um Programa de Segurança Pública.
18 (33)	Probabilidade de ocorrência de acidentes	Impacto sobre o trabalhador e a população local decorrente da utilização de máquinas e equipamentos. Trânsito de veículos.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Baixa	Programa de Apoio a Ações de Saúde e Vigilância Epidemiológica; Programa de Segurança e Alerta.
19 (34)	Pressão sobre os serviços de saúde (atenção básica e casos de maior complexidade)	Acréscimo populacional derivado do fluxo migratório e da implantação do empreendimento. Insuficiência de recursos de atenção à saúde.	Regional	Negativo e Direto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Média	Programa de Apoio a Ações de Saúde e Vigilância Epidemiológica
20 (3)	Sólidos em suspensão no ar	Poeira em suspensão resultante dos trabalhos de implantação dos canteiros, realização da obras e movimento de máquinas, trânsito de veículos, mobilização do entulho, daí podendo resultar infecções respiratórias em trabalhadores e na população local..	Local-ADAE	Negativo e Direto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Alta	Programa de Apoio a Ações de Vigilância Epidemiológica; utilização de técnicas e procedimentos adequados para reduzir a emissão de particulados.
21 (35)	Perda de vestígios arqueológicos pré-históricos e de um sítio arqueológico histórico	Execução das obras, com a provável exposição e/ou soterramento de vestígios e do sítio, com sua conseqüente descaracterização.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Baixa	Programa de Pesquisa Arqueológica e de Educação Patrimonial
22 (36)	Risco de comprometimento do patrimônio edificado	Execução das obras e formação do reservatório	Local-ADAE Regional-AI	Negativo e Indireto	Temporário	Curto prazo	Reversível	Baixa	Programa de Pesquisa Arqueológica e de Ed. Patrimonial

FASE DE OPERAÇÃO – RESERVATÓRIO									
Nº do Impacto	Identificação	Descrição	Área de Abrangência	Reflexos sobre o Ambiente	Frequência	Temporalidade	Reversibilidade	Magnitude	Medidas de Compensação/Controle
1 (4)	Acirramento e/ou instalação de movimentos de massa nas áreas marginais ao reservatório, com consequente alteração na qualidade das águas do ambiente lótico e consequente comprometimento do uso das áreas no entorno do reservatório.	A formação do reservatório provocará alterações no sistema de fluxo intermediário, configuradas por elevações gradativas no nível do lençol freático no entorno do lago. O consequente aumento de poropressões nessas encostas, associado ao deplecionamento diário do nível de água, poderá induzir a agravamentos ou a novas instabilizações localizadas nessa região, situação agravada pela remoção da cobertura vegetal que hoje já se verifica na ADAE. Como impactos associados ter-se-á a liberação de material sólido para o reservatório, com efeitos sobre sua vida útil e sobre a qualidade de suas águas, bem como o comprometimento gradativo de terras localizadas em seu entorno, pelo potencial avanço das frentes de erosão e de instabilização. A ocorrência e a temporalidade do impacto estarão vinculadas à dinâmica de uso no entorno do reservatório, em função da intensificação de remoção de cobertura vegetal e manejo inadequado dos solos.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Médio e longo prazo	Reversível	Média, em relação a toda a ADAE. Elevada frente à abrangência que restrinja-se ao entorno imediato do reservatório, com focos de instabilidade pré-existentes (sua reativação poderá, com o efeito remontante, comprometer a estabilidade dos taludes de acessos na ADAE, bem como afetar propriedades no entorno do lago.	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e de Controle de Processos Erosivos e Estabilização de Movimentos de Massa. Projeto de Monitoramento Limnológico da Qualidade das Águas.
2 (13)	Alteração na qualidade das águas do reservatório face ao aporte de sedimentos, de agroquímicos, de dejetos animais e de poluentes do aterro sanitário "lixão".	Com a formação do reservatório, poderá haver a alteração no padrão de uso do solo na sua área de entorno, hoje ocupada, majoritariamente, por pastagens. Caso venha a se verificar o intenso uso do solo naquela área, com atividades agrícolas e/ou de lazer, daí poderá decorrer a geração e o aporte de poluentes ao lado. Por sua vez, o "lixão", embora recentemente desativado, ainda constitui fonte potencial de geração de carga poluente, que deverá aportar ao reservatório.	Local-ADAE	Negativo e Indireto	Permanente	Médio e longo prazos	Reversível	Baixa, em relação a toda a ADAE, considerando-se que as dimensões reduzidas do reservatório não deverão representar um fator gerador de um grau de dinamização elevado em seu entorno.	Programa de Educação e de Educação Ambiental. Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas.
FASE DE OPERAÇÃO-RESERVATÓRIO (continuação)									

Nº do Impacto	Identificação	Descrição	Área de Abrangência	Reflexos sobre o Ambiente	Frequência	Temporalidade	Reversibilidade	Magnitude	Medidas de Compensação/Controle
3	Criação de novo habitat aquático para a fauna de vertebrados alados e terrestres.	Com a criação do reservatório será formado um novo ambiente aquático, passível de ser colonizado por aves aquáticas e explorado por espécies da mastofauna associadas aos ambientes hídrico.	Regional	Positivo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Alta	Por suas características o impacto não demanda ações de monitoramento.
4	Redução no material em suspensão, DBO e bactérias	É decorrente do represamento das águas e de alterações na velocidade do fluxo, facilitando a deposição do material em suspensão. As reações químicas e bioquímicas, que se davam e um longo trecho do rio, passarão a ocorrer em um pequeno segmento.	Local	Positivo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Baixa	Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas.
5 (14)	Alteração no comportamento do oxigênio dissolvido.	É decorrente da depuração de maiores quantidades de material orgânico, concentrada no reservatório, o que eleva o consumo de oxigênio. A reposição de oxigênio, pela reaeração atmosférica, será reduzida. A sua produção através da fotossíntese compensa parte da perda.	Local-ADAE	Negativo e Indireto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Baixa	Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas.
6 (15)	Modificação na estrutura e funcionamento da biota aquática.	A formação de um ambiente lântico conduz a um aumento de produtividade do plâncton e à restrição na diversidade do benton, elevando o potencial de trofia do reservatório. A flutuação diária do nível de água do reservatório interfere na produtividade do zoobenton.	Local-ADAE	Negativo e Indireto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Média	Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas.

FASE DE OPERAÇÃO-RESERVATÓRIO (continuação)									
Nº do Impacto	Identificação	Descrição	Área de Abrangência	Reflexos sobre o Ambiente	Frequência	Temporalidade	Reversibilidade	Magnitude	Medidas de Compensação/Controle
7 (16)	Alteração quantitativa da ictiofauna	Mudanças de ambiente lótico para lêntico, com alterações na qualidade das águas e transferência energética através da cadeia alimentar, com reflexos na estrutura da comunidade de peixes. A ictiofauna presente no trecho do rio Santo Antônio correspondente ao futuro reservatório é composta por espécies de pequeno porte, devendo as mesmas prevalecerem no novo ambiente. Logo após a formação do reservatório haverá aumento no número e na biomassa destas espécies, seguida de uma queda correspondente ao equilíbrio do novo ambiente.	Local – ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Baixa	Projeto de Monitoramento da Ictiofauna.
8 (17)	Eliminação de habitats para a ictiofauna e para a anfíbiofauna.	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.	Local – ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Alta	Projeto de Monitoramento da Ictiofauna. Programa de Monitoramento da Fauna (Projeto de Monitoramento da Herpetofauna).

FASE DE OPERAÇÃO – TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA									
Nº do Impacto	Identificação	Descrição	Área de Abrangência	Reflexos sobre o Ambiente	Frequência	Temporalidade	Reversibilidade	Magnitude	Medidas de Compensação/
1 (18)	Alteração na composição e populações de epífitas	A redução de vazão tem como resultado direto a diminuição de umidade ao longo deste trecho, refletindo-se na vegetação existente e adaptada a um nível maior de umidade. Neste caso incluem-se as epífitas que aí ocorrem com maior incidência.	Local-ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Alta	Projeto de monitoramento da flora Projeto de resgate de epífitas
2 (19)	Dispersão de elementos da fauna	Com a redução de vazão no rio Santo Antonio, em um trecho de 2,42 km a jusante do barramento, as comunidades de aves dependentes da presença de epífitas, como fontes de alimentação, se dispersarão à procura de ambientes mais favoráveis. Espécies da mastofauna, herpetofauna e anfíbiofauna associadas aos ambientes úmidos também se dispersarão	Regional	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Baixa	Projeto de monitoramento da flora Projeto de resgate de epífitas
3 (20)	Modificação na estrutura de funcionamento da biota aquática	A exportação de organismos do reservatório, adaptados a ambientes lênticos, altera a estrutura e o funcionamento da biota no trecho de vazão reduzida, que tem característica lótica	Local-ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Média	Projeto de monitoramento limnológico e da qualidade das águas
4 (21)	Redução na capacidade de autodepuração do trecho de vazão reduzida	A diminuição de vazão entre a Barragem e a Casa de Força reduz a capacidade de diluição e depuração dos esgotos lançados neste trecho, elevando o índice de contaminação fecal	Local-ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Baixa	Projeto de monitoramento limnológico e da qualidade das águas Programa de ações de apoio à saúde e vigilância epidemiológica – Projeto de disposição adequada de esgoto sanitário no trecho de vazão reduzida
5 (22)	Eliminação de habitats para a ictiofauna	O ambiente que se formará neste trecho poderá comportar populações de peixes de pequeno porte, como os lambaris, canivetes e pequenos cascudos	Local ADAE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Alta	Programa de Monitoramento Ictiofauna

FASE DE OPERAÇÃO – TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA (continuação)									
Nº do Impacto	Identificação	Descrição	Área de Abrangência	Reflexos sobre o Ambiente	Freqüência	Temporalidade	Reversibilidade	Magnitude	Medidas de Compensação/ Controle
6 (37)	Alteração das características cênicas do rio Santo Antonio (cachoeiras, corredeiras)	Fechamento do reservatório e início de operação, com estabelecimento do trecho de vazão reduzida. No entanto, em função da regra operativa, as vazões restituídas ao longo do trecho a jusante da Casa de Força serão de tal ordem que a média das variações máximas do nível do rio Santo Antonio estará entre 0,05m e 0,2m, não alterando, de forma significativa, o fluxo d'água nas corredeiras e cachoeiras deste trecho	Local-ADAE	Negativo e Direto	Cíclica	Curto prazo	Irreversível	Baixa	Impacto não mitigável; compensação através da aplicação da Resolução CONAMA 02/96 e Lei 9.985-SNUC
1 (5)	Instabilização de margens e risco de comprometimento de áreas marginais	A variação diária do nível de água decorrente da operação da usina será pouco significativa, de modo que a possibilidade de indução à potencial instabilização de terraços aluciais marginais ao rio Santo Antonio é baixa	Local-AEE	Negativo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Baixa	Plano de recuperação de áreas degradadas e de controle de processos erosivos e estabilização de movimentos de massa
2	Redução do material em suspensão, DBO e bactérias nas águas. Alteração no comportamento do oxigênio dissolvido	Impacto decorrente das alterações na qualidade das águas do reservatório. Esta água será captada no reservatório e, após passar pelas turbinas, será devolvida ao leito do rio, mantendo as mesmas características	Local-AEE	Positivo e Direto	Permanente	Curto prazo	Irreversível	Baixa	Projeto de monitoramento limnológico e da qualidade das águas
3 (23)	Redução na capacidade de autodepuração do Rio Santo Antonio	O impacto tem as mesmas características descritas para o trecho de vazão reduzida	Local-AEE	Negativo e Direto	Cíclico	Curto prazo	Irreversível	Baixa	Projeto de monitoramento limnológico e da qualidade das águas

ANEXO 2

Análise dos impactos identificados na PCH Ninho da Águia**Meio Físico**

Impacto nº 1: Instalação/acirramento de processos erosivos e de movimentos de massa associados às obras de construção da PCH e as operações de desmate na área do reservatório.

Descrição do impacto: Corte, aterros e exposição de solos (estas também na área do reservatório associada ao desmate) nas áreas de obra de infraestrutura construtiva de apoio e de bota fora poderão induzir à instalação de processos erosivos e de instabilização de solo, ou mesmo ao acirramento de focos já existentes, constituindo fonte de sedimentos significativa para os corpos hídricos, com impacto sobre a qualidade de suas águas.

Análise

Sem medidas mitigadoras: O referido impacto está em função da topografia local, do tipo de solo (geologia), da área requerida para o canteiro de obras e da área desmatada para o reservatório (1,74 ha).

Com medidas mitigadoras: O planejamento (dimensão 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, permite que a situação seja revertida por completo.

Impacto nº 2: Supressão de solos com aptidão para pastagens e pequenas lavouras.

Descrição do impacto: Impacto decorrente da implantação de infra-estrutura de apoio e operacional e da formação do reservatório.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Na área a ser afetada pelo reservatório, haverá a perda de apenas 1,74 ha, o que não inviabilizará as duas propriedades ali localizadas. O que justifica a magnitude alta do referido impacto sem a adoção de medidas mitigadoras é o fato de que as características sócio-econômicas dos produtores da área configurar uma situação típica de agricultura familiar, na qual, a gestão da unidade produtiva, bem como os

investimentos nela realizados, serem feitos por indivíduos que guardam entre si, laços de parentesco.

Com medidas mitigadoras: A área requerida para a infra-estrutura de apoio e operacional será recuperada, mas a área do reservatório não tem como recuperar, portanto nessa área o impacto é irreversível.

Impacto nº 3: Sólidos em suspensão no ar.

Descrição do impacto: Poeira em suspensão resultante dos trabalhos e implantação dos canteiros, realização das obras e movimento de máquinas, trânsito de veículos, mobilização do entulho, daí podendo resultar infecções respiratórias em trabalhadores e na população local.

Análise

Sem medidas mitigadoras: O trânsito de máquinas e veículos acarreta a suspensão de material particulado que podem provocar doenças respiratórias.

Com medidas mitigadoras: A adoção de técnicas como, por exemplo, irrigações durante a obra e uso de equipamentos de proteção individual, irão minimizar substancialmente o impacto. O uso de equipamentos de segurança não foi sugerido no EIA em estudo.

Impacto nº 4: Acirramento e/ou instalação de movimentos de massa nas áreas marginais ao reservatório com conseqüente alteração na qualidade das águas do ambiente lótico e conseqüente comprometimento do uso das áreas do entorno do reservatório.

Descrição do impacto: A formação do reservatório provocará alterações do sistema de fluxo intermediário configuradas por elevações gradativas do nível do lençol freático no entorno do lago. O conseqüente aumento de poropressões nessas encostas associado ao deplecionamento diário do nível de água, poderá induzir a agravamentos ou a novas instabilizações localizadas nessa região, situação agravada pela remoção da cobertura vegetal que hoje já se verifica na área diretamente afetada e de entorno. Como impactos associados ter-se-á a liberação de material sólido para o reservatório com efeitos sobre sua vida útil e sobre a qualidade de suas águas, bem como o comprometimento gradativo de terras localizadas em seu

entorno, pelo potencial avanço das frentes de erosão e de instabilização. A ocorrência e a temporalidade do impacto estarão vinculadas à dinâmica de uso no entorno do reservatório em função da intensificação de remoção de cobertura vegetal e manejo inadequado dos solos.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Alteração na qualidade e risco no entorno do reservatório. O referido impacto assume caráter local e regional. Regional quando houver transporte de sedimentos. O EIA em estudo considera apenas um impacto local.

Com medidas mitigadoras: A adoção de técnicas na fase de planejamento e projeto como sistemas de contenção de encostas e estabilização de taludes vão minimizar o carreamento de solo e fatores voltados à qualidade de água e aspectos limnológicos.

Impacto nº 5: Instabilização de margens e risco de comprometimento de áreas marginais.

Descrição do impacto: A variação do nível da água decorrente da operação da usina será pouco significativa de modo que a possibilidade de indução à potencial instabilização de terraços aluviais marginais ao rio Santo Antônio é baixa.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Comprometimento das margens do reservatório. A não adoção de medidas mitigadoras fará com que o referido impacto seja irreversível.

Com medidas mitigadoras: Considerando variáveis geotécnicas, minimizarão consideravelmente aspectos de transporte de sólidos em suspensão e riscos de deslizamento no entorno do reservatório.

MEIO BIOLÓGICO

Impacto nº 6: Perda de vegetação

Descrição do impacto: Impacto provocado pelo desmate para abertura de trilhas, com corte de algumas árvores e da vegetação herbácea com perda de germoplasma. Após essas intervenções, a vegetação tende a se recuperar.

Análise

Sem medidas mitigadoras: O impacto existe devido à abertura de picadas com o objetivo de executar o levantamento topográfico no local onde será implantado a PCH. Portanto, a vegetação se recuperará naturalmente, não havendo necessidade de adotar medidas mitigadoras.

Com medidas mitigadoras: Não existe impacto por causa da recuperação por sinergia natural.

Impacto nº 7: Dispersão da fauna de vertebrados alados e terrestres.

Descrição do impacto: A abertura de acessos e picadas leva à dispersão da fauna, que se deslocará para a área de entorno. Finalizados os trabalhos, a mesma tende a retornar, sendo restabelecido o equilíbrio da área.

Análise

Sem medidas mitigadoras: A fauna tende a se dispersar para outro local retornando para o seu hábitat de origem após o término da fase de planejamento. Diante dessa situação não há necessidade de monitoramento e adoção de medidas mitigadoras.

Com medidas mitigadoras: O retorno da fauna se dará quando houver redução do impacto na fase de operação do empreendimento.

Impacto nº 8: Alteração da qualidade das águas frente ao descarte de efluentes, à disposição inadequada e resíduos e de insumos nas áreas do canteiro de obras, oficinas, alojamentos, refeitório e área de lazer.

Descrição do impacto: Nas áreas de infra-estrutura construtiva serão gerados efluentes 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 poderá ocorrer também 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 a procura de água com melhor qualidade.

Análise

Sem medidas mitigadoras: O impacto é devido à disposição inadequada de resíduos durante a construção da PCH, que trará como conseqüências a contaminação do solo e da água, comprometendo os ecossistemas envolvidos nessa situação. Dependendo do tipo de resíduo lançado na água, o rio tem capacidade de autodepuração, mas se alguns desses resíduos que contém metais pesados se dispersarem na água poderão promover uma contaminação regional, o que justifica a magnitude alta do impacto. O EIA em estudo considera o referido impacto como local e magnitude média.

Com medidas mitigadoras: Com a adoção de medidas mitigadoras como construção de fossas sépticas para disposição adequada dos resíduos gerados, monitoramento da qualidade da água, o referido impacto tende a minimizar. A construção de fossas sépticas é uma medida mitigadora muito significativa, pois estas, previnem os trabalhadores da obra de doenças. Além do que, a construção destas, possibilitará a utilização de água de melhor qualidade pelos usuários à jusante do local e contribui para a conservação dos recursos hídricos.

Impacto nº 9: Perda de vegetação

Descrição do impacto: A implantação da infra-estrutura de apoio, de infra-estrutura operacional e do reservatório levarão à supressão de vegetação nativa (cerca de 2 ha), com perda de indivíduos e germoplasma.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Na fase de implantação, o referido impacto assume caráter irreversível na área que será inundada. Nas áreas requeridas para a infra-estrutura de apoio e operacional, considera-se que o impacto seja reversível com a adoção de medidas mitigadoras. De acordo com o EIA em estudo, nas referidas áreas encontram-se vegetais ameaçados de extinção, o que justifica a magnitude alta do impacto. O EIA em estudo considera magnitude média para tal impacto.

Com medidas mitigadoras: Com a adoção das medidas mitigadoras sugeridas no EIA em estudo como projetos de recomposição da mata ciliar e resgate de epífitas, as áreas requeridas à infra-estrutura de apoio e operacional recuperarão, mas a área inundada não. Em alguns casos,

mesmo com a adoção das medidas sugeridas não será possível reverter totalmente o impacto nas áreas onde ocorreu supressão da vegetação, pois, há algumas espécies vegetais, como por exemplo, a araucária, que demora muitos anos para frutificar e fornecer alimento para o ecossistema. Nesse caso, sugere-se a recuperação e replantio dessas espécies.

Impacto nº 10: Supressão de habitats para a fauna.

Descrição do impacto: Impacto decorrente da remoção da vegetação nativa e das pastagens existentes nas áreas destinadas à infra-estrutura de apoio e operacional, assim como da remoção da vegetação na área correspondente ao futuro reservatório. O impacto atinge elementos da mastofauna, avifauna e da herpetofauna presente nestas áreas. A possível presença de espécies ameaçadas de extinção eleva a magnitude e a importância do impacto.

Análise

Sem medidas mitigadoras: A perda de habitats para a fauna será irreversível na área do reservatório. Nas áreas requeridas à infra-estrutura de apoio e operacional, a fauna retornará com a adoção de medidas mitigadoras.

Com medidas mitigadoras: As medidas mitigadoras sugeridas no EIA em estudo como projeto de recomposição da mata ciliar e programas de monitoramento da fauna farão com que parte das espécies evasivas retorne às áreas requeridas à infra-estrutura de apoio e operacional. Mesmo com a adoção das medidas sugeridas, não será possível reverter o impacto na área requerida ao reservatório.

Impacto nº 11: Pressão sobre a fauna.

Descrição do impacto: A concentração de pessoas associadas à construção da PCH Ninho da Águia tende a elevar a pressão de caça de espécies consideradas como de valor alimentar, das criadas em cativeiro, como animal de estimação e das consideradas peçonhentas ou perigosas.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Haverá uma tendência de grande parte do pessoal envolvido na obra em praticar a caça. Considerando que no local existem animais ameaçados de extinção, eleva-se a magnitude do impacto.

Geralmente as pessoas envolvidas na obra, já têm uma cultura de praticar a caça e apreender animais em cativeiros.

Com medidas mitigadoras: Com a adoção de medidas mitigadoras como palestras de sensibilização com o pessoal envolvido na obra e fiscalização, o impacto minimizará. Além das medidas sugeridas no EIA em estudo, sugere-se a captura e remanejamento de animais que possam ameaçar a vida dos funcionários da obra, como por exemplo uma cobra cascavel.

Impacto nº 12: Elevação nos teores de materiais orgânicos e de nutrientes, redução de oxigênio dissolvido no reservatório.

Descrição do impacto: Impacto proveniente da inundação da biomassa vegetal presente na área a ser inundada que, ao ser decomposta libera nutrientes para a água. No processo de decomposição ocorre consumo de oxigênio. O impacto tem início da fase de implantação e perdura por um pequeno período da fase de operação. O pequeno tempo de retenção das águas do reservatório é um fator de minimização.

Análise

Sem medidas mitigadoras: O referido impacto aparecerá na fase de operação e não na implantação do empreendimento como descrito no EIA em estudo. Tal impacto é proveniente da decomposição da vegetação submersa, mas, em função do tamanho e da vazão do reservatório, não ocorrerá eutrofização, contrariando o EIA analisado. O que poderá acontecer será o acúmulo de vegetação remanescente no reservatório, o que provocará poluição visual “aparência de paliteiro”.

Com medidas mitigadoras: Com a adoção de medidas como limpeza na bacia de acumulação não terá poluição visual.

Impacto nº 13: Alteração da qualidade das águas do reservatório face ao aporte de sedimentos, de agroquímicos, de dejetos de animais e de poluentes do lixão.

Descrição do impacto: Com a formação do reservatório, poderá haver a perspectiva de alteração no padrão de uso do solo na sua área de entorno, hoje ocupada majoritariamente por pastagens. Caso venha a se verificar intensificação do uso do solo naquela área, com atividades agrícolas e/ou de

lazer, daí poderá decorrer a geração e o aporte de poluentes ao lago. Por sua vez, o "lixão" embora recentemente desativado ainda constitui fonte potencial de geração de carga de poluente que deverá aportar ao reservatório.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Considerando que não são tomadas as medidas mitigadoras sugeridas no projeto, o referido impacto terá magnitude alta e será regional devido ao transporte de sedimentos, agroquímicos e poluentes do lixão. O EIA em estudo considera este impacto local e magnitude baixa.

Com medidas mitigadoras: A adoção de medidas mitigadoras como programas de educação ambiental, monitoramento limnológico e de qualidade da água, minimizarão o impacto, reduzindo assim a sua magnitude, mas não o reverterão devido aos agroquímicos presentes na água, contradizendo assim o EIA em estudo. Uma medida significativa não sugerida no EIA em estudo é o zoneamento ecológico-econômico.

Impacto nº 14: Alteração do comportamento de oxigênio dissolvido.

Descrição do impacto: É decorrente da depuração de maiores quantidades de material orgânico, concentrada no reservatório o que eleva o consumo de oxigênio. A reposição de oxigênio, pela reaeração atmosférica, será reduzida. A sua produção através da fotossíntese compensa parte da perda.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Considerando o tamanho do reservatório e a facilidade de extração da vegetação que seria inundada e a vazão mínima do reservatório ($Q = 1,33 \text{ m}^3/\text{s}$), o referido impacto é desprezível, contudo, quando considera-se o chorume vindo do lixão à montante, o impacto devido a carga de metais pesados e matéria orgânica, eleva-se sua magnitude mesmo não sabendo das quantidades aportadas. O impacto é regional devido à percolação do chorume. O EIA em estudo considera o referido impacto local e magnitude baixa.

Com medidas mitigadoras: Com a adoção de medidas mitigadoras pertinentes a retirada da vegetação de dentro do reservatório, o impacto será insignificante devido à dimensão do reservatório. Quanto ao chorume percolado a adoção de medidas mitigadoras de retenção e tratamento do

mesmo reverterá o impacto passando este a ser local. Esta medida não foi sugerida no EIA em estudo.

Impacto nº 15: Modificação na estrutura e funcionamento da microbiota aquática.

Descrição do impacto: A formação de um ambiente lântico conduz a um aumento de produtividade do plâncton e a restrição na diversidade do benton, elevando o potencial de trofia do reservatório. A flutuação diária no nível de água do reservatório interfere na produtividade do zoobenton.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Considerando que a alta vazão mínima ($Q= 1,33 \text{ m}^3/\text{s}$), o volume de água armazenado e da pequena área alagada, o ambiente continuará lântico, contrariando o EIA Ninho da Águia 2001, portanto, a modificação da microbiota aquática é insignificante.

Com medidas mitigadoras: Como o referido impacto é insignificante, não haverá necessidade de adoção de medidas mitigadoras.

Impacto nº 16: Alteração quali-quantitativa da ictiofauna.

Descrição do impacto: Mudança de ambiente lótico para lântico, com alterações da qualidade das águas e transferência energética através da cadeia alimentar, com reflexos na estrutura da comunidade de peixes. A ictiofauna presente no trecho do rio Santo Antônio correspondente ao futuro reservatório é composta por espécies de pequeno porte devendo as mesmas prevalecer no novo ambiente. Logo após a formação do reservatório haverá aumento no número e na biomassa dessas espécies, seguido de uma queda correspondente ao equilíbrio do novo ambiente.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Considerando que a alta vazão mínima ($Q= 1,33 \text{ m}^3/\text{s}$), o volume de água armazenado e da pequena área alagada, o ambiente continuará lótico, contrariando o EIA em estudo. A modificação da biota aquática em outras condições seria relevante por não existir sistema de transposição para a ictiofauna.

Com medidas mitigadoras: Mesmo com a adoção de medidas como sistemas de transposição para a ictiofauna o impacto continuará existindo, devido ao paramento da Cachoeira Ninho da Águia.

Impacto nº 17: Eliminação de habitats para a ictiofauna e para a anfíbiofauna.

Descrição do impacto: Perdas de habitats marginais, em decorrência da flutuação de nível. Esta variação impede que as margens usadas como áreas de desova, e alimentação, refletindo no tamanho das populações.

Análise

Sem medidas mitigadoras: O impacto sobre a anfíbiofauna será mínimo em relação a ictiofauna devido a facilidade de deslocamento dos anfíbios em busca de um ambiente favorável ao seu desenvolvimento.

Com medidas mitigadoras: Com a adoção de medidas mitigadoras como monitoramento da fauna, criação de infra-estrutura para tal monitoramento somado com ações para criar condições de reprodução da anfíbiofauna e ictiofauna, haverá a possibilidade de reversão do impacto. Exemplo: soltura de peixes em outros locais e melhoria das condições de procriação dos peixes no referido reservatório.

Impacto nº 18: Alteração na composição e população de epífitas.

Descrição do impacto: A redução de vazão tem como resultado direto à diminuição de umidade ao longo deste trecho, refletindo-se na vegetação existente e adaptada a um nível maior de umidade. Neste caso incluem-se as epífitas que aí ocorrem com maior incidência.

Análise

Sem medidas mitigadoras: O referido impacto tende a levar as epífitas à extinção, tendo como desdobramento à eliminação/desestruturação de ambientes favoráveis para a sobrevivência de insetos e aves. Durante a fase de planejamento não existirá impacto. Na fase de implantação os impactos ficarão restritos na área do canteiro de obras. Na fase de operação o impacto ocorrerá no trecho da jusante entre a barragem e a casa de força devido à redução do volume d'água.

Com medidas mitigadoras: Na fase de implantação com a adoção de medidas mitigadoras como remanejamento das espécies, o impacto deixará de existir. Na fase de operação os impactos continuarão representativos pelo baixo volume de água do reservatório. Sugere-se também como medidas mitigadoras a adoção da vazão ecológica e a recomposição da mata ciliar no trecho de vazão reduzida.

Impacto nº 19: Dispersão de elementos da fauna

Descrição do impacto: Com a redução de vazão no rio Santo Antônio, em um trecho de 2,42 km a jusante do barramento, as comunidades dependentes de epífitas, como fonte de alimentação, se dispersarão à procura de ambientes mais favoráveis. Espécies de mastofauna, herpetofauna e anfíbiofauna associadas aos ambientes úmidos também se dispersarão.

Análise

Sem medidas mitigadoras: O referido impacto é um desdobramento do impacto nº 18, então, a fauna dependente das epífitas e de ambientes úmidos tende a procurar outros ambientes favoráveis para a sua sobrevivência.

Com medidas mitigadoras: Com a adoção das medidas propostas como programa de monitoramento da fauna e projeto de reflorestamento ciliar o impacto reverterá. Uma outra sugestão de medidas para minimizar o referido impacto seria o fornecimento de alimentos tais como: frutos, sementes, etc., para a fauna permanecer no local.

Impacto nº 20: Modificação na estrutura de funcionamento da biota aquática.

Descrição do impacto: A exportação de organismos do reservatório adaptados a ambientes lênticos, altera a estrutura e o funcionamento da biota no trecho de vazão reduzida, que tem característica única.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Devido à dimensão do reservatório e a forma de operação, que é caracterizada pelo rebaixamento nos horários de maior demanda de energia, não existirá adaptação de espécies de peixes por não existir um ambiente lêntico.

Com medidas mitigadoras: Para o referido impacto não haverá medidas mitigadoras pela não necessidade de sistema de transposição para peixes, a cachoeira Ninho da Águia é um obstáculo natural para os peixes.

Impacto nº 21: Redução na capacidade de auto-depuração no trecho de vazão reduzida.

Descrição do impacto: A diminuição de vazão entre a barragem e a casa de força reduz a capacidade de diluição e depuração dos esgotos lançados neste trecho, elevando o índice de contaminação fecal.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Devida à pequena extensão do trecho (2,42 Km) de vazão reduzida, o impacto não é tão relevante. Por um outro lado, a não adoção de medidas mitigadoras sugeridas no EIA em estudo, a situação irá agravar neste trecho e no seguinte, a jusante da casa de força.

Com medidas mitigadoras: Considerando que o empreendedor adquira toda a área ao entorno do trecho de vazão reduzida, acredita-se que não haverá pessoas no referido local. Portanto, a chance de contaminação fecal é mínima, justificando a magnitude baixa considerada no EIA em estudo. A adoção da $Q_{7/10}$ e programas de negociação minimizarão substancialmente o impacto.

Impacto nº 22: Eliminação de habitats para a ictiofauna.

Descrição do impacto: O ambiente que se formará neste trecho poderá comportar populações de peixes de pequeno porte, como os lambaris, canivetes e pequenos cascudos.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Desconsiderando a adoção da vazão $Q_{7/10}$, apenas os peixes pequenos sobreviverão.

Com medidas mitigadoras: Considerando a vazão $Q_{7/10}$, haverá a possibilidade dos peixes maiores sobreviverem.

Impacto nº 23: Redução da capacidade de autodepuração do rio Santo Antônio no trecho a jusante da casa de força.

Descrição do impacto: O impacto tem as mesmas características descritas para o trecho de vazão reduzida.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Os analistas desse estudo discordam com o que foi descrito no EIA em estudo devido ao impacto não apresentar as mesmas características do trecho de vazão reduzida. No trecho a jusante da casa de força, o rio estará recebendo uma vazão aceitável pelo ecossistema, portanto, não ocorrerá impacto.

Com medidas mitigadoras. Como não ocorrerá impacto, não há a necessidade de aplicação de medidas mitigadoras.

MEIO ANTRÓPICO

Impacto nº 24: Insegurança e ansiedade da população local

Descrição do impacto: Informações insuficientes e/ou inadequadas, por vezes, extemporâneas, em virtude de indecisões referentes 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.

Análise

Sem medidas mitigadoras: A população tende a ficar insegura com a implantação do empreendimento devido às conseqüências que a implantação do mesmo poderá trazer, tais como, eliminação da cachoeira para lazer e escassez de água para os usuários da bacia a jusante da casa de força.

Com medidas mitigadoras: Com a adoção de medidas mitigadoras como programas de comunicação social, o impacto minimizará, pois a população ficará mais bem informada sobre o empreendimento, principalmente se os usuários a jusante do empreendimento forem informados que eles não ficarão prejudicados por falta de água para as suas atividades, por causa da Q_{7/10}.

Impacto nº 25: Atração da população e tendência à desorganização social.

Descrição do impacto: Contratação de mão de obra "externa"; fluxo de contingente de vinculação "indireta"; possibilidade de migração.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Na fase de implantação do empreendimento, o referido impacto tende a atrair pessoas da região que poderá trazer como conseqüências uma desorganização social. Após a implantação da PCH, o número de mão de obra será reduzido.

Com medidas mitigadoras. Com a adoção de medidas mitigadoras como programa de qualificação de mão de obra para a população local, o impacto pode ser reduzido a medida que diminui-se a necessidade de mão de obra externa.

Impacto nº 26: Instabilidade do mercado imobiliário com aumento dos preços dos aluguéis.

Descrição do impacto: Demanda de novas habitações derivadas do incremento populacional.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Haverá uma tendência do mercado imobiliário da cidade de reajustar os aluguéis dos imóveis em função do aumento da população e da procura por novas habitações.

Com medidas mitigadoras: Com a adoção de medidas mitigadoras propostas para o impacto 25, conseqüentemente este impacto será minimizado.

Impacto nº 27: Perda e/ou restrição de uso de áreas utilizadas economicamente com correspondente queda da produção agropecuária.

Descrição do impacto: Formação do reservatório, implantação da galeria de adução e do conduto forçado, estabelecimento do trecho de vazão reduzida.

Análise

Sem medidas mitigadoras: As áreas a serem alagadas são próximas ao curso d'água e são muito férteis, facilitando então a exploração agropecuária com o uso de tecnologias de irrigação. As áreas que sofrerão impacto por estarem próximas as vias de acesso facilitam o escoamento da produção durante todo o ano, pois estas são pavimentadas. Há também grande

possibilidade de instalação de locais para vendas de produtos para os turistas que trafegam a BR 459.

Com medidas mitigadoras: Com a adoção de medidas como plano de negociação, os produtores das áreas afetadas poderão adquirir outras propriedades rurais com características semelhantes à descrita acima, portanto o impacto terá magnitude baixa. Caso a negociação não se realize, será necessário à adoção da $Q_{7/10}$ no trecho de vazão reduzida.

Impacto nº 28: Perda de moradias, benfeitorias e equipamentos, com possibilidade de migração dos produtores afetados; prejuízos e/ou transtornos causados pela instalação das demais estruturas operacionais.

Descrição do impacto: Enchimento do reservatório; conclusão das obras para a implantação das estruturas operacionais.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Os moradores da área requerida para a PCH perderão suas moradias e outras benfeitorias com o enchimento do reservatório. Tal impacto é muito relevante devido ao valor sentimental pelas suas moradias e benfeitorias.

Com medidas mitigadoras: Com adoção de medidas mitigadoras como plano de negociação, solucionará a perda material, mas a perda sentimental não tem como mensurar.

Impacto nº 29: Risco de comprometimento dos vínculos sociais e das relações de vizinhança.

Descrição do impacto: Enchimento do reservatório; conclusão das obras para a implantação das estruturas operacionais, levando ao reassentamento compulsório de famílias afetadas.

Análise

Sem medidas mitigadoras: O sofrimento da população devido a ruptura com a vizinhança é muito significativo. O reassentamento dos moradores é um problema de magnitude.

Com medidas mitigadoras: Acredita-se que mesmo adotando medidas mitigadoras como planos de negociação, muitos moradores ficarão

insatisfeitos por já terem criado raízes e estabelecido no local vínculos sociais. Tal impacto é muito subjetivo para ser mensurado.

Impacto nº 30: Possibilidade de aumento de incidências de doenças infecciosas e parasitas.

Descrição do impacto: Tal possibilidade seria considerada caso de haver disposição inadequada do lixo e da água servida do alojamento, situação na qual haveria risco de contaminação da água, do solo e de alimentos.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Considerando que um programa de capacitação de mão de obra local não foi realizado, a mão de obra utilizada será externa exigindo a improvisação de alojamentos que gerará outros impactos como, por exemplo, a disposição inadequada de resíduos.

Com medidas mitigadoras: Considerando a adoção de medidas mitigadoras visando a capacitação de mão de obra local, tem-se como consequência a redução do processo migratório, portanto, este impacto será reduzido. Além disso, um programa de gestão de efluentes e resíduos resultará numa minimização maior do impacto.

Impacto nº 31: Disseminação de doenças transmissíveis.

Descrição do impacto: É decorrente da presença de portadores de doenças transmissíveis na população atraída pelo empreendimento.

Análise

Sem medidas mitigadoras: A vinda de mão de obra externa, poderá causar a entrada de doenças transmissíveis.

Com medidas mitigadoras: O treinamento de mão de obra local pode evitar esse impacto. Uma outra medida que poderá evitar o impacto é a exigência de um exame médico para a mão de obra antes da contratação da mesma.

Impacto nº 32: Violência

Descrição do impacto: Presença de movimentação de pessoas estranhas causando choque cultural. Consumo de bebidas e drogas.

Análise

Sem medidas mitigadoras: A vinda de mão de obra externa, poderá causar a entrada de pessoas estranhas.

Com medidas mitigadoras: O treinamento de mão de obra local ou contratação de pessoas da microregião evitará entrada de pessoas estranhas, não tendo portanto choque cultural.

Impacto nº 33: Probabilidade de ocorrência de acidentes

Descrição do impacto: Impacto sobre o trabalhador e a população local decorrente da utilização de máquinas e equipamentos e trânsito de veículos.

Análise

Sem medidas mitigadoras: O trânsito de veículos e de máquinas poderá acarretar ocorrência de acidentes.

Com medidas mitigadoras: O treinamento de mão de obra como também a adoção de medidas de engenharia de segurança poderá minimizar o referido impacto.

Impacto nº 34: Pressão sobre os serviços de saúde.

Descrição do impacto: Acréscimo populacional derivado do fluxo migratório derivado da implantação do empreendimento. Insuficiência de recursos de atenção à saúde.

Análise

Sem medidas mitigadoras: A falta de infra-estrutura municipal poderá sobrecarregar o serviço de saúde.

Com medidas mitigadoras: As adoções de ambulatório médico e de enfermagem próprias poderão ser uma atitude da sobrecarga provocada no município.

Impacto nº 35: Perda de vestígios arqueológicos pré-históricos e de um sítio arqueológico histórico.

Descrição do impacto: Execução das obras, com a provável exposição e/ou soterramento de vestígios e do sítio, com sua conseqüente descaracterização/descontextualização.

Análise

Sem medidas mitigadoras: Tanto na execução da barragem, do canal da casa de máquinas, a perda do patrimônio histórico e arqueológico ocorrerá caso não haja um levantamento prévio.

Com medidas mitigadoras: O levantamento prévio do patrimônio histórico permitirá o remanejamento do mesmo para locais seguros, mas mesmo com essa transferência resultará na perda do local original.

Impacto nº 36: Risco de comprometimento do patrimônio edificado.

Descrição do impacto: Execução das obras e formação do reservatório.

Análise

Sem medidas mitigadoras: A execução das obras de formação do reservatório, sem uma pesquisa arqueológica, permitirá a perda do referido patrimônio.

Com medidas mitigadoras: O levantamento prévio do patrimônio histórico permitirá o remanejamento do mesmo para locais seguros, mas mesmo com essa transferência resultará na perda do local original.

Impacto nº 37: Alteração das características cênicas do rio Santo Antônio (cachoeiras, corredeiras).

Descrição do impacto: Enchimento do reservatório e início de operação, com estabelecimento do trecho de vazão reduzida. No entanto, em função da regra operativa, as vazões restituídas ao longo do trecho à jusante da Casa de força serão de tal ordem que a média das variações máxima do nível do rio Santo Antônio estará entre 0,05m e 0,2m não alterando, de forma significativa, o fluxo d'água nas corredeiras e cachoeiras neste trecho.

Análise

Sem medidas mitigadoras: O fechamento do reservatório irá interferir no trecho de vazão reduzida permitindo que as cachoeiras e corredeiras existentes originalmente fiquem sem acesso a beleza cênica local.

Com medidas mitigadoras: Apesar da adoção da $Q_{7/10}$ e das vazões das nascentes remanescentes a vazão não será original, provocando um impacto irreversível à beleza cênica.