

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO,
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

AVALIAÇÃO DE EXTERNALIDADES
DO SETOR HIDRELÉTRICO NO
ESTADO DE MINAS GERAIS

Vinícius Verna Magalhães Ferreira

Belo Horizonte
2004

**Avaliação de Externalidades do Setor Hidrelétrico
no Estado de Minas Gerais**

Vinícius Verna Magalhães Ferreira

Vinícius Verna Magalhães Ferreira

**Avaliação de Externalidades do Setor Hidrelétrico
no Estado de Minas Gerais**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Recursos Hídricos

Linha de pesquisa: Hidroenergia

Orientador: Carlos Barreira Martinez

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
2004

Página com as assinaturas dos membros da banca examinadora, fornecida pelo Colegiado do Programa

F383a	<p>Ferreira, Vinícius Verna Magalhães Avaliação de externalidades do setor hidrelétrico no Estado de Minas Gerais/ Vinícius Verna Magalhães Ferreira, 2004 183 p. :il.</p> <p>Orientador: Carlos Barreira Martinez Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos. Inclui bibliografia e anexos.</p> <p>1. Usinas hidrelétricas – Teses 2. Impactos ambientais – Teses 3. Externalidades – Teses 4. Perdas agropecuárias – Teses 5. Doenças relacionadas a água – Teses 6. Emissões de gases de efeito estufa – Teses I. Martinez, Carlos Barreira II. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental III. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos IV. Título</p> <p>CDU:621.311.21:504.05</p>
-------	--

Para Raquel, com muito carinho, amor e
saúde.

“O único arrependimento digno de alguma coisa é a decisão de não repetir o malfeito”.

Charles Webster Leadbeater

Extraído do livro “A Vida Interior” - Editora Pensamento.

“Reconhecer nossos erros com um verdadeiro sentimento de remorso pode servir para nos manter na linha na vida e pode nos estimular a corrigir nossos erros quando possível e dar os passos necessários para agir corretamente no futuro. Porém, se permitirmos que nosso remorso degenera, transformando-se em culpa excessiva, se nos agarramos à lembrança das nossas transgressões passadas com uma contínua atitude de censura e ódio a nós mesmos, isso não leva a nenhum objetivo, a não ser o de representar uma fonte implacável de autopunição e de sofrimento induzido por nós.”

Sua Santidade, o Dalai Lama

Extraído do livro A Arte da Felicidade - Livraria Martins Fontes Editora Ltda.

AGRADECIMENTOS

- Ao professor Carlos Barreira Martinez, que mais que um orientador foi um amigo que sempre confiou em mim;
- Ao CDTN, que me possibilitou a realização deste curso, em particular aos meus chefes durante o quadriênio 2001/2004 que sempre me incentivaram na conclusão deste trabalho: Ivan Dionysio Aronne, Carlos Vicente Goulart Azevedo e Paulo Roberto Ribeiro Alves;
- Aos professores, funcionários e colegas do CPH-UFMG e do Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG, em particular ao professor Bruno Rabelo Versiani;
- Ao engenheiro Jair Albo Marques de Souza, com o qual troquei inúmeras idéias e pelas valiosas contribuições e correções ao longo do texto;
- Ao professor Leo Heller, do DESA-UFMG, pelas sugestões na parte de epidemiologia;
- Aos órgãos que me auxiliaram na obtenção de dados para a realização desta tese: CEMIG (Júlio César Ezequiel da Costa e José Geraldo Montuori), FUNASA (Sandra Costa Drummond), SES-MG (Salette Diniz), ANEEL (Cristiano Abijaode Amaral) e IBGE;
- Aos colegas de serviço do CDTN/CNEN pelas sugestões prestadas, em particular Zildete Rocha e João Mário Andrade pela ajuda na área de estatística, e Alberto Avelar, João Paulo Garófilo e Paulo César Rodrigues, pelo auxílio na área de geoprocessamento;
- Às amigas Alessandra Cabral, Gianna Peluci, Midory Namihira e Wanda Marques, que acompanham meu dia a dia há muitos anos;
- A todos que contribuíram de alguma forma para que este trabalho fosse realizado;
- À minha mãe Zélia e minha irmã Gisele, pelo suporte e torcida, e ao meu pai Gilberto;
- À Raquel e Lívia, que tanto contribuíram para um redirecionamento da minha vida;
- E por último, mas não em último lugar, ao Senhor Jesus e ao Mestre Ramatis que me possibilitaram alcançar esta meta.

RESUMO

Neste trabalho, analisam-se alguns fatores que não se encontram internalizados na tarifa de energia elétrica, mas que acabam sendo pagos pela sociedade brasileira de uma outra forma. Problemas como a pobreza, o êxodo rural, a fome, algumas doenças associadas à água e perdas de patrimônios arqueológicos, cultural e turístico fazem parte deste contexto.

Para alcançar tal intento, efetuou-se, inicialmente, uma análise do sistema elétrico de potência do Estado de Minas Gerais, estudando-se configurações energéticas de oito usinas hidrelétricas em operação. Esta modelagem foi efetuada com o auxílio de uma ferramenta computacional desenvolvida para a Agência Internacional de Energia Atômica, por empresas de energia elétrica e institutos de pesquisas especializados.

Na seqüência, realiza-se uma estimativa de algumas externalidades relacionadas à produção de hidreletricidade, como a perda de produção agropecuária, a inter-relação entre reservatórios e doenças associadas à água, e as emissões de gases de efeito estufa. Estas externalidades são posteriormente valoradas e incorporadas a tarifa de energia elétrica.

Ao final são analisados os impactos em termos percentuais e se verifica que a externalidade mais significativa é a oriunda das emissões de gases de efeito estufa.

ABSTRACT

In this investigation, some factors, which are not internalized in the electric power tariff, but that are indirectly paid by the Brazilian society, are analyzed. Problems such as poverty, rural exodus, hunger, some diseases due to water transmission and archeological, cultural and tourist inheritance losses are part of this context.

To reach such an aim an analysis of the Minas Gerais electric power system was carried out. The energy configurations of eight hydroelectric power stations in operation were investigated. This study was made with the use of some computer tools developed for the International Atomic Energy Agency, by electric utilities and specialized research & development institutes.

An estimate of some relevant externalities due to hydro-power production, such as losses of agricultural production, interrelation among reservoirs and diseases of water transmission origin, and emissions of greenhouse gases were carried out. Such externalities are valued later on and incorporated into the electricity rates.

At last, each environmental impact is evaluated as a percent of the electricity rate resulting that the most important one is that caused by the greenhouse gases emissions.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xv
LISTA DE TABELAS.....	xvi
1 – INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 – Considerações Iniciais	1
1.2 – Motivação	2
1.3 – Objetivos	4
1.4 – Estrutura da Tese	5
2 – BARRAGENS E MEIO AMBIENTE	7
2.1 - Introdução	7
2.1.1 – Exemplos de impactos	8
2.2 – Aspectos Sociais	11
2.2.1 – Protestos populares	13
2.2.2 – A visão dos empreendedores	14
2.3 – Impactos na Biodiversidade.....	15
2.3.1 – Temperatura e ventos.....	18
2.3.2 – Turbinas e vertedouros	19
2.3.3 – Extinção de espécies e alterações nos ecossistemas	20
2.3.4 – Mecanismos de transposição de peixes	21
2.4 - Sedimentos	23
2.5 – Perda de Vidas e Outras Questões Correlatas	26
2.6 - Efeitos Ambientais da Remoção de Barragens	30
2.7 - Externalidades	32
3 – ESTUDOS ENERGÉTICOS E DE CENÁRIOS HÍDRICOS	36
3.1 – Introdução.....	36
3.2 – Banco de Dados e Ferramentas Computacionais.....	39
3.2.1 – SIPOT	39
3.2.2 - Atlas Hidrológico	40
3.2.3 – VALORAGUA.....	40
3.3 – Bacias Hidrográficas	43

3.3.1 - Bacia do São Francisco	43
3.3.2 - Bacia dos Rios da região do Atlântico Sul trecho leste	45
3.3.3 - Bacia Hidrográfica do Paraná.....	47
3.4 -Metodologia	49
3.5 – Resultados	52
3.5.1 – Primeiro cenário	52
3.5.2 – Segundo cenário	55
3.5.3 – Análise comparativa dos dois cenários.....	58
4 – EXTERNALIDADES AGROPECUÁRIAS.....	60
4.1 – Introdução.....	60
4.2 – Externalidades Agropecuárias em Minas Gerais.....	60
4.3 – Dados Agropecuários	62
4.4 - Metodologia	65
4.4.1 –Área alagada do reservatório de Miranda.....	66
4.5 Índice de Preços por Atacado – IPA-DI	68
4.6 Resultados	69
4.6.1 – Significância das externalidades.....	71
5 – EXTERNALIDADES NA ÁREA DE SAÚDE.....	72
5.1 – Introdução.....	72
5.2 – Exemplos de Doenças Associadas à Água.....	73
5.3 – Reservatórios e Enfermidades Associadas à Água	79
5.4 – Metodologia.....	82
5.5 Resultados	84
5.5.1 – Análise temporal.....	84
5.5.2 – Valoração – UHE Miranda	86
5.5.3 – Significância das externalidades.....	90
5.5.4 Comparação com os índices do Estado de MG	91
5.5.5 Análise espacial.....	91
6 – EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA.....	99
6.1 – Introdução.....	99
6.2 – Gases de Efeito Estufa e o Mercado de Créditos de Carbono	102
6.2.1 - O mercado de créditos de carbono hoje	105
6.3 – Metodologia.....	108
6.4 Resultados	109
6.4.1 – Significância das externalidades.....	111

7 – ANÁLISE DOS RESULTADOS	113
7.1 – Somatório das externalidades.....	113
7.2 – Sequestro de carbono	115
7.3 – Emissões de metano	116
7.4 – Doenças associadas à água	117
7.5 – Tratamento Estatístico	118
8 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	120
8.1 – Considerações finais	120
8.1.1 – Aspectos positivos	120
8.1.2 – Aspectos negativos	121
8.1.3 – Medidas mitigadoras.....	123
8.1.4 - Legislação	124
8.2 – Conclusões	125
8.3 – Trabalhos futuros	127
9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
10 – ANEXOS 1	140
DECRETO N.º 4.134, DE 15 DE FEVEREIRO DE 2002.....	175
Listagem do Programa Computacional	176

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- AIEA – Agência Internacional de Energia Atômica;
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica;
- CDM – Clean Development Mechanism;
- CDTN – Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear;
- CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais;
- CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica;
- CESP – Centrais Elétricas de São Paulo;
- CID – Classificação Internacional das Doenças;
- COMASE – Comitê Coordenador das Atividades do Meio Ambiente do Setor Elétrico;
- COPPE – Coordenação dos Programas de Pós Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro;
- DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde;
- EDP – Eletricidade de Portugal;
- ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.;
- ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.;
- ELETROSUL – Centrais Elétricas do Sul do Brasil S. A.;
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;
- ENERGE – Centro de Estudos de Energia;
- FUNASA – Fundação Nacional de Saúde;
- GHG – GreenHouse Gases;
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
- IER - Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung;
- IPA – Índice de Preços ao Atacado;

- MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia;
- OECD – Organization for Economic Cooperation and Development;
- SES – Secretaria de Estado da Saúde;
- SIH – Sistema de Informações Hospitalares
- SIM – Sistema de Informações de Mortalidade;
- SIPOT – Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro;
- SSM – Secretaria de Saúde Municipal;
- SUS – Sistema Único de Saúde;
- UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro;
- UNFCCC – United Nation Framework on Climate Change.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3. 1 – Localização das principais usinas da CEMIG	38
FIGURA 3. 2 – Sistema de geração de Furnas -.....	38
FIGURA 3. 3 – Bacias Hidrográficas Brasileiras	41
FIGURA 3. 4 – Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.	45
FIGURA 3. 5 – Bacia Hidrográfica do Atlântico Leste.	47
FIGURA 3. 6 – Bacia Hidrográfica do Paraná.....	49
FIGURA 3. 7 – Sistema Simulado.....	51
FIGURA 3. 8 – Representação das áreas de influência, em termos epidemiológicos, das usinas no Estado usando o ARCVIEW	51
FIGURA 3. 9 – Resultados obtidos com o VALORAGUA – cenário 1	54
FIGURA 3. 10 – Cascata considerada para a simulação da UHE Salto Grande.....	56
FIGURA 3. 11 - Cascata considerada para a simulação da UHE Três Marias	57
FIGURA 3. 12 - Cascata considerada para a simulação das UHE Camargos,	58
FIGURA 5- 1 – Análise epidemiológica na região de Miranda – I	89
FIGURA 5- 2 – Análise epidemiológica na região de Miranda – II	90
FIGURA 5- 3 – Análise epidemiológica na região de Miranda – III	90
FIGURA 5- 4 – Análise espacial da UHE Três Marias	94
FIGURA 5- 5 – Análise espacial da UHE Miranda	94
FIGURA 5- 6 - Análise espacial da UHE Nova Ponte	95
FIGURA 5- 7 - Análise espacial da UHE Emborcação.....	95
FIGURA 5- 8 - Análise espacial da UHE Camargos	96
FIGURA 5- 9 - Análise espacial da UHE Itutinga	96
FIGURA 5- 10 - Análise espacial da UHE Salto Grande.....	97
FIGURA 5- 11 - Análise espacial da UHE Piau.....	97
FIGURA 6- 1 – Participação na aquisição de certificados de reduções de emissões em 2003	107
FIGURA 6- 2 – Certificados de reduções de emissões.....	108
FIGURA 7- 1 - Comparação do peso das externalidades	115

LISTA DE TABELAS

TABELA 3- 1 – Principais usinas de Furnas em Minas Gerais	37
TABELA 3- 2 – Principais usinas da CEMIG	37
TABELA 3- 3 – Resultados obtidos utilizando-se o programa VALORAGUA – cenário 1	53
TABELA 3- 4 – Estudos de cenários hídricos utilizando o VALORAGUA – cenário 1.....	54
TABELA 3- 5 - Resultados obtidos utilizando-se o programa VALORAGUA – cenário 2.....	55
TABELA 3- 6 – Estudos de cenários hídricos utilizando o VALORAGUA – cenário 2.....	55
TABELA 4- 1– Dados do lago de Três Marias.....	61
TABELA 4- 2– Dados do lago de Camargos	61
TABELA 4- 3– Dados do lago de Nova Ponte	61
TABELA 4- 4 – Dados do lago de Itutinga.....	61
TABELA 4- 5- Dados do lago de Salto Grande	62
TABELA 4- 6– Dados do lago de Miranda.....	62
TABELA 4- 7– Dados do lago de Emborcação.....	62
TABELA 4- 8– Dados do lago de Piau	62
TABELA 4- 9– Configuração da área alagada da UHE Miranda	66
TABELA 4- 10– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Miranda	69
TABELA 4- 11– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Três Marias	69
TABELA 4- 12– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Camargos.....	69
TABELA 4- 13– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Salto Grande	69
TABELA 4- 14– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Emborcação	70
TABELA 4- 15– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Piau	70
TABELA 4- 16– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Itutinga	70
TABELA 4- 17– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Nova Ponte.....	70
TABELA 4- 18 – Valoração das externalidades.....	71
TABELA 5- 1 – Número de casos de malária no município de Tucuruí entre 1962 e 1998 .	80
TABELA 5- 2 – Número de casos de malária no município de Tucuruí entre 1976 e 1998, acima da média anterior (168 casos).....	81
TABELA 5- 3 – Número de internações por tipo de doença nos municípios alagados por Serra da Mesa – Goiás.....	81
TABELA 5- 4 - Número de internações por tipo de doença na mesoregião norte de Goiás	82
TABELA 5- 5 – Internações na rede do SUS no município de Santa Juliana	84
TABELA 5- 6 – Internações na rede do SUS no município de Patrocínio.....	84
TABELA 5- 7 – Internações na rede do SUS no município de Sacramento.....	85
TABELA 5- 8 – Internações na rede do SUS no município de Nova Ponte	85
TABELA 5- 9 – Internações na rede do SUS no município de Uberaba	85
TABELA 5- 10 – Internações na rede do SUS no município de Uberlândia.....	85
TABELA 5- 11 – Análise epidemiológica no município de Uberaba.....	86
TABELA 5- 12 – Análise epidemiológica no município de Uberlândia	86
TABELA 5- 13 – Valoração da externalidades: UHE Miranda	87
TABELA 5- 14 – Valor final das doenças associadas à água: UHE Miranda – Ano base 2001	88
TABELA 5- 15 – Valor da externalidade relativa as doenças associadas à água para a UHE Miranda (somatório Uberaba – Uberlândia) – ano base 2001	89
TABELA 5- 16 – Valoração das externalidades.....	91
TABELA 5- 17 – Avaliação comparativa UHE Miranda/Estado de Minas Gerais.....	92
TABELA 5- 18 – Análise espacial georeferenciada	93
TABELA 5- 19 – Correlação entre a distância do lago e o número de internações	98
TABELA 6- 1 – Projetos financiados pelo <i>Prototype Carbon Fund</i>	107
TABELA 6- 2– Emissões de gases de efeito estufa de diversos aproveitamentos	108
TABELA 6- 3 – Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Emborcação	109
TABELA 6- 4 – Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Miranda	110
TABELA 6- 5 – Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Salto Grande	110

TABELA 6- 6	– Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Três Marias.....	110
TABELA 6- 7	– Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Camargos.....	110
TABELA 6- 8	– Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Itutinga.....	110
TABELA 6- 9	– Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Piau	111
TABELA 6- 10	– Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Nova Ponte.....	111
TABELA 6- 11	– Valoração das externalidades.....	111
TABELA 7- 1	– Somatório das externalidades (valores em mil Reais)	113
TABELA 7- 2	– Valoração de externalidades de outras 16 hidrelétricas da CEMIG	114
TABELA 7- 3	– Relação entre a geração de energia e a área do reservatório	114
TABELA 7- 4	– Área estimada de floresta necessário para o seqüestro do carbono.....	116
TABELA 7- 5	– Teste estatístico unilateral direito	119
TABELA A- 1	- Dados técnicos das usinas da CEMIG.....	141
TABELA A- 2	– Dados técnicos das usinas da CEMIG.....	141
TABELA A- 3	– UHE Miranda. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001.....	141
TABELA A- 4	– UHE Miranda: Quantidade produzida – Ano 2001.....	142
TABELA A- 5	– UHE Miranda: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001	142
TABELA A- 6	– UHE Miranda: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001	142
TABELA A- 7	– UHE Miranda: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001	142
TABELA A- 8	– UHE Miranda: Valor da produção – Ano 1996	142
TABELA A- 9	– UHE Miranda: Quantidade produzida – Ano 2001.....	143
TABELA A- 10	– UHE Miranda: Valor da produção – Ano 2001	143
TABELA A- 11	– UHE Miranda: Valor da produção – Ano 1996	143
TABELA A- 12	– UHE Miranda: Valor da produção – Ano 1996	144
TABELA A- 13	– UHE Miranda: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996.....	144
TABELA A- 14	– UHE Miranda: Quantidade produzida – Ano 2001.....	145
TABELA A- 15	– UHE Miranda: Valor da produção – Ano 2001	145
TABELA A- 16	– UHE Itutinga. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001.....	145
TABELA A- 17	– UHE Itutinga: Quantidade produzida – Ano 2001	146
TABELA A- 18	– UHE Itutinga: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001.....	146
TABELA A- 19	– UHE Itutinga: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001	146
TABELA A- 20	– UHE Itutinga: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001	146
TABELA A- 21	– UHE Itutinga: Valor da produção – Ano 1996.....	146
TABELA A- 22	– UHE Itutinga: Quantidade produzida – Ano 2001.....	147
TABELA A- 23	– UHE Itutinga: Valor da produção – Ano 2001.....	147
TABELA A- 24	– UHE Itutinga: Quantidade produzida – Ano 2001.....	147
TABELA A- 25	– UHE Itutinga: Valor da produção – Ano 2001	147
TABELA A- 26	– UHE Itutinga: Valor da produção – Ano 1996	148
TABELA A- 27	– UHE Itutinga: Valor da produção – Ano 1996	148
TABELA A- 28	– UHE Itutinga: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996.....	148
TABELA A- 29	– UHE Salto Grande: Quantidade produzida – Ano 2001	148
TABELA A- 30	– UHE Salto Grande. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001.....	149
TABELA A- 31	– UHE Salto Grande: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001	149
TABELA A- 32	– UHE Salto Grande: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001 ...	149
TABELA A- 33	– UHE Salto Grande: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001	149
TABELA A- 34	– UHE Salto Grande: Valor da produção – Ano 1996	149
TABELA A- 35	– UHE Salto Grande: Quantidade produzida – Ano 2001.....	150
TABELA A- 36	– UHE Salto Grande: Valor da produção – Ano 2001	150
TABELA A- 37	– UHE Salto Grande: Quantidade produzida – Ano 2001.....	150
TABELA A- 38	– UHE Salto Grande: Valor da produção – Ano 2001	150
TABELA A- 39	– UHE Salto Grande: Valor da produção – Ano 1996	150
TABELA A- 40	– UHE Salto Grande: Valor da produção – Ano 1996	151
TABELA A- 41	– UHE Salto Grande: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996.....	151
TABELA A- 42	– UHE Camargos. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001	152
TABELA A- 43	– UHE Camargos: Quantidade produzida – Ano 2001.....	152

TABELA A- 44-	UHE Camargos: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001	152
TABELA A- 45 –	UHE Camargos: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001.....	152
TABELA A- 46 –	UHE Camargos: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001.....	153
TABELA A- 47 –	UHE Camargos: Valor da produção – Ano 1996.....	153
TABELA A- 48 –	UHE Camargos: Quantidade produzida – Ano 2001	153
TABELA A- 49–	UHE Camargos: Valor da produção – Ano 2001	153
TABELA A- 50 –	UHE Camargos: Quantidade produzida – Ano 2001	154
TABELA A- 51 –	UHE Camargos: Valor da produção – Ano 2001	154
TABELA A- 52 –	UHE Camargos: Valor da produção – Ano 1996.....	154
TABELA A- 53 –	UHE Camargos: Valor da produção – Ano 1996.....	155
TABELA A- 54 –	UHE Camargos: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996	155
TABELA A- 55 –	UHE Emborcação. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001.....	156
TABELA A- 56-	UHE Emborcação: Quantidade produzida – Ano 2001	156
TABELA A- 57-	UHE Emborcação: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001	156
TABELA A- 58 –	UHE Emborcação: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001	156
TABELA A- 59 –	UHE Emborcação: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001	157
TABELA A- 60 –	UHE Emborcação: Valor da produção – Ano 1996	157
TABELA A- 61 –	UHE Emborcação: Quantidade produzida – Ano 2001	157
TABELA A- 62–	UHE Emborcação: Valor da produção – Ano 2001	158
TABELA A- 63 –	UHE Emborcação: Quantidade produzida – Ano 2001	158
TABELA A- 64 –	UHE Emborcação: Valor da produção – Ano 2001	158
TABELA A- 65 -	UHE Emborcação: Valor da produção – Ano 1996	159
TABELA A- 66 -	UHE Emborcação: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996.....	159
TABELA A- 67 -	UHE Emborcação: Valor da produção – Ano 1996	160
TABELA A- 68 –	UHE Piau. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001	160
TABELA A- 69-	UHE Piau: Quantidade produzida – Ano 2001	160
TABELA A- 70-	UHE Piau: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001	160
TABELA A- 71 –	UHE Piau: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001	160
TABELA A- 72 –	UHE Piau: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001.....	161
TABELA A- 73 –	UHE Piau: Valor da produção – Ano 1996	161
TABELA A- 74 –	UHE Piau: Quantidade produzida – Ano 2001	161
TABELA A- 75–	UHE Piau: Valor da produção – Ano 2001	161
TABELA A- 76 –	UHE Piau: Quantidade produzida – Ano 2001	161
TABELA A- 77 –	UHE Piau: Valor da produção – Ano 2001	161
TABELA A- 78 -	UHE Piau: Valor da produção – Ano 1996.....	162
TABELA A- 79 -	UHE Piau: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996	162
TABELA A- 80 -	UHE Piau: Valor da produção – Ano 1996.....	162
TABELA A- 81-	UHE Três Marias: Quantidade produzida – Ano 2001	163
TABELA A- 82-	UHE Três Marias: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001.....	163
TABELA A- 83 –	UHE Três Marias. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001	163
TABELA A- 84 –	UHE Três Marias: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001	164
TABELA A- 85 –	UHE Três Marias: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001	164
TABELA A- 86 –	UHE Três Marias: Valor da produção – Ano 1996.....	164
TABELA A- 87 –	UHE Três Marias: Quantidade produzida – Ano 2001.....	165
TABELA A- 88–	UHE Três Marias: Valor da produção – Ano 2001.....	165
TABELA A- 89 –	UHE Três Marias: Quantidade produzida – Ano 2001.....	166
TABELA A- 90 –	UHE Três Marias: Valor da produção – Ano 2001.....	166
TABELA A- 91 -	UHE Três Marias: Valor da produção – Ano 1996	167
TABELA A- 92 –	UHE Três Marias: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996	168
TABELA A- 93 –	UHE Três Marias: Valor da produção – Ano 1996.....	168
TABELA A- 94 –	UHE Nova Ponte. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001	168
TABELA A- 95-	UHE Nova Ponte: Quantidade produzida – Ano 2001.....	169
TABELA A- 96-	UHE Nova Ponte: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001.....	169
TABELA A- 97 –	UHE Nova Ponte: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001.....	169

TABELA A- 98 – UHE Nova Ponte: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001	169
TABELA A- 99 – UHE Nova Ponte: Valor da produção – Ano 1996.....	170
TABELA A- 100 – UHE Nova Ponte: Quantidade produzida – Ano 2001	170
TABELA A- 101 – UHE Nova Ponte: Valor da produção – Ano 2001.....	171
TABELA A- 102 – UHE Nova Ponte: Quantidade produzida – Ano 2001	171
TABELA A- 103 – UHE Nova Ponte: Valor da produção – Ano 2001	171
TABELA A- 104 – UHE Nova Ponte: Valor da produção – Ano 1996.....	172
TABELA A- 105 - UHE Nova Ponte: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996	173
TABELA A- 106 - UHE Nova Ponte: Valor da produção – Ano 1996.....	173
TABELA A- 107 – Crescimento populacional do Estado de MG e dos municípios alagados pelo lago da UHE Miranda, nos quais foram registradas internações associadas à doenças relacionadas a água	173
TABELA B 1 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade, por condição de atividade no período de referência de 365 dias e sexo, segundo a situação do domicílio e os grupos de idade - Minas Gerais	174
TABELA B 2 – Pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência e valor do rendimento médio mensal de todos os trabalhos das pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, por sexo, segundo as classes de rendimento mensal de todos os trabalhos - Minas Gerais	174

1 – INTRODUÇÃO GERAL

1.1 – Considerações Iniciais

A água foi formalmente considerada um bem econômico na Conferência Internacional sobre a Água e o Meio Ambiente, ocorrida em janeiro de 1992 em Dublin, Irlanda, bem como no capítulo 18 da Agenda 21. Considerando que sob determinadas propriedades, à água é um bem mineral e que, em certas condições da natureza, ela também é um bem energético (potenciais hidráulicos), a gestão desse bem comum, social e estratégico, indispensável à vida, deve ser tratada pelo governo e sociedade com a mais alta prioridade. O uso múltiplo e integrado das águas, bem como a minimização dos impactos ambientais decorrentes, é um objetivo que deve ser constantemente perseguido.

O gerenciamento de recursos hídricos pressupõe a existência de três instrumentos fundamentais: uma base técnica, uma base legal e o ordenamento institucional.

Isto posto, pode se conceituar o gerenciamento de recursos hídricos como sendo um processo dinâmico, ambientalmente sustentável, que, baseado numa adequada administração da oferta das águas, trata da organização e compatibilização dos diversos usos setoriais dos recursos hídricos, tendo por objetivo uma operação harmônica e integrada das estruturas decorrentes, de forma a se obter o máximo benefício das mesmas.

A crescente complexidade das questões relativas à utilização dos recursos hídricos no Brasil, envolvendo os setores de saneamento, meio ambiente, irrigação, controle de cheias, navegação e geração de energia elétrica, entre outros, resultou na aprovação da lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Trata-se de uma lei atual, avançada e importante para a ordenação territorial, em seu sentido mais amplo, caracterizada por uma descentralização de ações. Essa lei representa um marco importante para o País, pois incorpora princípios, normas, padrões e instrumentos de gestão da água, universalmente aceitos e praticados em muitos países. Com a lei, o uso que se fizer da água terá que ser autorizado através de outorga e com pagamento.

Em um país como o Brasil, no qual a geração de energia elétrica é predominantemente de origem hídrica, é natural que questões relativas à água sejam de grande interesse para o setor

elétrico. Os últimos planos decenais de expansão do setor elétrico brasileiro, elaborados pelo Comitê Coordenador do Planejamento de Expansão do Sistema Elétrico, continuam apostando na hidreletricidade como a melhor opção para o país.

Assim sendo, água no Brasil não deixa de ser sinônimo de energia, e estudos na área de planejamento energético, que envolvam aproveitamentos hidrelétricos, tornam-se mais complexos quando questões ambientais passam também a ser consideradas como parâmetros de tomada de decisão.

1.2 – Motivação

Apesar do consenso existente sobre a urgente necessidade de grandes investimentos para a expansão da capacidade instalada do Brasil, é difícil se chegar a uma conclusão sobre a melhor opção energética a ser escolhida, visto que as usinas hidrelétricas e termelétricas interagem pesadamente com o meio ambiente.

Isto é fato para as termelétricas convencionais, nas quais o carvão mineral ou óleo combustível são fontes emissoras de óxidos de enxofre e de nitrogênio, materiais particulados e outros poluentes que degradam a qualidade do ar. Além do mais, o carvão nacional é de baixo poder calorífico, o que torna seu transporte para regiões distantes da área de mineração uma operação financeiramente inviável.

Também existem problemas no que tange ao uso do gás natural. A rede de distribuição de gás ainda é pequena, a maior parte da indústria não está preparada para receber o combustível e algumas usinas ainda estão sendo planejadas ou em obras. Outra questão que movimenta o mercado diz respeito aos preços do gás natural, atrelados ao câmbio.

A área nuclear possui adversários e defensores que apontam os prós e os contras da utilização deste tipo de energia. As questões relativas aos rejeitos radioativos, os altos custos envolvidos na construção de uma central e o medo da população devido à falta de informações constituem-se, entre outros fatores, em sérios obstáculos para o crescimento do setor nuclear no Brasil.

O modelo de grandes barragens é duramente criticado por alguns setores da sociedade. Segundo conclusões da Comissão Mundial de Barragens, os grandes reservatórios costumam

muito mais do que o previsto e produzem menos energia do que o esperado. Além disso, milhões de pessoas em todo o mundo foram deslocadas quando da construção de reservatórios, o que contribuiu para o aumento do êxodo rural e o crescimento da miséria nas favelas e periferias das grandes metrópoles. De acordo com o relatório “Barragens e Desenvolvimento: Um Novo Modelo para a Tomada de Decisões” (World Commission on Dams, 2000), seus impactos ambientais são enormes e irreversíveis, resultando, em alguns países, entre outras conseqüências, na ocupação violenta dos territórios de povos indígenas.

A partir do momento em que a opção hidrelétrica ainda é vista como a principal alternativa para a expansão do sistema elétrico de potência, tornam-se necessários estudos que efetuem uma avaliação do potencial hidrelétrico brasileiro, no que diz respeito à capacidade de geração de energia elétrica, além de questões ambientais pertinentes, que também devem ser encaradas como parâmetros de tomada de decisão. Entre estas, o conceito das externalidades associadas à geração de energia hidrelétrica vem se constituindo em uma linha de pesquisa que, apesar de pouco explorada, pode fornecer subsídios importantes para estudos comparativos dentre as diversas possibilidades existentes para a geração de energia elétrica. Esse tipo de subsídio se reflete sobre o setor público, que absorve obras caras e/ou inacabadas, devido por exemplo a grandes atrasos de realização, e que, ao final, são repassados-para a população sob a forma de impostos ou de redução de serviços básicos. O conhecimento do custo das externalidades pode permitir o seu repasse para a tarifa de energia, fazendo com que os consumidores diretos sejam responsabilizados pelo seu custo, desonerando o setor público desse encargo.

A internalização destas externalidades pode vir a indicar quais seriam os acréscimos no custo da energia a serem agregados, de modo a se implantar um programa mitigador de impactos ambientais auto financiável, tal como requer a atual demanda da sociedade, já que os diversos custos que não estão atualmente internalizados no preço da energia elétrica são pagos pela sociedade sob a forma de pobreza, êxodo rural, fome, doenças e perdas de patrimônios arqueológicos, cultural e turístico, entre outros.

Com os resultados obtidos, e a conseqüente quantificação dos valores econômicos, poder-se-á verificar a possibilidade da alteração do horizonte de entrada de novas fontes geradoras de energia elétrica.

1.3 – Objetivos

Este trabalho possui como objetivo geral analisar, do ponto de vista ambiental, impactos causados pela construção e operação de usinas hidrelétricas. Para tal, está em desenvolvimento um programa computacional baseado no modelo Hydropacts, criado para a Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA, com a colaboração do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN. Este modelo está sendo adaptado e ampliado para atender às condições brasileiras.

Quando da análise ambiental, são enfatizados os seguintes objetivos específicos:

Externalidades agropecuárias:

- quantificação da produção agropecuária perdida devido ao alagamento de terras para a construção de oito reservatórios hidrelétricos no Estado de Minas Gerais utilizando um sistema de informações geográficas, dados georeferenciados da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, e dados da produção municipal obtidos junto ao IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
- cálculo do valor da externalidade associado a esta perda.

Externalidades na área de saúde:

- análise das taxas de internações hospitalares do DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, vinculadas a 13 doenças associadas à água em diversos municípios alagados por represas da CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais;
- verificação da ocorrência da alteração destas taxas do ponto de vista espacial – distância do lago, e temporal – análise antes e após a construção do reservatório;
- cálculo do valor da externalidade e tratamento estatístico dos resultados.

Emissão de gases de efeito estufa:

- análise dos valores das emissões de gases de efeito estufa oriundas da biomassa alagada existentes nas represas de usinas da CEMIG e de FURNAS;
- cálculo do valor da externalidade associada as emissões de carbono;

- cálculo do valor da área a ser reflorestada para se compensar as emissões de carbono.

Além disso, é também efetuada uma análise energética do sistema estudado, com o auxílio do programa VALORAGUA, desenvolvido pela EDP – Electricidade de Portugal, tendo por objetivos primordiais:

- modelagem das usinas hidrelétricas de forma individualizada e avaliar os resultados energéticos obtidos;
- modelagem das usinas hidrelétricas dentro da cascata do sistema, comparar com a simulação individualizada e com os dados reais da CEMIG.

1.4 – Estrutura da Tese

Foi adotada neste trabalho a opção de se utilizar uma estrutura não convencional no que diz respeito ao desenvolvimento da tese, visto que a mesma estuda três tipos de externalidades independentes entre si. Assim sendo, o texto encontra-se estruturado da seguinte forma:

- Inicialmente apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre diversos tipos de impactos que a construção de grandes aproveitamentos hidrelétricos ocasionam. São abordadas questões como reassentamento populacional, mortandade de peixes e alterações nos ecossistemas, mecanismos de transposição de peixes, transporte de sedimentos, alterações no microclima local, transporte fluvial, perda de vidas devido a rompimento de barragens e conseqüências da remoção das mesmas. Na seqüência, é introduzido o conceito de externalidades, os problemas existentes para a sua estimativa e algumas referências de estudos efetuados em que o tema é considerado.;
- Efetua-se a apresentação das condições de contorno relativas ao Estado de Minas Gerais. São apresentadas as empresas concessionárias de energia elétrica que atuam no Estado. Em seguida é feita uma breve apresentação dos modelos utilizados para suporte dos estudos desenvolvidos e finalmente apresentam-se as bacias hidrográficas que cobrem o Estado. Ao final, é apresentada a metodologia que norteia o desenvolvimento do trabalho, onde são analisados oito reservatórios considerados representativos dentro do Estado de Minas Gerais.
- São avaliadas as externalidades associadas às perdas agropecuárias, e, de acordo com os dados do IBGE referentes à produção agropecuária municipal, o valor total desta

externalidade, relativo a oito usinas hidrelétricas da CEMIG, é estimado para o ano de 2001;

- Posteriormente, é efetuada uma análise sobre o inter-relacionamento existente entre as barragens e a proliferação de doenças associadas à água. Exemplos ao redor do mundo demonstram que a construção de represas é um fator que pode contribuir significativamente para o aumento de algumas enfermidades, tais como malária e esquistossomose. O número de internações na rede do SUS vinculadas a algumas doenças associadas à água foram avaliados de modo temporal (antes e depois da construção da barragem) e espacial (distância da barragem). Estimou-se o valor da externalidade resultante de acordo com o crescimento das internações;
- A seguir estuda-se as questões relativas às emissões de gases de efeito estufa e os seus conseqüentes impactos ambientais. É efetuada uma revisão sobre este tema, incluindo o mercado de créditos de carbono e os mecanismos de desenvolvimento limpo. Na seqüência, estima-se o valor das externalidades associadas a estas emissões em oito lagos do Estado de Minas Gerais;
- Apresenta-se os resultados relativos ao somatório das externalidades, efetuam-se cálculos sobre reflorestamento e realiza-se uma análise dos dados epidemiológicos obtidos, incluindo um tratamento estatístico dos mesmos;
- Por fim, apresentam-se as conclusões sobre o trabalho e sugestões futuras de pesquisas que complementaríamos os tópicos abordados;
- Os anexos da tese contém uma série de tabelas com valores obtidos junto ao IBGE, utilizadas durante os trabalhos, e a listagem de um programa computacional desenvolvido na linguagem Pascal, que calcula as externalidades associadas às emissões de gases de efeito estufa, as perdas agropecuárias e as doenças associadas à água.

2 – BARRAGENS E MEIO AMBIENTE

Neste capítulo apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre diversos tipos de impactos que a construção de grandes aproveitamentos hidrelétricos ocasionam. São abordadas questões como reassentamento populacional, mortalidade de peixes e alterações nos ecossistemas, mecanismos de transposição de peixes, transporte de sedimentos, perda de vidas devido a rompimento de barragens e conseqüências da remoção das mesmas. Ao final, é introduzido o conceito de externalidades, além dos problemas existentes para a sua estimativa.

2.1 - Introdução

O entusiasmo em relação à implementação das grandes barragens para geração de energia hidrelétrica cresceu consideravelmente nas últimas décadas. Alguns países tem um grande desejo de construir projetos de prestígio, sustentados pela visão ideológica do progresso humano através do controle da natureza. Grandes barragens tem sido tradicionalmente vistas como soluções econômicas e ambientais para os problemas energéticos. Tal crença fez com que hoje existam mais de 40 mil barragens em todo o mundo (World Commission on Dams, 2001), sendo que mais de 85% destas foram construídas nos últimos quarenta anos. Somente a China construiu em média cerca de 600 grandes barragens, anualmente, nos 30 anos subsequentes a revolução comunista (McCully, 1996).

Entretanto, o entusiasmo que tomava conta do setor, decresceu nos últimos tempos por várias razões. Os projetos hidrelétricos têm sido duramente criticados, pois quando analisados de forma imparcial se torna claro que os benefícios das grandes represas tem sido geralmente muito exagerados, enquanto que os custos esperados – econômicos, sociais e ambientais, têm sido muitas vezes subestimados ou completamente ignorados.

As conseqüências ambientais das grandes barragens têm sido devastadoras. Os reservatórios ao redor do mundo haviam alagado uma área igual em tamanho ao Estado da Califórnia (McCully, 1996). Isso representa não somente uma imensa perda de terras, mas também de terrenos férteis e de inúmeros ecossistemas. Por exemplo, o reservatório de Três Gargantas na China afeta de modo considerável uma área responsável por cerca de 40% da produção agrária do país (Morrish, 1997).

Os reservatórios são também particularmente susceptíveis à colonização por plantas aquáticas, as quais diminuem a capacidade de geração de energia e contribuem para novos problemas ambientais. Um exemplo comum é o aguapé (*Eichornia crassipes*), uma erva daninha que floresce e se espalha na superfície do reservatório, aumentando em cerca de seis vezes a taxa de evapotranspiração. Essa erva daninha se prolifera a grande velocidade em lagos eutróficos, sendo grandes as dificuldades para removê-las fisicamente, ou através do uso de herbicidas. Após dois anos do enchimento do reservatório Brokopondo, no Suriname, mais da metade deste estava coberta com o aguapé. Boa parte da vida aquática do reservatório desapareceu devido à toxicidade dessa planta, outra parcela faleceu porque o aguapé absorveu todos os nutrientes disponíveis do lago e impediu que os raios solares penetrassem muito abaixo do espelho d'água. Embora existam filtros especialmente projetados para proteger as turbinas destas plantas aquáticas, muitas usinas como Brokopondo tem que ser periodicamente desligadas devido ao entupimento (Murphy, 2001).

2.1.1 – Exemplos de impactos

Alguns dos impactos gerados devido à construção de reservatórios são relacionados abaixo (Oak Ridge National Laboratory, 1994, COMASE, 1994):

Recursos hídricos:

- Modificação do regime hidrológico, redução dos níveis de água e incremento do tempo de residência da água nos reservatórios;
- Modificação do fluxo de água a jusante durante o enchimento do reservatório e/ou o desvio do rio;
- Assoreamento do reservatório e erosão das rampas a jusante e a montante;
- Interferência com os usos múltiplos dos recursos hídricos: navegação, irrigação, abastecimento de água, turismo, lazer, controle de enchentes;
- Aumento do nível das águas superficiais;

Solo e recursos minerais

- Interferência com atividades minerais;
- Perda de potencial mineral;
- Erosão das margens de rios;

- Degradação das áreas usadas para exploração de material de construção e para obras temporárias (canteiros de obras);
- Interferência com o uso do solo;

Clima:

- Interferência com o clima local (mudanças do microclima);
- Emissões de gases de efeito estufa: dióxido de carbono-CO₂ e metano-CH₄;

Sismicidade

- Indução de terremotos/abalos sísmicos;

Qualidade das águas

- Modificação das características físico-química e biológica do meio ambiente;
- Deterioração da qualidade de água;
- Criação de condições favoráveis para o desenvolvimento e difusão de agentes de moléstias;
- Modificação ambiental das águas de lóxicas (rio) para lânticas (lagos);
- Contribuição de sedimentos, agrotóxicos químicos e fertilizantes devido à ocupação da bacia do rio;
- Concentração de substâncias tóxicas produzidas por atividades de mineração próximas (exemplo: mercúrio);

Fauna/flora aquática

- Interferência com a composição qualitativa e quantitativa da flora aquática com perda de material genético e comprometimento da fauna ameaçada de extinção;
- Interferência com a reprodução das espécies (interrupção na migração, extinção do local de reprodução);
- Interferência nas condições necessárias à sobrevivência da fauna;

Fauna/flora terrestre e alada

- Interferência com a composição qualitativa e quantitativa da flora terrestre e alada com perda de material genético e comprometimento da fauna ameaçada de extinção;

- Migração causada por inundação com o incremento da população em áreas sem capacidade de suportar o crescimento;
- Crescimento da ameaça no restante da fauna devido à ação de predadores;

Vegetação

- Inundação de áreas de vegetação com perdas de espécies;
- Redução do número de espécies, com perda de material genético e comprometimento da flora em perigo de extinção;
- Interferência com o potencial das matas (perda de potencial madeireiro);
- Perda de habitats naturais e da disponibilidade de alimentos para a fauna;
- Interferência com a conservação;
- Interferência com a vegetação além do reservatório devido ao aumento dos níveis de lençóis freáticos e outros fenômenos;

População urbana

- Inundação / interferência com cidades, vilas (habitações, organizações industriais e comerciais, melhorias sociais);
- Deslocamento compulsório da população;
- Interferência com a organização política, sociocultural, territorial, atividades econômicas;
- Aumento dos movimentos populacionais (imigração, emigração);
- Aparecimento de aglomerados populacionais;
- Mudanças demográficas nos povoados próximos à represa;
- Sobrecarga de serviços e problemas sociais (saúde, saneamento, educação e segurança);

População rural

- Inundação / interferência com terras, equipamentos rurais e na população;
- Deslocamento compulsório da população;
- Interferência com a organização política, sociocultural, territorial, atividades econômicas;
- Aumento dos movimentos populacionais (imigração, emigração);

Setor agrícola

- Perda de terras cultiváveis;
- Perda de florestas e recursos minerais;
- Alteração da estrutura agrária;
- Perda / redução da coleta de impostos;

Outros impactos

- Alteração das atividades econômicas (agricultura, pesca, mineração, extração vegetal);
- Fechamento de indústrias e/ou redução da produção do material de suprimento;
- Alteração da demanda para saúde e serviços sanitários;
- Disseminação de moléstias endêmicas;
- Transporte de resíduos orgânicos e industriais e agrotóxicos para o reservatório;
- Ocorrência de acidentes para os trabalhadores e população;
- Alteração na demanda por educação e habitação;
- Perda de sítios arqueológicos e de locais espeleológicos;
- Perda de sítios turísticos (exemplos: Sete Quedas, Canal de São Simão);
- Perda de construções com valor cultural;
- Alteração do potencial turístico;
- Interferência com povos indígenas e outros grupos étnicos;
- Desbalanceamento nas condições de saúde e alimentares;
- Interrupção de sistemas de comunicação, estradas, ferrovias, portos, aeroportos, sistemas de transmissão e distribuição, sistemas de transporte.

2.2 – Aspectos Sociais

Além dos danos ao meio ambiente, as conseqüências à população, quando da construção de grandes reservatórios, têm sido desastrosas. O número de pessoas que teve suas terras inundadas por barragens é certamente imenso; 40 milhões é geralmente admitido como uma

estimativa conservadora, embora especialistas sugiram um número mais realista, uma estimativa da ordem de 80 milhões de pessoas, sendo que a China e a Índia conjuntamente são responsáveis por 75% deste total (World Commission on Dams, 2001).

Outra questão problemática diz respeito ao ressarcimento financeiro. Através do mundo, as pessoas que tiveram suas terras alagadas receberam uma compensação irrisória - isso quando receberam algo. Um estudo do Banco Mundial atesta que mais da metade dos projetos de barragens não envolve nenhum tipo de plano de reassentamento ou algo equivalente, e que o número de pessoas que serão afetadas é sempre subestimado (Murphy, 2001).

Contudo, aqueles que são reassentados em geral não conseguem manter o mesmo nível de vida que possuíam anteriormente. Como exemplo, a renda média dos seis mil fazendeiros que foram reassentados quando da construção da hidrelétrica de Kiambere, no Quênia, caiu em média 82%. Não apenas esses criadores perderam grande parte do seu gado durante o processo de reassentamento, mas receberam terras menos férteis e de menor valor (Caufield, 1996). Os especialistas estão de acordo que reassentamentos forçados criam um tremendo stress sociocultural, psicológico e fisiológico (Weist, 1995). A comunidade reassentada para a construção da barragem Kariba, em Zâmbia, vive em meio a uma tremenda guerra civil. Uma pesquisa efetuada na região mostrou que, de acordo com os entrevistados, as maiores dificuldades nos últimos anos surgiram logo após o reassentamento (Scuder, 1993).

Comprovadamente, logo após a proposição da construção de uma barragem, os preços das propriedades na região despencam, os bancos se recusam a efetuar empréstimos e nenhuma nova escola ou posto de saúde é construído (Murphy, 2001). A situação se torna ainda mais complexa pois o tempo de planejamento/construção é muito longo quando comparado com outros empreendimentos. Como exemplo, o reservatório de Três Gargantas, na China, teve seus estudos preliminares iniciados em 1919, sendo que o projeto terminou em 1955; contudo a sua construção somente teve início em 1993 (Edmonds, 1992).

Entretanto, aqueles que são reassentados pelos projetos constituem apenas a parte visível das vítimas das grandes barragens. Milhões perderam suas terras e casas para rodovias, linhas de transmissão e pelo desenvolvimento industrial subsequente. Alguns dos maiores problemas sociais a longo prazo das barragens são sentidos pelas pessoas que vivem a jusante. Na África, a perda da inundação anual a jusante das barragens comprometeu a pesca, as pastagens e as

tradicionais culturas inundadas. Enquanto que a barragem nigeriana de Kainji diretamente reassentou 44 mil pessoas, centenas de milhares de nigerianos deixaram de ter seus pastos e plantações irrigadas pela inundação anual. Uma pesquisa demonstrou que três quartos dos fazendeiros que sobreviviam com a ajuda da irrigação nas vilas afetadas pela represa Kainji, desistiram completamente de suas atividades agrárias (McCully, 1996). Também não refletida nas estatísticas está a perda de terras comunitárias. Embora estas terras representem uma significativa fra o da subsistência familiar, uma pesquisa do Banco Mundial efetuada em 1994, envolvendo reassentamento, constatou que apenas um em 192 projetos envolviam algum tipo de compensação para a perda de terras comunitárias (Murphy, 2001).

2.2.1 – Protestos populares

Os críticos de barragens e as organizações populares utilizaram o conhecimento dos fatos anteriores para demonstrar que os atuais benefícios dos grandes projetos de barragens parecem, na maioria dos casos documentados, ser muito menores do que aqueles propagados (www.caa.org.au/campaigns/adb/fact_sheets/dams.html, 2003). Nas últimas décadas, os protestos contra barragens aumentaram e os cidadãos se tornaram mais bem organizados e aptos para lutar contra projetos de escala local, nacional e internacional. Em março de 1997 ocorreu o primeiro encontro internacional de pessoas atingidas por barragens, em Curitiba. Representantes de 20 países propuseram uma moratória na constru o de grandes lagos e também solicitaram compensações para as milhões de pessoas atingidas pelos reservatórios em todo o mundo (Wilkes, 1997). Organizações ambientais do primeiro mundo também participaram do protesto, acusando as empresas ocidentais de engenharia de praticarem políticas ambientais diferenciadas para países não desenvolvidos. Represas como a do projeto Bakun, em Sarawak – Indonésia, supervisionada por uma companhia su a, não teria sido permitida na maior parte dos países ocidentais (Bawe, 1996).

O sucesso de muitos grupos populares ao redor do mundo deu força ao movimento. Protestos contra a baixa compensação recebida pelos reassentados pela hidrelétrica Riam Kana na Indonésia levaram as autoridades locais ao tribunal, onde os reassentados ganharam a causa (Aditjondro, 1994). Adicionalmente, grupos de protesto como o movimento Chipko estão compartilhando informações e utilizando análises ecológicas de diversas fontes ao redor do mundo, num fortalecimento da posi o popular em favor do uso sustentável dos recursos hídricos (Bandyopadhyay, 1992). Entretanto, nem todas as campanhas têm sido vitoriosas.

Grupos contrários às represas Sardar Sarovar e Tehri, na Índia, tiveram sucesso em convencer o Banco Mundial à não financiar o projeto, mas não conseguiram suspender completamente a construção (Wood, 1996). O governo indiano argumentou que, apesar dos prós e contras, muito dinheiro já havia sido gasto, sendo injustificável suspender a obra (Pearce, 1991). A possível construção de uma segunda represa em Uganda, próximo ao Rio Nilo, tem gerado grande revolta e contestação (Simon, 2002). Algumas vezes, protestos civis terminaram em violência. Cerca de 400 índios Maya Achi foram massacrados na Guatemala em 1984, enquanto reclamavam contra a construção da barragem Chixoy (McCully, 1996). Felizmente não houve muitas situações de repressão severa como esta, ainda que este evento sirva como uma lembrança da importância em se caminhar conjuntamente rumo a uma solução equitativa de uma maneira conveniente.

Após a independência da Índia no século passado, 3 mil represas de grande e médio porte foram construídas por todo o país. Contudo, isto levou ao reassentamento de 20 milhões de pessoas, sendo que apenas 25% destas foram compensadas. Nos anos 1960 e 1970, a rejeição popular às grandes barragens levou a manifestações em Maharashtra. Posteriormente, nos anos 1980, esses protestos se estenderam aos projetos de Tehri, Narmada e Silent Valley. Atualmente, o Banco Mundial está financiando 21 projetos na Índia, que envolvem o reassentamento forçado de 800 mil pessoas, a maior parte tribal e rural (Reddy, 2002).

2.2.2 – A visão dos empreendedores

As vítimas do desenvolvimento são geralmente consideradas pelos empreendedores como sendo os desafortunados “perdedores” de uma obra que trará uma vida melhor para um vasto número de “vencedores”. Entretanto, a crença que projetos hidrelétricos acarretam benefícios para as comunidades rurais vizinhas à barragem é muitas vezes infundada. Muitas hidrelétricas nunca foram construídas com a intenção de beneficiar moradores locais, mas sim para fornecer energia a indústrias situadas longe das mesmas (normalmente para abastecer mercados de primeiro mundo). Como exemplo, o Laos considerava em 1996 a possibilidade de construir 60 novas usinas hidrelétricas com o único objetivo de exportar energia elétrica (Usher, 1996). A hidrelétrica construída em 1996 no terceiro maior lago do Tibet (projetada para drenar o lago em 50 anos) foi projetada para aumentar a produção industrial chinesa, e não para atender moradores locais (Wilkes, 1996).

Os construtores das barragens, quando confrontados com os impactos sociais negativos e as conseqüências ambientais destes projetos, argumentam que estes problemas são os efeitos lamentáveis de uma obra que, na totalidade, prova ser substancialmente benéfica.

2.3 – Impactos na Biodiversidade

As barragens bloqueiam a passagem natural do curso d'água, o que faz com que os níveis de água a montante aumentem, formando um lago. Neste processo, as barragens também impedem o livre movimento das plantas aquáticas e dos animais.

A migração rio acima de peixes como o salmão (*Salmo salar*) e o sável (*Alosa alosa*), e até de alguns animais invertebrados, é impedida pela barragem; isto é de particular importância para algumas espécies que necessitam subir o rio rumo às cabeceiras para desovar em um local adequado. Esse deslocamento de peixes adultos é importante para a preservação do ecossistema. Por exemplo, os ursos dependem da proteína rica dos salmões para desenvolver as reservas de gordura necessárias a sua sobrevivência durante a hibernação. Foi também demonstrado que os nutrientes das carcaças destes salmões auxiliam na fertilização da vegetação das terras circunvizinhas, e isto ocasiona efeitos adicionais através da cadeia alimentar. Sem essa reserva de nutrientes a produção terrestre sofrerá, particularmente se o nitrogênio for um fator limitador para o crescimento das plantas no sistema (Ben-David et al, 1998).

Se os peixes adultos não conseguem seguir para montante, as conseqüências tornam-se graves, pois muitas espécies somente desovam em seus ambientes natais. Quando confrontados com obstáculos intransponíveis, os salmões adultos, por exemplo, não retornam aos mares ou procuram outros rios. Ao invés disso, eles permanecem aprisionados abaixo do obstáculo efetuando repetidos esforços para ultrapassá-lo. Isso resulta em cenas dramáticas, nas quais centenas de salmões mortos são coletados a jusante das barragens. Nos anos subseqüentes a construção da barragem Glines Canyon, no estado americano de Washington, centenas de milhares de salmões morreram nos lagos abaixo da barragem (DOI, 1996). Mesmo as barragens baixas podem representar barreiras significativas à migração. Foi demonstrado que a barragem Neck Quaker, na Carolina do Norte, é um obstáculo difícil de ser superado pelo sável americano e por outras espécies, mesmo quando completamente submersa por fortes vazões (Beasley e Hightower, 1998).

A fragmentação do sistema fluvial também acarreta sérios problemas às espécies que passam toda a sua vida nos rios. Por exemplo, o Smallmouth Bass (*Micropterus dolomieu*) passa a maior parte da sua vida em um trecho estreito do rio; entretanto realiza migrações significativas ao longo deste para desovar (Kanehl e Lyons, 1997). Hildebrand e Kershner (2000) estimou que uma espécie de truta (*Oncorhynchus clarki* - Cutthroat trout) necessita de uma extensão fluvial ininterrupta de 9,3 km quando sua densidade populacional é alta, e de 27,8 km quando ela é baixa. As barragens alteram totalmente este panorama, sendo que, no estado americano do Wisconsin, o intervalo médio entre duas barragens é de 14,5 km. Acredita-se que alguns peixes de água doce do Oklahoma foram extintos devidos às contínuas interrupções no fluxo d'água natural criadas pelas barragens (Winston et al., 1991).

As implicações são de algum modo menos severas para os insetos com larvas no estágio aquático, porque os adultos podem voar sobre as represas para recolonizar áreas a montante da represa. No entanto, outros invertebrados aquáticos como crustáceos e moluscos são incapazes de fazer o mesmo.

O fato das barragens agirem como barreiras migratórias tem alguns aspectos interessantes a serem considerados. Por exemplo, a invasão de lampreias parasitas (da ordem *Petromyzontiformes*) nos grandes lagos da América do Norte afetou de modo relevante à população de salmonídeos. Pequenas barragens mostraram-se eficientes para impedir a disseminação de lampreias em alguns rios tributários que fazem parte do sistema (Porto et al., 1999). O mesmo ocorre com relação a algumas trutas que impactaram espécies nativas através da competição exclusiva (Van Kirk e Griffin, 1997). Barreiras artificiais têm sido usadas para limitar a região de influência destas trutas, de modo a manter a população das espécies nativas (Thompson e Rahel, 1998).

As taxas de mortalidade para larvas e peixes jovens são particularmente importantes para determinar quais populações são aptas para substituir a si próprias. Mesmo um ligeiro incremento nas taxas de mortalidade instantâneas para larvas de peixes (e de outros organismos no estágio de larvas) pode ter efeitos dramáticos no número de indivíduos que sobreviverão ao próximo estágio de desenvolvimento (Underwood e Fairweather, 1989). Conseqüentemente, uma mortalidade extra associada com a passagem à jusante das barragens pode ter uma significância acentuada.

Dependendo das espécies, os peixes no estágio de larvas permanecem nos seus habitats enquanto crescem ou são levados à jusante, chegando ao mar logo após saírem dos ovos. O salmão chinuque (*Oncorhynchus tshawytscha*) por exemplo, leva de 1 a 18 meses até migrar para o mar, enquanto que o salmão rosa o faz imediatamente após seu nascimento, e passa a maior parte da sua vida juvenil em áreas estuárias. No curso normal da evolução, as larvas do salmão rosa (*Oncorhynchus gorbuscha*) são conduzidas para jusante por fortes correntes de água e chegam ao mar alguns dias após seu nascimento. Entretanto, quando uma barragem é construída, as velocidades das correntes diminuem consideravelmente devido ao lago formado. Com a ausência das fortes correntes para levá-los a jusante, a jornada para o mar se torna extremamente difícil para larvas e peixes muito jovens. Isto é particularmente importante para larvas de salmões rosa, pois eles não conseguem nadar efetivamente. As larvas têm que atingir o estuário relativamente rápido, ou de outro modo elas passarão fome devido à ausência de alimentação adequada (plâncton). Ademais, existe um ajuste fisiológico necessário à mudança de um local de água doce para um de água salgada; conseqüentemente, o tempo de deslocamento é um fator duplamente importante para uma larva de salmão rosa.

De um modo geral, a mortalidade juvenil diretamente associada à passagem de peixes pode ser bastante relevante. PATH (1999) estima que a mortalidade de peixes jovens é da ordem de 20%, por barragem, no Rio Snake. Considerando que há quatro grandes barragens neste rio, essa mortalidade extra trará impactos substanciais à população de salmões. Embora as barragens de outros rios tenham diferentes taxas, que são determinadas pelas suas características próprias, além das diferenças de projetos, os valores do Rio Snake são significativos pois as barragens deste rio são estruturas relativamente modernas e foram projetadas para minimizar este tipo de impacto.

Estudos similares têm sido efetuados no Brasil. Um inventário da ictiofauna foi realizado na represa de Itutinga, sendo que a riqueza das espécies foi considerada baixa se comparada às das represas de Camargos (a montante) e Furnas (a jusante). Dos indivíduos coletados, 29% pertencem às espécies consideradas de piracema. Acredita-se que a baixa riqueza de espécies se deve ao fato da represa ser antiga e possuir pequena área, além de drenar um pequeno trecho do Rio Grande e não receber afluentes significativos (Alves et al, 1998).

Na Bacia do Rio Paraná, verificou-se que, após a construção da represa de Itaipu ocorreu uma diminuição de algumas espécies de peixes, entre elas algumas espécies de Surubim

(*Pseudoplastystoma sp.*), Dourado (*Salminus maxillosus*), Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Abotoado (*Pterodoras granulosus*) e Jaú (*Paulicea lutkeni*) (Oldani, 1994).

Pesquisas realizadas no lago da UHE Tucuruí demonstraram uma significativa alteração na ictiofauna local. Logo após o enchimento do lago, a população de Piranhas (*Serrasalmus sp.*) cresceu de 40% para 70% em coletas amostrais efetuadas na região, e acredita-se que a sua ação predatória diminuiu a variedade de espécies locais. A pesca a jusante da barragem gerou 4.726 toneladas em 1985; dois anos depois este valor caiu para 831 toneladas. Um relatório da ELETRONORTE assume que as condições da ictiofauna a jusante da represa de Tucuruí não eram satisfatórias (Fearnside, 2001).

2.3.1 – Temperatura e ventos

Um dos mais significativos efeitos oriundos da criação de um lago é a mudança na temperatura da água. As águas de um rio tendem a espelhar de forma bastante próxima as temperaturas do meio ambiente. Entretanto, os lagos tendem a refletir a temperatura do ambiente somente na região próxima a superfície. As áreas mais profundas dos lagos permanecem frias ao longo do ano, em virtude da ocorrência de uma estratificação térmica. Essas temperaturas frias têm importantes implicações para peixes e invertebrados, devido à desaceleração de seu metabolismo. Zhong e Power (1996) demonstraram que a queda de temperatura atrasou a desova de algumas espécies em até 60 dias. Além disso, as águas superficiais dos lagos podem se tornar bastante quentes no verão, o que traz efeitos deletérios a algumas espécies (PATH, 1999).

O vento geralmente cria correntes nos lagos, e essas falsas correntes podem desorientar peixes jovens que estão à procura do caminho para o mar, atrasando migrações. Esses atrasos podem ser fatais devido aos predadores naturais (Gregory e Levings, 1998) e a exposição às enfermidades e aos parasitas que florescem nas águas superficiais dos lagos (DOI, 1994). Quando larvas e peixes jovens chegam à barragem, eles ainda têm que ultrapassar as turbinas ou vertedouros para chegar ao mar. Ambas as opções apresentam riscos e perigos. As dificuldades da passagem geralmente enfraquecem e desorientam os peixes. Jepsen et al. (2000) verificaram que os predadores concentram seus esforços nos canais de descarga das barragens de hidrelétricas.

2.3.2 – Turbinas e vertedouros

Os vertedouros podem causar taxas de mortalidade significativas para peixes que tentem ultrapassá-los. A queda para o rio que está abaixo, no caso particular de altas barragens, pode atordoar ou até matar peixes. Bickford e Skalski (2000) relatam taxas de mortalidade relacionadas à transposição de vertedouros de 18% para jovens salmões chinuques. Os vertedouros também criam o fenômeno da supersaturação gasosa. A turbulência da queda d'água causa rápidas flutuações na pressão do ar, levando a água a se tornar supersaturada com nitrogênio e oxigênio. Isso pode acarretar aos peixes o desenvolvimento de uma enfermidade que por alguns é chamada de “a moléstia da bolha de gás”, uma condição análoga àquela sofrida por mergulhadores que retornam muito rapidamente a superfície após permanecerem em águas profundas. A mortalidade associada à moléstia da bolha de gás depende do tempo de exposição ao gás supersaturado, entre outros fatores. Counihan et al. (1998) descobriram que 50% das larvas de esturjão branco faleceram após 13 dias de exposição. Contudo, em outro experimento, nenhum caso foi registrado após 10 dias de exposição, sendo que sinais de bolhas de gás foram registrados 15 minutos após o início da pesquisa. Ryan et al. (2000) detectou que a alta variação nos resultados obtidos torna difícil determinar as relações entre as mortes e o gás supersaturado. É possível que a moléstia da bolha de gás possa causar efeitos subletais significativos, como redução da taxa de natalidade ou aumento da susceptibilidade a ação predatória, mas isto ainda não foi confirmado.

Danos de turbinas à migração de peixes tem sido historicamente um problema de reconhecida importância pelos operadores das turbinas (Coutant e Whitney, 2000). Taxas de mortalidade de 10 a 15% tem sido encontradas para salmões juvenis (Anderson et al., 1996). Tentativas para mitigar esses efeitos incluem novos projetos de turbinas, com uma tolerância maior para reduzir a incidência das colisões dos peixes, telas protetoras para evitar a sua passagem, canais especialmente desenhados para desviá-los a jusante e tanques para transportá-los. A eficiência desses sistemas varia de usina para usina. Anderson et al. (1996) estabeleceram que uma eficiência de 70 a 80% seria aceitável, mas raramente atingida mesmo nas modernas barragens no Noroeste dos EUA. Um modo de desviar peixes das turbinas é aumentar o fluxo de água sobre os vertedouros; contudo essa estratégia também aumenta a probabilidade de problemas referentes ao gás supersaturado, e diminui a geração de energia elétrica.

2.3.3 – Extinção de espécies e alterações nos ecossistemas

O salmão do Atlântico (*Salmo salar*) desapareceu do Rio Connecticut em 1814, devido à construção de uma barragem em 1798. Durante o século XIX, cerca de 70 toneladas anuais de salmão eram pescadas no Estado do Maine, mas em 1925 as espécies passaram a ser encontradas em apenas dois rios. Os salmões adultos do Rio Snake diminuíram de um milhão e quinhentos mil peixes durante o século XIX para menos de dois mil em 1994. 106 espécies de salmões da costa oeste estão extintas, e muitas outras correm o mesmo risco. Vários peixes do Rio Columbia agora são protegidos por leis federais e tratados como espécies ameaçadas de extinção (Spain e Grader, 1999). O colapso da pesca nesta região levou à perda de 25 mil empregos e de um comércio da ordem de 500 milhões de dólares anuais. Estima-se que o prejuízo acumulado seja de 13 bilhões de dólares, trabalhando-se com um valor conservativo (Spain e Grader, 1999). No Rio Snake, o prejuízo anual é da ordem de 150 milhões de dólares por ano (Lansing, 1995).

Um dos resultados primários da formação de represas é um aumento na população de pássaros selvagens e outras aves. A formação do Lago Powell (Colorado, EUA) acarretou em um aumento substancial no número de aves selvagens, incluindo no estabelecimento de um aumento do número de acasalamentos do já quase extinto Falcão Peregrino (Stevens et al., 1998). Por outro lado, a perda dos habitats fluviais afeta outras espécies adaptadas a estes ambientes. Quando um lago é formado, a estrutura da comunidade inevitavelmente muda. Isto normalmente significa um aumento no número de espécies lênticas como o *Chironomidae* (insetos aquáticos), *Plecoptera* (mosca de pedra) e *Ephemeroptera* (inseto neuropteróide) (Kanehl e Lyons, 1997). Como exemplo, 5 espécies do peixe namorado foram extintas no Rio Colorado depois da formação do Lago Powell (Miller, 2000), enquanto que outras espécies de águas lênticas, introduzidas no local, floresceram. Mesmo para peixes mais comuns, como é o caso da truta, surgem efeitos sub letais como as diferenças nas taxas de crescimento devido à qualidade inferior da alimentação em um local de água parada. Soluk e Richardson (1997) verificaram que as taxas de crescimento do *Oncorhynchus clarki* (Cutthroat trout) diminuíram quando larvas de moscas tornaram-se indisponíveis como alimento.

Problemas podem também surgir onde a densa vegetação aquática e as grandes áreas de água parada criam as condições ideais para a proliferação de mosquitos e parasitas, tais como a giárdia (Cogels et al., 1997).

Outra questão problemática diz respeito às missões de resgate para evitar o afogamento de animais quando do enchimento de um reservatório. A experiência acumulada ao longo de várias décadas mostra que os resultados práticos deste tipo de atividade são muito pequenos; contudo, os investimentos em campanhas publicitárias são altos. Em Tucuruí, as missões de resgate, na denominada “Operação Curupira”, coletaram 284 mil animais, principalmente mamíferos e répteis. Todavia, uma análise da biomassa da região, efetuada por especialistas, concluiu que apenas uma pequena fração dos mamíferos foi capturada. Além do mais, o stress causado pela captura, o estado de debilidade de alguns animais, a relocação dos mesmos em locais nos quais já existia uma população nativa, o que gera um aumento da competição, diminuiu ainda mais o sucesso da operação. Uma posterior pesquisa de campo verificou que as áreas de reserva criadas para os animais capturados foram invadidas por caçadores e lenhadores (Fearnside, 2001).

A ELETROBRAS coordenou e promoveu uma reunião em 1999, no Rio de Janeiro, para debater o impacto das hidrelétricas sobre a fauna terrestre e as maneiras de minimizá-lo. Da reunião participaram representantes de diversas empresas do setor elétrico, da comunidade científica e do IBAMA. O relatório final traz as conclusões e recomendações do grupo (ELETROBRAS, 1999).

2.3.4 – Mecanismos de transposição de peixes

A resposta humana à necessidade de transposição de peixes tem sido, em alguns casos, a instalação de estruturas que permitem aos peixes ultrapassar as barragens. Com este objetivo desenvolvem-se escadas de peixes, e outras estruturas similares tem sido extensivamente pesquisadas para maximizar o número de adultos capazes de utilizá-las com sucesso. Johnson et al. (2000), por exemplo, reportam que a eficiência dos mecanismos de transposição de peixes na barragem Lower Granite, no Estado de Washington, é de 40%, no caso dos salmões.

Em algumas situações, essa tecnologia tem sido aplicada até mesmo para obstáculos naturais, como cachoeiras, para aumentar os locais disponíveis para a desova. Entretanto, a utilidade das escadas de peixes é totalmente dependente da espécie que tenta ultrapassar uma barragem. Algumas, como o sável americano, o esturjão branco e outros, não conseguem utilizar esses mecanismos, ou o fazem em número muito reduzido.

Mesmo quando as escadas têm sucesso em auxiliar os peixes na transposição dos obstáculos, os esforços necessários tornam os peixes exaustos, ficando então, mais suscetíveis a perigos naturais, como predadores e doenças. Além disso, esse estado de fraqueza faz com que eles sejam mais facilmente levados pelas correntes de água como as que fluem pelos vertedouros. PATH (1999) estima que 40% dos peixes adultos que conseguem suplantar as barreiras existentes com o auxílio das escadas de peixes são apanhados pelas correntes dos vertedouros e levados de volta ao rio abaixo da represa. Uma alternativa menos comum que as escadas é a captura física de peixes adultos e o seu transporte para o lago acima da barragem utilizando tanques especialmente construídos para este propósito. Todavia, este procedimento possui problemas inerentes, como o stress e o dano provenientes da captura e manuseio, resultando em mortes de peixes durante o transporte e outras que ocorrem após a sua liberação a montante.

Em 1999 construiu-se um mecanismo de transposição de peixes do tipo ranhuras verticais com 282,4 m de extensão total e declividade de 6%, para vencer um desnível de 17 m. Este mecanismo foi construído no rio Grande, no barramento da UHE Igarapava, na divisa entre Minas Gerais e São Paulo.

O MTP da UHE de Igarapava é do tipo escada com ranhuras verticais, construído em um canal de concreto com 3,00 m de largura. Possui 282,40 m de comprimento, com 6% de declividade para conseguir transpor um desnível de 17,00 m. É constituída por 85 tanques e 86 defletores. Cada tanque possui 3,00 m de comprimento, e cada defletor 200 mm de espessura. Para se ter este comprimento total o mecanismo foi construído em forma de Z, com três trechos. O primeiro é paralelo ao canal de fuga e possui o comprimento de 60,80 m e 19 tanques. O segundo trecho tem o comprimento de 140,80 m e 44 tanques, e o último trecho é perpendicular à barragem, possui 70,4 m de comprimento e 22 tanques (Viana, 2005).

Martins (2000) apresenta um histórico dos mecanismos de transposição de peixes no mundo, inclusive com a relação daqueles em operação no Brasil. O empreendimento nacional pioneiro ocorreu no Estado de São Paulo em 1906, na barragem de Salto Grande, situada no Rio Atibaia. Em nível mundial, registra-se o mecanismo existente em 1640, na cidade suíça de Bern, na região do Rio Aar. Godoy (1985) apresenta um estudo em diversos países do mundo sobre as primeiras experiências internacionais relativas à transposição de peixes.

Elevadores para peixes são sistemas mecânicos nos quais os peixes são capturados em um tanque apropriadamente dimensionado e localizado na base da barragem, sendo o mesmo posteriormente elevado e aberto a montante, permitindo a saída dos peixes em direção ao reservatório. É possível encontrar ainda uma variante deste mecanismo, conhecida como elevador tipo caminhão tanque. Nesse sistema, o peixe após ser capturado é conduzido a um tanque de um caminhão apropriado que fará o deslocamento de jusante para montante da barragem. A maior vantagem de um sistema do tipo elevador com caminhão tanque consiste na sua versatilidade com relação ao local de liberação dos indivíduos transpostos, o que o torna bastante apropriado para algumas situações.

Em rios com barramentos em cascata, o elevador com caminhão tanque permite que os peixes sejam capturados junto à barragem de jusante do reservatório e transportados diretamente para o reservatório de montante. Desta maneira, evita-se que sejam efetuadas sucessivas transposições, ou que sejam construídos diversos mecanismos. Considerando que nenhum sistema de transposição tem 100% de eficiência, a diminuição do número de transposições em um determinado rio traria vantagens significativas para o rendimento do sistema como um todo (Pompeu, 2005).

2.4 - Sedimentos

Em locais de grande declividade, os rios correm relativamente rápido e geralmente contém uma significativa carga de sedimentos suspensos. No entanto, quando as velocidades das águas diminuem, as partículas dos sedimentos, quando existentes, tendem mais facilmente a se depositarem (Carvalho, 1994). Conseqüentemente, quando os rios se tornam lagos, a carga suspensa é depositada no fundo, e raramente suspensa de novo. Camadas finas de sedimentos fornecem habitat apropriado somente para algumas formas de invertebrados, particularmente nas partes mais escuras e profundas, nas quais a luz do sol não penetra, impossibilitando, desta maneira, o crescimento de algas ou plantas aquáticas. Adicionalmente, a lenta decomposição dos sedimentos orgânicos e demais resíduos por bactérias, as quais utilizam o oxigênio disponível na água, cria condições anaeróbias próximas ao fundo (<http://www.flipper.ind.br/fundamentoshtml.htm>).

Com o passar do tempo, o leito dos lagos começa lentamente a se preencher de sedimentos. Nos casos em que esta carga de sedimentos é elevada, como no Rio Colorado, o volume útil

dos lagos decresce rapidamente. O Lago Powell é o maior lago artificial no mundo, mas acredita-se que em aproximadamente 500 anos ele estará repleto de sedimentos (Friends of Lake Powell, 2000). Isso obviamente tem implicações de longo prazo no que diz respeito à geração de energia, ao abastecimento de água, e cria questões sobre como solucionar esse problema, e o que fazer com os sedimentos que se acumulam no fundo dos reservatórios.

Desde que os sedimentos se depositam no fundo dos lagos, eles não mais atingem áreas à jusante das barragens. Ibanez et al. (1998) reportam que após a construção de uma barragem no Rio Ebro, o transporte de sedimentos diminuiu em 99%, o que levou a uma maior taxa de erosão a jusante, pois o rio não carregava sedimentos que contrabalançassem o processo erosivo causado pela ação das águas. O Departamento do Interior dos EUA reconheceu que a erosão de áreas estuárias no estado de Washington é devida aos sedimentos acumulados nos lagos Mills e Aldwell, ambos no Rio Elwha (DOI, 1996).

As barragens interceptam o movimento para jusante do cascalho do leito do rio; contudo, esse movimento continua a ocorrer após as barragens. Sem o reabastecimento de fontes a montante, isso acarreta em um aumento do tamanho médio dos materiais no leito dos rios (Sear, 1995). Esse fato tem importantes implicações para os peixes que geralmente desovam no rio principal da bacia, e para aqueles forçados a desovar abaixo das barragens, porque os substratos podem se tornar muito ásperos para desovas sucessivas. Este autor também reportou um aumento na dimensão dos cascalhos superficiais a jusante da barragem do Rio Tyne, no Reino Unido. Suas descobertas podem explicar que o assoreamento à jusante é possivelmente causado pela alteração da velocidade normal da vazão dos rios. Suspeita-se, também, de que a aspereza dos substratos e o aumento da taxa de deposição de sedimentos expliquem a redução da atividade de desova abaixo da barragem (Dauble et al., 1999).

A questão da deposição de sedimentos nos lagos torna-se mais grave quando ocorre a acumulação de toxinas como metais pesados, bifenóis policlorados, agrotóxicos ou inseticidas. O fato traz importantes implicações para usos futuros que podem ser dados aos sedimentos, pois eles se tornam venenosos e potencialmente perigosos para algumas aplicações. Os contaminantes nos sedimentos podem perdurar por décadas ou séculos, e trazem conseqüências ecológicas não só para os invertebrados aquáticos que se alimentam destes, mas para toda a cadeia alimentar (Rheinhold et al., 1999). Elevados níveis de compostos tóxicos nos tecidos dos animais trazem sérios problemas para a sua saúde e

reprodução. A bio-acumulação de toxinas através da teia alimentar geralmente ocasiona maiores prejuízos para os animais que se encontram no topo da cadeia, como baleias, golfinhos, peixes-espada ou aves de rapina. Um exemplo conhecido deste fato foi causado pelo inseticida DDT, que tornou as cascas dos ovos de algumas aves de rapina muito frágeis, impossibilitando a sobrevivência dos filhotes. As aves foram afetadas porque o DDT estava presente nos tecidos de animais por elas abatidos (<http://www.geocities.com/craigdolphin/Essays/DamEssay.html>, 2003).

Outra conseqüência do processo de assoreamento nos lagos é a diminuição da turbidez da água. Já que a água tende a se tornar mais clara, algumas plantas aquáticas conseguem se fixar no fundo dos lagos, devido à melhor penetração da luz solar. Com a ausência das fortes correntes de água, o que reduziria o crescimento excessivo de algumas plantas, podem surgir dificuldades de navegação. A água mais clara nos lagos também aumenta a atividade predatória de algumas espécies como o Lúcio (*Esox lucius*) (Gregory e Levings, 1998). A introdução de alguns predadores em lagos artificiais também tem sido apontada como causa de uma maior mortalidade de peixes jovens do que aquelas que ocorrem em lagos naturais (Jepsen et al., 2000).

O Rio Mississippi transporta atualmente apenas metade da sua carga original de sedimentos, o que contribuiu para a extensiva perda de terras cultiváveis no Estado da Louisiana. Na década de 1930, o Rio Colorado transportava cerca de 125 a 150 milhões de toneladas de sedimentos para o delta do Golfo da Califórnia. Devido às represas, agora nenhum sedimento atinge o mar, o que gerou perda de produção agrária (diminuição do fluxo de nutrientes essenciais), alterações no regime de salinidade, redução da diversidade das espécies da fauna local e aumento da concentração de substâncias químicas/tóxicas como o mercúrio.

A sedimentação ocasionou a perda de quatro quintos da capacidade do reservatório Anchicaya em Columbia, EUA, sendo que o volume original era de cinco milhões de metros cúbicos (LePreste, 1989). Estudos realizados nos 17 maiores reservatórios da Índia mostraram uma sedimentação três vezes maior do que o esperado. Em 1992, o reservatório Kotapalli já havia perdido 55,7% de seu volume útil devido ao assoreamento (Reddy, 2002).

Antes da construção da barragem de Aswan, o Rio Nilo depositava anualmente cerca de 100 milhões de toneladas de sedimentos em um milhão de toneladas de terras próximas ao vale do

rio. Entretanto, os fazendeiros que têm suas terras a jusante da barragem agora utilizam grandes quantidades de fertilizantes artificiais para manter o mesmo nível de produtividade. O próprio presidente Mubarak declarou que “um dos grandes desafios do Egito é tratar os problemas e efeitos da barragem Aswan” (Murphy, 2001).

2.5 – Perda de Vidas e Outras Questões Correlatas

A idéia de que a geração hidrelétrica é barata, sustentada pela premissa de que o uso da água é grátis, rapidamente cai por terra quando os custos de construção são considerados. Enquanto que os custos de operação de usinas hidrelétricas são baixos em comparação a outras formas de geração de energia elétrica, os custos de construção (que em geral são 30% maiores do que as estimativas originais) são mais caros do que as opções a gás natural e carvão mineral. O governo vietnamita estimou que a hidrelétrica de Pa Mong iria requerer 80 milhões de dólares adicionais devido às inesperadas taxas de erosão ao longo das encostas do rio (Lohmann, 1990). O governo da Índia declarou que se alguns dos custos associados a barragens tivessem sido incluídos na análise original, algumas jamais teriam sido construídas (Murphy, 2001).

Entre as mais importantes conseqüências decorrentes de um rompimento de barragens está o número de mortes da população à jusante do empreendimento. O número de vítimas fatais no caso de uma falha de barragem pode ser estimado por uma fórmula estabelecida por Curtiss A. Brown e Wayne J. Graham, publicada em 1988 e ainda utilizada nestes tipos de estudos (Brown e Graham, 1988).

Na análise feita por Brown e Graham foi estabelecida uma metodologia probabilística para se calcular o risco potencial de cada usina através de uma investigação detalhada de falhas ocorridas anteriormente. Foram analisadas inicialmente três características principais no caso dos vários acidentes ocorridos:

- A população de risco (população à jusante em áreas inundáveis em caso de rompimento);
- Número total de vítimas;
- Tempo de aviso antes de ocorrer o rompimento (“warning time”).

Comparando o número de vítimas com a população de risco existente para cada barragem que rompeu, os autores construíram vários gráficos descrevendo os eventos. Foi criado um gráfico

para o caso de tempo de aviso insuficiente, isto é, inferior à uma hora e meia e outro para tempos de avisos suficientes para o deslocamento da população de risco. O tempo de aviso (“warning time”) é o período de tempo em horas, antes do rompimento da barragem em que o público é informado que a barragem irá romper.

Pela análise dos gráficos os autores puderam determinar, pelas inclinações dos mesmos, estimativas das potenciais perdas de vida, para os dois casos considerados. No caso de rompimento de barragens com tempos de avisos insuficientes, o número de vítimas em uma primeira aproximação sem ajuste seria igual à população de risco elevada à potência 0,6. Por exemplo, para uma população de risco de 1000 pessoas, o número de mortes aproximado seria de 63. Entretanto, se houvesse um tempo de aviso suficiente, o número aproximado de mortes seria igual a 0,002 vezes a população de risco. Isto é, se à mesma população de risco fosse dado um amplo tempo de aviso, poderia não ocorrer uma única morte.

Apesar disso, as estimativas a partir dos gráficos não eram sempre consistentes. Brown e Graham concluíram, então, que, em casos de tempos de aviso inferiores à uma hora e meia, a taxa de vítimas fatais seria de 13%. No caso de tempos de aviso superiores à uma hora e meia, a taxa de vítimas fatais seria de 0,04%. Eles também encontraram grandes diferenças entre os valores inferiores e superiores. Foram realizadas, então, investigações mais detalhadas e concluiu-se que as diferenças estavam ligadas ao tipo de terreno em torno de cada barragem. As áreas que seriam inundadas facilmente, como as de “cânion”, causariam um maior número de vítimas, comparadas com áreas planas.

Isto posto, os autores estabeleceram uma fórmula que relacionava o número de vítimas em função da população de risco, o tempo de aviso e as condições do terreno:

$$L = P / \{(1+5,207)[(5,838T - X)]\} \quad (2.1)$$

na qual:

- L = estimativa do número de vítimas fatais;
- P = população de risco;
- T= tempo de aviso em horas;
- X é igual a 4,012 no caso de cânion e zero no caso de terreno plano.

Para a avaliação das externalidades no caso de acidentes, o número de vítimas encontrado é então multiplicado pela probabilidade de ocorrência do evento, tipicamente 10^{-4} , e pelo valor estatístico de uma vida perdida, como no caso de perdas de vida quando se trata da análise de externalidades de usinas térmicas, convencionais ou nucleares. Este tratamento torna a análise coerente com a estimativa das externalidades das demais fontes de energia.

Outra questão discutível refere-se a hidreletricidade ser ou não um recurso renovável. Se um governo está disposto a considerar o processo oneroso e repetitivo da remoção de sedimentos acumulados em uma barragem, então a hidreletricidade pode ser considerada um recurso renovável. A remoção de sedimentos das barragens é a chave para a manutenção da capacidade de geração. Entretanto, devido à tremenda degradação ambiental que se segue a tais projetos, reservatórios hidrelétricos não podem ser considerados como sustentáveis. Talvez a melhor classificação seria a de 'recursos potencialmente renováveis, não sustentáveis' (Murphy, 2001). No caso de ser descartada a remoção dos sedimentos, deveria ser considerado o descomissionamento das usinas no final da vida útil, tentando o retorno do rio àquelas condições anteriores ao barramento.

Atualmente existem mais de 75 mil barragens (superiores a 3 metros) nos Estados Unidos, sendo que seus reservatórios cobrem cerca de 3% da área do território americano. Em um dado ano, 60% das vazões dos rios podem ser represadas (<http://www.seaweb.org/background/book/dams.html>, 2003). A maior parte das barragens nos EUA foi construída entre 1935 e 1965, período no qual os estudos dos diversos impactos criados por estas obras não possuíam grande importância. Atualmente, embora pequenas barragens continuem a ser construídas, acredita-se, que devido aos altos custos envolvidos, à rejeição popular e aos impactos gerados, serão poucos os projetos de grandes represas a serem realmente concretizados.

Outra questão refere-se à navegação fluvial. Uma única companhia de barcos monopoliza o transporte de grãos, obtendo benefícios e subsídios às custas da economia a jusante da barragem, no estado americano de Columbia. Esta companhia de fato não paga nenhum custo do sistema, nem tampouco colabora de alguma forma para mitigar o problema referente à extinção da fauna aquática. Contudo, de acordo com uma análise econômica efetuada, incluindo os custos de operação da barragem e das medidas de mitigação requeridas pelos

órgãos ambientais, os verdadeiros custos sociais dos dois sistemas competidores (ferroviário e fluvial) são:

- Fluvial = U\$1,23/tonelada + U\$12,66/tonelada (subsídios) = U\$13,89/tonelada, incluindo subsídios;
- Ferroviário = U\$1,26/tonelada.

Em outras palavras, de acordo com esses dados, a única razão para que o transporte fluvial continue a ser efetuado, são os altos subsídios pagos por terceiros. Ou seja, a própria população se vê forçada a financiar a destruição dos salmões, conforme conclusão apresentada por Spain e Grader (1999).

Na verdade, o que muitas vezes está em jogo são os diversos interesses para os diferentes usos de uma barragem, o que geralmente cria conflito. Por exemplo, para maximizar a geração de energia elétrica é necessário que o reservatório funcione próximo à cota máxima de operação; ao passo que para a prevenção de inundações o nível de água tem que ser baixo. Embora uma represa não possa simultaneamente atender a ambos os objetivos, muitas são classificadas como multipropósito, para auxiliar a aceitação popular a estes empreendimentos. Além disso, foi passada à sociedade uma idéia quase que inquestionável de que hidreletricidade é uma alternativa renovável, limpa e barata. Embora os impactos ambientais causados pelas hidrelétricas possam ser menos óbvios do que as colunas de fumaça oriundas das termelétricas a carvão, nem por isso eles deixam de ser significativos.

Em primeiro de julho de 1999 a barragem Edwards, no Estado americano do Maine, foi demolida após vários protestos da associação dos pescadores da federação da costa do Pacífico, que protestaram durante anos devido à extinção de várias espécies de salmões. Segundo denunciou o Pacific Institute Research (Gleick et al., 2002), as externalidades de várias hidrelétricas eram artificialmente equacionadas como sendo nulas e desprezadas para que os projetos parecessem melhores.

No caso de ruptura da barragem, os danos podem ser catastróficos. Em 12 de março de 1928, a barragem de Saint Francis rompeu-se e a inundação seguiu pelo vale do Rio Santa Clara e pelo canyon de San Francisquito. A inundação matou 500 pessoas. Contudo, o episódio mais controverso no que diz respeito a acidentes em barragens teria ocorrido em 5 de agosto de

1975, na China. Segundo algumas referências (Topping, 1996; International Rivers Network 1998), um tufão destruiu as barragens de Banqiao e Shimantan, na província de Henan. O desastre foi mantido em segredo pelas autoridades, e somente revelado ao mundo em 1995. As águas do chamado “rio dragão”, unidas às forças dos ventos, derrubaram 63 barragens, matando 230 mil pessoas. Contudo, esse número não é ratificado por outras referências. Algumas falam em 85 mil, outras em 25, 20, ou até mesmo em dezenas de milhares de mortes, sem especificar um número (Probe International, 1997; World Commission on Dams, 2000). No Brasil tem-se o caso das usinas de Euclides da Cunha e Armando de Salles Oliveira na época de propriedade da CESP (Centrais Elétricas da São Paulo) que ruíram em um evento de cheia (Brazilian Committee on Large Dams, 1982 e Comitê Brasileiro de Barragens, 1982).

Alguns riscos associados à geração de hidreletricidade em barragens de dimensões diversas foram abordados por Spiekerman e Hirschberg (1998). Os autores observaram que os resultados refletem a influência de restrições geográficas e temporais, assim como a capacidade e finalidade da barragem.

2.6 - Efeitos Ambientais da Remoção de Barragens

Com o final da vida útil das barragens, talvez a solução para se resolver todas essas questões seja a retirada das barragens. Todavia, essa é uma questão extremamente complexa. A ausência de estudos adequados e de cuidados especiais para a remoção das barragens pode acarretar em severos impactos adversos. O processo padrão para a remoção de barragens se inicia com um esvaziamento controlado do reservatório até níveis muito baixos. Na seqüência, a barragem é removida com o uso de dinamite ou através de um outro processo de demolição, dependendo do seu tamanho e composição. Finalmente, escombros são removidos e o rio corre livremente uma vez mais.

Os impactos oriundos dessa remoção podem ser sentidos em diferentes momentos. Os efeitos que ocorrem durante o processo de demolição são geralmente temporários e limitados ao distúrbio da vida animal nas circunvizinhanças do local, devido à poeira, ao ruído e à presença de um grande número de pessoas, o que não ocorre exclusivamente na demolição de barragens. Entretanto, outras conseqüências são específicas deste tipo de construção e medidas mitigadoras devem ser consideradas antes da remoção, e possivelmente

implementadas como parte do processo como um todo. Um dos grandes problemas para que isso realmente se concretize é a forte interdependência entre os impactos, além da escassez de estudos sobre o tema (<http://www.geocities.com/craigdolphins/Essays/DamEssay.html>, 2003).

A remoção de barragens solucionaria muitos problemas de migração para peixes e invertebrados de sistemas fluviais. Alguns estudos demonstraram que peixes são rápidos em explorar novos habitats disponíveis. Bryant et al. (1999) demonstraram que escadas de peixes permitiram que algumas espécies de salmões e trutas tivessem acesso a áreas de desova a jusante das cataratas em Margaret Creek, no Estado do Alaska. Existem evidências que a retirada de barragens permitiu que algumas espécies recolonizassem áreas anteriormente por elas habitadas. A remoção da barragem Woolen Mills no Rio Milwaukee, no Estado do Wisconsin, tornou possível que o *Micropterus dolomieu* (Smallmouth Bass) desovasse em locais anteriormente inacessíveis devido ao impedimento físico existente (Kanehl e Lyons, 1997). Além disso, a remoção de barragens no Rio Baraboo aumentou a diversidade de 11 para 24 espécies (Wisconsin State Department of Natural Resources, 2000).

Outros estudos ambientais referentes a retirada de barragens, abordam primordialmente os seguintes tópicos (<http://www.geocities.com/craigdolphins/Essays/DamEssay.html>):

- remoção de barreiras físicas e descomissionamento de barragens;
- restauração da estrutura comunitária em áreas anteriormente fechadas;
- reestruturação da vegetação e das terras úmidas marginais ao rio;
- condições restauradas em áreas anteriormente fechadas;
- liberação a jusante dos sedimentos retidos;
- efeitos nas áreas costeiras;
- efeitos térmicos;
- perdas hídricas e gases de efeito estufa;
- riscos a saúde;
- restauração do fluxo dos rios.

2.7 - Externalidades

As atividades energéticas, entre elas a geração de energia elétrica, constituem-se em uma das maiores fontes de degradação ambiental em níveis local, regional e global, afetando o clima, os ecossistemas, a saúde humana, construções e monumentos de valor histórico. A avaliação dos impactos ambientais e à saúde humana decorrentes da implementação de diferentes sistemas energéticos vem se tornando, cada vez mais, uma ferramenta fundamental para a tomada de decisão dentro do planejamento energético. Isto ocorre devido aos seguintes fatores (Jacomino et al,2000a):

- A necessidade de integrar interesses ambientais na tomada de decisão sobre a escolha entre diferentes tipos de combustíveis e tecnologias de energia;
- A necessidade de se avaliar os custos e os benefícios de normas ambientais mais rígidas;
- A necessidade de se desenvolver os indicadores globais do desempenho ambiental de diferentes tecnologias;
- O aumento do interesse no uso de instrumentos econômicos para a política ambiental;
- Maiores mudanças no setor energético, incluindo privatização, liberalização de mercados, redução de subsídios, dentre outros.

A partir de 1970, com o aumento da demanda e produção de energia elétrica, das fontes primárias utilizadas e das respectivas tecnologias adotadas, observou-se uma crescente degradação ambiental caracterizada principalmente pela emissão de gases que afetam a camada de ozônio, que provocam chuva ácida, ou que causam o efeito estufa. Os impactos provocados por tais emissões, como o aquecimento do planeta e a chuva ácida, têm sido estudados intensivamente e são motivo de discussão em todos os países pelos tomadores de decisão. Paralelamente, os impactos sócio-ambientais provocados pela utilização da energia nuclear por causa dos acidentes potenciais e pelo tratamento e deposição dos rejeitos radioativos também são discutidos em âmbito mundial.

Na teoria econômica neoclássica, o termo empregado para expressar os impactos sócio-ambientais é denominado externalidades. Entende-se como externalidades os impactos negativos trazidos por uma tecnologia de geração cujos custos não são incorporados ao preço do produto e, conseqüentemente, não são repassados aos consumidores, sendo arcados por

uma terceira parte, ou pela sociedade como um todo. A monetarização destas externalidades dá origem aos custos externos ou sócio-ambientais (Jacomino et al, 2000b).

As principais externalidades consideradas na geração de energia elétrica, pelas várias fontes e tecnologias empregadas, são os danos ao meio ambiente, às edificações, a atividade agropecuária e, principalmente, à saúde da população sob influência do empreendimento. A intensidade desses danos depende das características ambientais do local onde a usina está localizada, densidade populacional e condições meteorológicas, medidas de segurança empregadas e tecnologias utilizadas para a redução das emissões, entre outros fatores.

Entretanto, são vários os problemas para as estimativas das externalidades originadas pela geração de energia elétrica. Pode-se citar a interdependência entre as tecnologias utilizadas e a localização das usinas geradoras, as incertezas nas causas e natureza dos impactos para a saúde e o ambiente, os reduzidos estudos de avaliação econômica e as questões metodológicas envolvendo a utilização dos resultados econômicos e ambientais.

A Comunidade Européia iniciou em 1991 uma série de estudos para estabelecer um programa de pesquisa para identificar uma metodologia apropriada para estimar as externalidades de energia, que resultou no estudo ExternE – Externalities of Energy (IER, 1997). Dentro desse escopo, o grupo de pesquisadores da Universidade de Stuttgart desenvolveu uma ferramenta computacional denominada EcoSense para estimar as externalidades de diversas opções de geração elétrica por usinas termelétricas. O modelo EcoSense é um programa desenvolvido para quantificação de impactos ambientais e custos externos resultantes da geração de termoeletricidade e outras atividades industriais. Baseado no método de aproximação da função dano estabelecida no projeto ExternE, o EcoSense provê riscos pertinentes e modelos requeridos para uma taxa de impacto integrada relacionada a poluentes particulados transportados pelo ar (IER, 1999).

A aproximação pela função dano efetua a avaliação de impactos de uma maneira lógica, usando modelos apropriados e dados disponíveis. Os métodos variam do uso de relações estatísticas simples, como no caso de efeitos de saúde ocupacional, ao uso de séries de modelos complexos e bancos de dados, como nos casos de chuva ácida e efeitos do aquecimento global. Esta aproximação requer uma definição detalhada do ciclo de combustível e do sistema dentro do qual o ciclo de combustível opera, com respeito a tempo e

espaço. Exemplos de alguns dados típicos necessários são: dados tecnológicos e de emissões, especificações do combustível usado, condições meteorológicas que afetam dispersão de poluentes atmosféricos, dados demográficos, condição de recursos ecológicos, sistemas de valores de indivíduos que determinam a estimação de bens não comercializáveis, entre outros.

De acordo com avaliações efetuadas por grupos internacionais de peritos, foram identificadas as funções a ser usadas para avaliação de dano nas seguintes áreas: saúde humana, materiais de construção, plantações, florestas, pesca em água doce e biodiversidade (<http://externe.jrc.es/overview.html>, 2004).

Mas estas preocupações não se restringem exclusivamente aos países de primeiro mundo. O relatório “Incorporação da Metodologia para Análise Integrada de Impactos de Usinas Hidrelétricas ao Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas” (Pires et al., 1997), apresentado no workshop “A dimensão ambiental nos estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas”, realizado no Rio de Janeiro em 1997, apresenta a sistemática que é atualmente adotada nos estudos ambientais, com o objetivo de levantamento dos dados e o diagnóstico ambiental, além da avaliação dos impactos por aproveitamento.

O trabalho de Souza (2000) apresenta uma análise comparativa de duas abordagens sobre o impacto ambiental de hidrelétricas, utilizando o módulo ambiental do modelo SUPEROLADE e a metodologia CEPEL. Os dois instrumentos são ferramentas que antecipam a consideração dos aspectos ambientais para as fases iniciais do planejamento e da definição das políticas, dos planos e dos programas para o setor elétrico. O SUPEROLADE utiliza a idéia de selecionar fatores ambientais que representem a realidade estudada dentro de uma abordagem multiobjetiva. Já a metodologia CEPEL foi desenvolvida para a avaliação de impactos ambientais na fase de inventário das bacias hidrográficas, incluindo o diagnóstico ambiental, identificação e previsão dos impactos, análise dos impactos propriamente dita e proposição de medidas mitigadoras. A flexibilidade da metodologia CEPEL, aliada à ênfase que é dada à fase de diagnóstico ambiental, revelam diferenças significativas em relação à desenvolvida no modelo SUPEROLADE.

Análises comparativas entre os diversos sistemas de geração de energia elétrica também foram apresentadas em um documento da AIEA (AIEA, 1995). O Comitê Mundial das Grandes Barragens também demonstrou a sua preocupação com o tema em questão, e no seu

relatório de novembro de 2000 dedicou um capítulo especialmente a questões relacionadas aos impactos ambientais (World Commission on Dams, 2001).

Lansing (1995) efetuou uma análise dos custos de quatro barragens hidrelétricas existentes no Rio Snake, considerando os valores das externalidades, e encontrou números extremamente elevados. Segundo o autor, a remoção das barragens e a geração de energia a partir do gás natural poderiam trazer um ganho anual da ordem de 86 milhões de dólares. Contudo, Bertel e Fraser (2002) alertam que resultados de cálculos de externalidades são raramente utilizados pelos tomadores de decisão. Balmer et al. (2000) analisam a questão das externalidades associadas à geração hidrelétrica na Suíça e lembra que esta é uma linha de pesquisa pouco explorada e totalmente dependente das características do local.

A ELETROBRAS, a partir da sistematização dos aspectos e dos impactos, define as externalidades apropriadas à valoração e à incorporação no planejamento de longo prazo do setor elétrico, atendendo aos critérios de:

- grau de importância para o desenvolvimento sustentável da economia do país;
- dificuldade em eliminar a externalidade através da adoção de medidas de controle, compensação ou mitigação, e;
- viabilidade de aplicação da valoração no planejamento de longo prazo a um custo não proibitivo (<http://www.cenergia.org.br/publicacoes/down/metodologias.doc>, 2004).

A valoração dos danos causados a biodiversidade é justificada pela grande diversidade biológica presente no país e pelo valor econômico que representa. Além do mais, a análise não se restringe especificamente às hidrelétricas, mas também integra outros fatores, como, por exemplo, as externalidades devido à implantação de linhas de transmissão, que acarreta as seguintes consequências: interferência em terras indígenas (usinas hidrelétricas da Amazônia) e de outros grupos étnicos, deslocamento de populações, possível efeito do campo eletromagnético sobre a saúde humana, efeitos biológicos na fauna e na flora, rádio interferência, interferência de TV, interferência nas comunicações, ruído audível, degradação da paisagem, desordem cênica e falta de integração visual (poluição visual), efeito de borda, retirada da cobertura vegetal, erosão do solo, interferência na rota de migração de pássaros, interferência em atividades agropecuárias: limitação do uso do solo devido à área de servidão, entre outras.

3 – ESTUDOS ENERGÉTICOS E DE CENÁRIOS HÍDRICOS

Nesse capítulo é feita uma apresentação das condições de contorno relativas ao Estado de Minas Gerais. Assim, são apresentadas as empresas concessionárias de energia elétrica que atuam no Estado, em seguida é feita uma breve apresentação dos modelos utilizados para suporte dos estudos desenvolvidos, e apresenta-se as bacias hidrográficas que cobrem o Estado. Ao final é apresentada a metodologia que norteia o desenvolvimento do trabalho, no qual são analisados oito grandes reservatórios considerados representativos dentro do Estado de Minas Gerais.

3.1 – Introdução

Seis empresas de energia elétrica atuam no Estado de Minas Gerais: Companhia Força e Luz Cataguazes Leopoldina, Departamento Municipal de Energia Elétrica de Poços de Caldas (DME), Empresa Elétrica Bragantina, Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), Companhia Luz e Força de Mococa e Furnas Centrais Elétricas.

O maior sistema elétrico do Estado é o da CEMIG, que conta com 46 usinas de geração, sendo 42 hidrelétricas, três térmicas e uma eólica. Desse total, 15 são consideradas de grande e médio porte e 31 são pequenas usinas. A primeira usina da CEMIG foi Gafanhoto, situada no Rio Pará, próxima à cidade de Divinópolis, construída pelo Governo do Estado em 1946. Sua construção possibilitou a implantação da Cidade Industrial de Contagem.

Entre 1952 e 1962, a CEMIG construiu as usinas de Tronqueiras (Rio Tronqueiras); Itutinga (Rio Grande), Piau (Rios Pinho e Piau) e Três Marias (Rio São Francisco) — uma das maiores barragens do País na época de sua construção, em 1962. Mais tarde, vieram outras usinas como Jaguará (Rio Grande), São Simão (Rio Paranaíba) — a maior usina da CEMIG, Emborcação (Rio Paranaíba), Nova Ponte (Rio Araguari) e Miranda (Rio Araguari).

As TAB.s 3.1 e 3.2 apresentam a relação das maiores usinas hidrelétricas do Estado de MG, pertencentes a duas concessionárias: FURNAS e CEMIG.

As FIG.s 3.1 e 3.2 apresentam a localização destas usinas no Estado:

TABELA 3- 1 – Principais usinas de Furnas em Minas Gerais

Usina	Localização	Capacidade Instalada (kW)
Itumbiara	Rio Paranaíba	2.082.000
Marimbondo	Rio Grande	1.440.000
Furnas	Rio Grande	1.216.000
Estreito	Rio Grande	1.050.000
Mascarenhas de Moraes	Rio Grande	476.000
Porto Colômbia	Rio Grande	320.000
Funil	Rio Paraíba do Sul	216.000

Fonte: FURNAS, 2004

TABELA 3- 2 – Principais usinas da CEMIG

Usina	Localização	Capacidade Instalada (kW)
São Simão (1ª etapa)	Rio Paranaíba	1.710.000
Emborcação	Rio Paranaíba	1.192.000
Nova Ponte	Rio Araguari	510.000
Jaguara (1ª etapa)	Rio Grande	424.000
Miranda	Rio Araguari	397.500
Três Marias (1ª etapa)	Rio São Francisco	396.000
Volta Grande	Rio Grande	380.000
Térmica Igarapé	Juatuba	132.000
Salto Grande	Rio Santo Antônio	102.000
Itutinga	Rio Grande	52.000
Camargos	Rio Grande	48.000
Piau	Rios Pinho e Piau	18.012
Gafanhoto	Rio Pará	12.880
Peti	Rio Santa Bárbara	9.400
Rio das Pedras	Rio das Velhas	9.280
Poço Fundo	Rio Machado	9.160
Joasal	Rio Paraibuna	8.000
Tronqueiras	Rio Tronqueiras	7.870
Martins	Rio Uberabinha	7.720
Cajuru	Rio Pará	7.200
São Bernardo	Rio São Bernardo	6.825
Paraúna	Rio Paraúna	4.280
Pandeiros	Rio Pandeiros	4.200
Paciência	Rio Paraibuna	4.080
Marmelos	Rio Paraibuna	4.000
Dona Rita	Rio Tanque	2.410
Salto de Morais	Rio Tijuco	2.400
Sumidouro	Rio Sacramento	2.120
Anil	Rio Jacaré	2.080
Machado Mineiro	Rio Pardo	1.840
Xicão	Rio Santa Cruz	1.808
Outras usinas	-	3.440

Fonte: CEMIG, 2004



FIGURA 3. 1 – Localização das principais usinas da CEMIG
 Fonte: www.cemig.gov.br, 2004

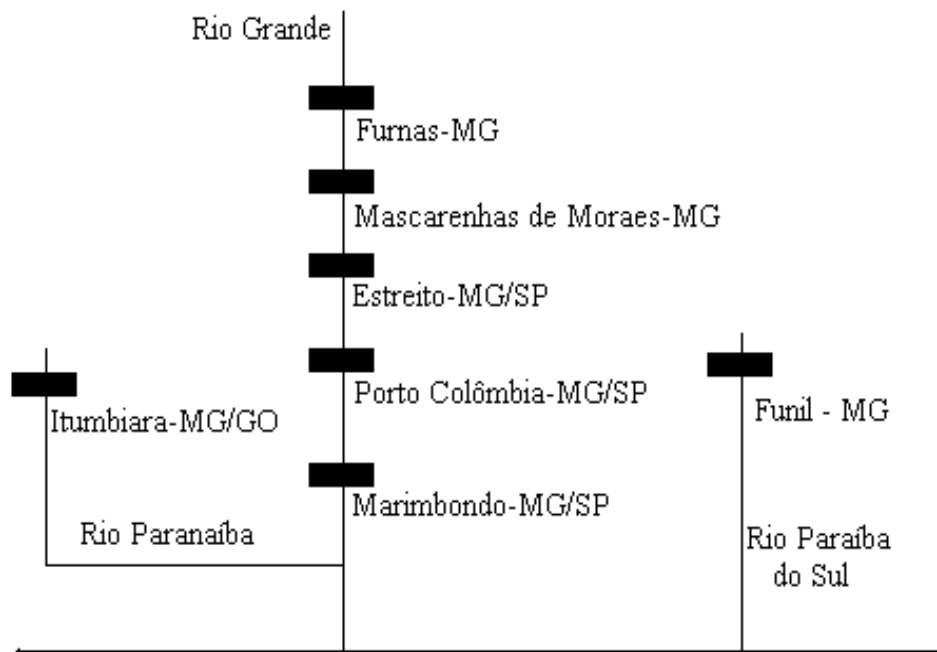


FIGURA 3. 2 – Sistema de geração de Furnas (elaboração própria)

3.2 – Banco de Dados e Ferramentas Computacionais

A seguir, apresenta-se uma relação dos bancos de dados e das ferramentas computacionais utilizadas para o desenvolvimento desta etapa do trabalho.

3.2.1 – SIPOT

O Sistema de Informação do Potencial Hidrelétrico Brasileiro - SIPOT, é um banco de dados desenvolvido pela ELETROBRÁS através da Divisão de Recursos Hídricos do Departamento de Estudos Energéticos, da antiga Diretoria de Planejamento e Engenharia, em conjunto com o Programa de Planejamento Energético da COPPE (ELETROBRAS, 1997).

No SIPOT, em termos de potencial hidrelétrico, estão armazenadas as principais características de cerca de quatro mil locais, a saber:

1. Identificação e localização de cada usina, com nome, código, rio e coordenadas geográficas;
2. Características físicas, como níveis d'água, volumes de reservatório, áreas inundadas e queda;
3. Características energéticas, como potência e energia firme;
4. Dados hidrológicos, como séries de vazões naturais e curvas chave;
5. Dados de custos, como cronogramas de desembolso e custo total do projeto, totalizando cerca de 50 itens de dados armazenados através de 110 campos de informação por local de barramento.

Além de definir o valor conhecido do potencial hidrelétrico nacional, tais informações alimentam os modelos matemáticos voltados para o planejamento da expansão da geração de curto, médio e longo prazos.

Essas informações estão também organizadas sob a forma de diagramas topológicos com a representação gráfica das posições relativas de todos os locais de aproveitamento armazenados no SIPOT, incluindo o rio, nome do aproveitamento, código de identificação, níveis d'água máximo normal e normal de jusante, unidade da federação, além do estágio de desenvolvimento do aproveitamento.

O SIPOT permite a consulta aos dados de cada usina separadamente, e a impressão de relatórios e quadros resumo com as informações de potência instalada organizadas por diversos itens da base de dados, tais como estágio de desenvolvimento, unidade da federação, empresa concessionária e bacia hidrográfica.

3.2.2 - Atlas Hidrológico

O Atlas Hidrológico do Brasil, iniciativa conjunta da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL - do Ministério das Minas e Energia, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, apresenta o sistema hídrico do Brasil dividido em oito bacias hidrográficas (MMA et al, 1998).

O Atlas visa fornecer às instituições públicas e privadas, usuários de recursos hídricos e comunidade em geral, informações sobre os recursos hídricos do País, compreendendo tanto aspectos técnicos quanto jurídico-institucionais. A versão pioneira foi lançada preliminarmente em 22/03/98 – Dia Internacional da Água.

O Atlas Hidrológico do Brasil apresenta informações sobre as bacias hidrográficas do país (FIG. 3.3), compreendendo séries fluviométricas, pluviométricas e de qualidade de águas obtidas em postos das redes de monitoramento sistemático mantidas por instituições federais. Além disso, oferece a seus usuários as leis, decretos, normas e regulamentos que disciplinam o uso múltiplo dos recursos hídricos.

3.2.3 – VALORAGUA

O modelo VALORAGUA, desenvolvido pela EDP - Electricidade de Portugal, otimiza a estratégia de operação de sistemas de potência hidro-térmicos. Na América Latina, a Argentina, Cuba, México, Colômbia, Peru, Chile, Venezuela e Paraguai utilizam softwares da AIEA, em seus estudos visando à expansão do sistema elétrico de potência.

O manual do programa VALORAGUA lista todas as informações necessárias para a modelagem de um sistema elétrico de potência. O programa requer dados referentes aos reservatórios, usinas termelétricas e hidrelétricas, tais como vertedouros, séries de vazões anuais, posicionamento dentro de uma cadeia hídrica, taxas de evaporação, taxas de

manutenção programada e não programada, frações máxima e mínima que definem o estágio operacional de cada reservatório, perdas hidráulicas, entre outros.



FIGURA 3.3 – Bacias Hidrográficas Brasileiras
Fonte: Atlas Hidrológico Brasileiro, MMA et al., 1998

O objetivo primordial do VALORAGUA é determinar a estratégia operacional de um sistema cuja configuração de potência é fixa, levando em consideração as mais significativas restrições e incertezas que caracterizam a operação de sistemas de potência hidro-térmicos.

Dada a natureza dinâmica da operação de reservatórios hidrelétricos e a aleatoriedade das séries de vazões anuais, o tomador de decisões é confrontado com um problema sequencial de natureza estocástica, e a cada período de simulação é necessário escolher entre o valor de uso imediato da água, medido pela correspondência econômica como “combustível”, e os benefícios futuros de se armazenar esta água e utilizá-la posteriormente. Do ponto de vista matemático, este é um problema multidimensional de grande complexidade (AIEA, 1992).

O VALORAGUA é um programa de alocação dinâmica, composto por sete sub programas, sendo que uma breve descrição de cada um dos módulos segue abaixo:

- CLEAR – O objetivo deste programa é inicializar (formatar) o arquivo G14, usado para armazenar todas as informações utilizadas como entradas ou geradas como resultados pelos diversos módulos;
- CADIR – Esse módulo processa todas as informações relacionadas ao sistema elétrico de potência dentro do período de simulação;
- VALAGP – Esse módulo é usado para determinar a política de operação economicamente ótima do sistema elétrico de potência;
- MAINT – Determina uma tabela de manutenção ótima para as plantas térmicas, de acordo com os valores especificados de geração das usinas hidrelétricas;
- RESEX – Usado para criar tabelas que contém o sumário os resultados globais da operação ótima do sistema elétrico de potência, conforme os resultados prévios do VALAGP;
- RESIM – Gera dados de saída para cada mês e condição hidrológica, incluindo resultados totais ou parciais para um componente fixo do sistema elétrico de potência;
- VWASP – Este programa tem como objetivo preparar os dados necessários de entrada do sistema hídrico a serem usados pelo modelo WASP, visando o planejamento da expansão a longo prazo.

O VALORAGUA foi utilizado neste trabalho de tal forma que o sistema elétrico de potência considerado era constituído, em cada uma das modelagens realizadas, apenas pelas usinas hidrelétricas simuladas e por uma usina termelétrica fictícia (seções 3.4 e 3.5). O restante do sistema interligado não foi considerado. Há de se ressaltar que a energia não servida é modelada no VALORAGUA como uma central termelétrica, com capacidade equivalente à máxima energia não servida no sistema. Assim sendo, existe um grande inter-relacionamento entre a operação do sistema hidráulico e do térmico, o primeiro sendo afetado pelos custos de operação do segundo.

O modelo VALORAGUA permite a utilização de vários “nós” para representar as interações hidráulicas e elétricas entre estes sistemas elétricos. No caso deste trabalho, o sistema simulado foi considerado como possuindo um único nó elétrico, ou seja, todas as usinas modeladas estão associadas ao mesmo sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, não existendo portanto, sistemas independentes. Desta forma, o programa assume a existência de uma interligação elétrica entre todas as unidades de geração.

A demanda energética do sistema é fracionada em 12 partes, cada uma correspondendo a um mês do ano. As frações mensais de consumo foram obtidas de acordo com dados fornecidos pela CESP. Visando simplificar as simulações, não se considerou a hipótese da exportação de energia, nem foram modeladas unidades de bombeamento. As características das linhas de transmissão de energia elétrica, tais como reatância e tensão operacional não necessitam ser especificadas já que o sistema foi configurado como possuindo somente um nó elétrico (AIEA, 1992).

3.3 – Bacias Hidrográficas

Das oito bacias hidrográficas brasileiras, três banham o Estado de Minas Gerais: bacia do São Francisco, do Atlântico Leste e do Paraná. Os aproveitamentos em estudo se encontram distribuídos nestas três bacias.

3.3.1 - Bacia do São Francisco

A bacia do Rio São Francisco possui uma vazão média anual de 3.360 m³/s, volume médio anual de 106 km³ e uma área de drenagem de 631.000 km², o que representa 7,5% do território nacional; 83% da área da bacia localiza-se nos Estados de Minas Gerais e Bahia, 16% em Pernambuco, Alagoas e Sergipe, e o restante 1% em Goiás e no Distrito Federal.

O Rio São Francisco é o mais importante da bacia, com uma extensão de 2.700 km, e tem suas nascentes na Serra da Canastra, em Minas Gerais. Atravessando a longa depressão encravada entre o Planalto Atlântico e as Chapadas do Brasil Central, segue a orientação sul/norte até aproximadamente a cidade de Barra, dirigindo-se então para Nordeste até atingir a cidade de Cabrobó, quando se volta para o Sudeste e desemboca no Oceano Atlântico. A sua importância se deve não só pelo volume de água transportado numa região semi-árida, mas principalmente pela sua contribuição histórica e econômica na fixação das populações ribeirinhas e na criação das cidades hoje plantadas ao longo do vale, bem como pelo potencial passível de aproveitamento em futuros planos de irrigação dos solos situados à sua margem. Geograficamente, o vale tem sido subdividido em 4 regiões principais:

- Alto São Francisco, desde suas nascentes até a cidade de Pirapora;
- Médio São Francisco, de Pirapora até Remanso;

- Submédio São Francisco, de Remanso até Paulo Afonso;
- Baixo São Francisco, de Paulo Afonso até sua foz.

O Rio São Francisco possui 36 tributários principais, dos quais apenas 19 são perenes, destacando-se entre estes, pela margem direita, os Rios Paraopeba, das Velhas e Verde Grande, e pela margem esquerda, os Rios Paracatu, Urucuia, Carinhanha, Corrente e Grande. As áreas de drenagem destes afluentes, com exceção do Rio Verde Grande, estão situadas na região da bacia não abrangida pelo Polígono das secas e, embora representem cerca de 50% da área total da bacia, são responsáveis por 85% dos deflúvios de estiagem e 74% dos deflúvios máximo da bacia, que ocorrem na seção de Traipu.

Esta distribuição irregular das disponibilidades hídricas superficiais é motivada pela conjugação de fatores hidrológicos, meteorológicos e geológicos, responsáveis também pelas secas periódicas que assolam extensas porções das partes médias e setentrional da bacia. Um balanço preliminar indica que dos volumes precipitados na bacia, em média 84% são consumidos pela evaporação e evapotranspiração, 11% se escoam através dos cursos d'água e 5% vão realimentar os aquíferos.

A ocorrência de água subterrânea está intimamente ligada às formações geológicas da bacia. Nos terrenos cristalinos, o potencial hídrico é bastante reduzido, geralmente apresentando altos índices de resíduos secos e, em certos casos, com elevada dureza, o que as tornam imprestáveis ao consumo humano, servindo no entanto para dessedentar rebanhos. Já nos terrenos sedimentares estão localizadas as maiores reservas de água subterrânea da bacia. Sua exploração é limitada apenas em algumas regiões dos sistemas aquíferos, devido à qualidade inadequada em função dos usos previstos, a inacessibilidade dos mananciais e aos fatores econômicos de exploração.

A bacia do São Francisco é dividida em oito sub bacias (FIG. 3.4):

- Sub bacia 40: Rios São Francisco, Pará, Paraopeba e Indaiá;
- Sub bacia 41: Rios São Francisco, das Velhas e Abaeté;
- Sub bacia 42: Rios Paracatu e Jequitá;
- Sub bacia 43: Rio Urucuia;

- Sub bacia 44: Rios São Francisco e Verde Grande;
- Sub bacia 45: Rios São Francisco, Formoso, Corrente e Carinhanha;
- Sub bacias 46 e 47: Rios São Francisco, Grande e Paramirim;
- Sub bacia 48: Rios São Francisco, Brígida, Pajeú e Curuça.
- Sub bacia 49: Rios São Francisco, Moxotó, Ipanema e Traipu.

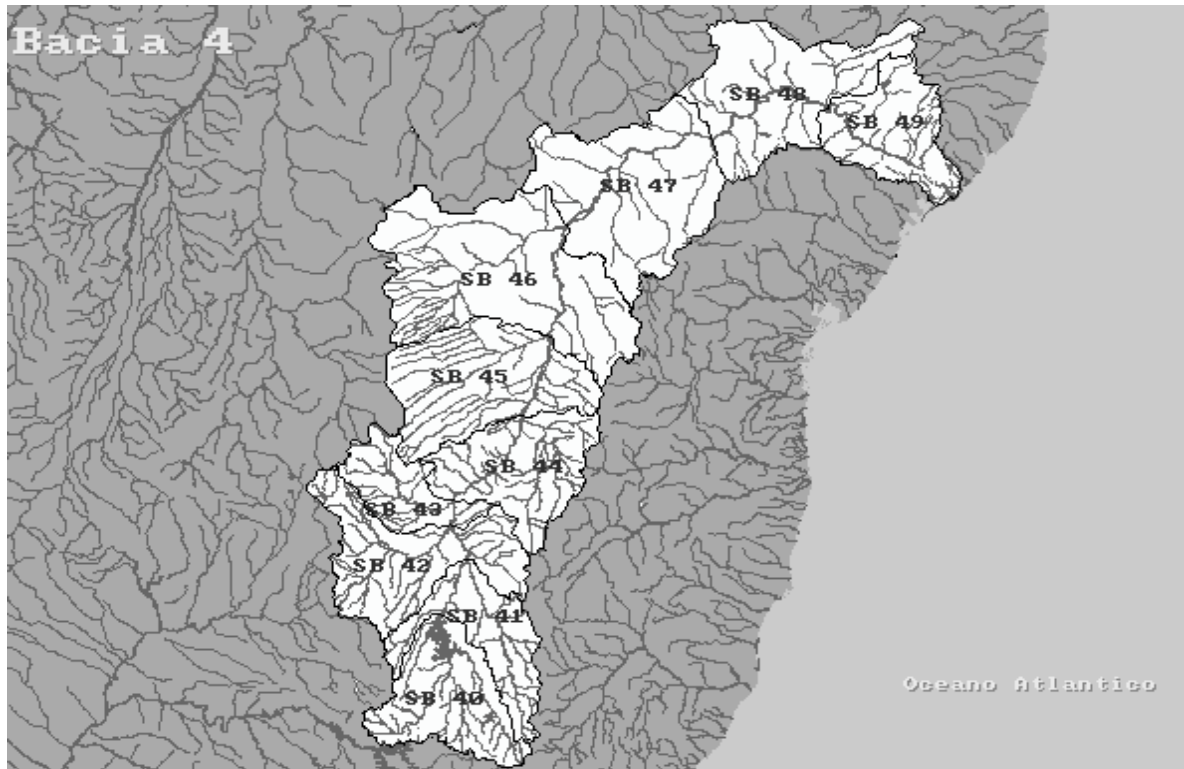


FIGURA 3. 4 – Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.
 Fonte: Atlas Hidrológico Brasileiro, MMA et al., 1998

3.3.2 - Bacia dos Rios da região do Atlântico Sul trecho leste

A bacia hidrográfica do Atlântico Leste está localizada entre as latitudes 10° e 23° S e longitudes 37° e 46° W e abrange partes dos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Sergipe, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Esta bacia compreende a área de drenagem dos rios que deságuam no Atlântico, entre a foz do Rio São Francisco, ao norte, e a divisa entre os Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, ao sul. Possui uma vazão média anual de 3.690m³/s e volume médio anual de 117 km³ em uma área de drenagem calculada em 569.000 km².

A bacia do Atlântico Leste desenvolve um papel importante no tocante ao abastecimento, à irrigação e à geração de energia elétrica, e é um fator condicionante dos mais favoráveis ao processo de desenvolvimento da região mais populosa do país.

Os principais rios da bacia assumem comportamentos distintos ocasionados por alguns fatores ambientais regionais, tais como o clima, a geomorfologia e a geologia, entre outros, que alteram suas características individuais; desta forma, estes se agrupam apresentando comportamentos relativamente homogêneos. Os fatores ambientais modificam-se do litoral para o interior como também no sentido das latitudes. Ao norte da bacia, mais especificamente na Bahia, a Chapada Diamantina funciona como um divisor de águas entre a bacia do São Francisco e da vertente litorânea. É composta por vários rios que descem da Serra do Tombador em direção ao oceano, como o Itapicuru, o Jacuípe e o Paraguaçu. Os rios desta bacia podem ser classificados segundo dois grupos: os que correm predominantemente numa área mais seca, ao norte do Recôncavo, e os que nascem na encosta da Chapada Diamantina e do Espinhaço e se dirigem diretamente para o oceano, como é o caso do Jequitinhonha cujo curso maior desenvolve-se em Minas Gerais.

Estes rios se caracterizam ao norte por regime irregular mais acentuado, com vazantes de inverno/primavera no alto curso e que podem prolongar-se durante o verão. Em seus baixos cursos a estiagem de inverno/primavera desaparece, invertendo-se a situação no ano hidrológico, pois nesse período ocorrem então as cheias relacionadas com a ação dos alísios. Já os rios ao sul do Recôncavo, a partir do Paraguaçu, registram no alto curso vazantes também de inverno-primavera, porém menos acentuados, pois as precipitações tornam-se menos irregulares no sentido do sul. À medida que se atinge o baixo curso destes rios as chuvas abundantes da orla litorânea, de maior incidência nos meses de abril e maio, atenuam essa variação e dão ensejo a enchentes.

A bacia do Atlântico Leste é dividida em 10 sub bacias, assim intituladas (FIG. 3.5):

- Sub bacia 50 – Rios Itapicuru, Inhambupé e Japaratuba;
- Sub bacia 51 – Rios Paraguaçu, Jequié e Jequiriçá;
- Sub bacia 52 – Rios Conoagi e Contas;
- Sub bacia 53 – Rios Pardo e Cachoeira;

- Sub bacia 54 – Rio Jequitinhonha;
- Sub bacia 55 – Rios Jucuruçu, Itanhém, Itaúnas e São Mateus;
- Sub bacia 56 – Rios Paraíba do Sul e Muriaé;
- Sub bacia 57 – Rios Jucu, Timbuí, Itapemirim e Itabopoana;
- Sub bacia 58 – Rios Paraíba do Sul e Muriaé;
- Sub bacia 59 – Rios Guandu-Mirim, Macacu, Macaé.



FIGURA 3. 5 – Bacia Hidrográfica do Atlântico Leste.
 Fonte: Atlas Hidrológico Brasileiro, MMA et al., 1998

3.3.3 - Bacia Hidrográfica do Paraná

A bacia do Rio Paraná localiza-se quase que integralmente entre os paralelos 2 e 18 e os meridianos de longitude oeste 46° e 56°. Possui uma vazão média anual de 15.620 m³/s, volume médio anual de 495 km³ e uma área de drenagem total de 1.237.000 km², formada por oito sub-bacias.

A área da bacia abrange os territórios dos Estados de Mato Grosso, Paraná, São Paulo e partes dos territórios dos Estados de Minas Gerais e Goiás. Geograficamente, limita-se com as seguintes bacias hidrográficas brasileiras: com a Bacia Amazônica ao norte, Bacia do

Tocantins/Araguaia e do Rio São Francisco a noroeste, com a Bacia do Atlântico Trecho Leste, a sudeste, e com a Bacia do Uruguai, ao Sul. Grande parte de sua área está na Região Sudeste do Brasil.

O Rio Paraná, juntamente com os seus tributários, forma o maior dos sistemas fluviais que deságuam no estuário do Rio da Prata. Seu curso tem 4.000 km e é, portanto, o terceiro rio em extensão nas Américas, depois do Amazonas e do Mississipi.

O Rio Paraná, propriamente dito, se estende desde a confluência dos Rios Grande e Paranaíba, na latitude 20° S, até o Rio da Prata. No trecho que vai da confluência dos Rios Grande/Paranaíba até a sua junção com o Paraguai, 2.800 km a jusante, ele é denominado como Alto Paraná.

Entre os principais formadores do Rio Paraná podemos destacar o Rio Grande que nasce na Serra da Mantiqueira e se desenvolve ao longo de 1.300 km, no sentido leste/oeste, numa bacia cuja área é de 143.000 km² e contribui com 2.100 m³/s. O Rio Paranaíba é formado por muitos afluentes, dos quais o mais setentrional é o São Bartolomeu, que nasce na Serra dos Pirineus, nas proximidades de Brasília. A área hidrográfica da bacia do Rio Paranaíba é de 222.000 km², e a sua contribuição média é de 3.000m³/s.

O período de águas altas, é marcante durante o verão (novembro/fevereiro), e o de águas baixas vai de agosto a setembro. As vazões máximas do Alto Paraná e do Paraguai ocorrem em épocas diferentes. Esta bacia apresenta a seguinte subdivisão (FIG. 3.6):

- Sub bacia 60: Rio Paranaíba;
- Sub bacia 61: Rio Grande;
- Sub bacia 62: Rio Tietê;
- Sub bacia 63: Rios Sucuriu, Pardo, Verde e Peixe;
- Sub bacia 64: Rios Paranapanema e Ivinhema;
- Sub bacia 65: Rio Iguaçu;
- Sub bacia 66: Rios Paraguai, Miranda, Cuiabá e Taquari;
- Sub bacia 67: Rios Paraguai e Apa.

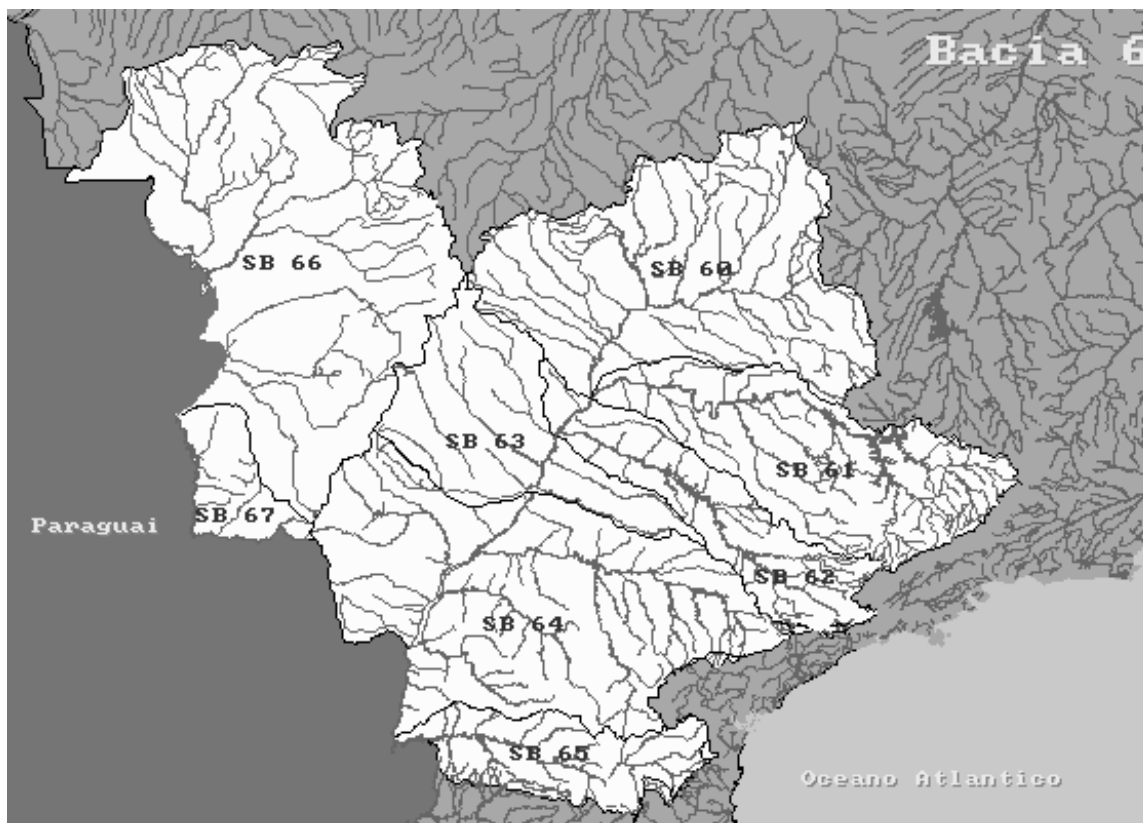


FIGURA 3. 6 – Bacia Hidrográfica do Paraná
 Fonte: Atlas Hidrológico Brasileiro, MMA et al., 1998

3.4 -Metodologia

O programa VALORAGUA foi utilizado para estudar as oito usinas hidrelétricas que são analisadas neste trabalho. Alguns dados destas usinas estão presentes no Anexo I. As informações técnicas necessários para esta simulação foram obtidos junto ao SIPOT, a CEMIG, a ANEEL e ao Atlas Hidrológico Brasileiro.

As hidrelétricas escolhidas para estudo foram Miranda, Nova Ponte e Emborcação, que se situam no Triângulo Mineiro, Camargos e Itutinga no Campo das Vertentes, Piau na Zona da Mata, Salto Grande na bacia do Rio Suaçuí e Três Marias na região do Alto São Francisco. A região norte do Estado de Minas Gerais não foi contemplada neste trabalho, visto que todos os aproveitamentos hidrelétricos do local, tais como Formoso, Pandeiros e Santa Marta, são usinas a fio d'água, e o objetivo do estudo de externalidades (capítulos 4, 5 e 6) é justamente o de se valorar os impactos ocasionados pela presença de reservatórios. Além disso, os aproveitamentos contemplados possuem dados georeferenciados e, portanto, são passíveis de serem analisados dentro da metodologia proposta.

As usinas avaliadas situam-se em diferentes regiões do Estado, já que, por exemplo, as características epidemiológicas da Zona da Mata são totalmente diferentes daquelas do Campo das Vertentes (a análise epidemiológica é apresentada no capítulo 5). A escolha de uma única região do Estado poderia induzir algum tipo de resultado. Para avaliar se existe alguma correlação entre a capacidade da usina, o tamanho do lago e o valor da externalidade, optou-se por analisar hidrelétricas de diferentes capacidades instaladas, sendo Emborcação a maior delas – 1.192 MW, e Camargos a menor – 48 MW. Ressalta-se aqui que o sistema interligado não é simulado neste trabalho.

As usinas estudadas também foram escolhidas em função da disponibilidade de dados relativos as emissões de gases de efeito estufa em reservatórios no Estado de Minas Gerais. Uma pesquisa efetuada em conjunto pela COPPE-UFRJ/MCT apresentou como resultado os valores das emissões em 243 lagos brasileiros, e os oito escolhidos nesta tese pertencem a este grupo. Os dados do IBGE relativos a produção agropecuária não se constituíram em fator limitador para a escolha dos aproveitamentos, visto que abrangem todo o Estado.

A FIG. 3.7 apresenta um arranjo esquemático do sistema em estudo, e a FIG. 3.8 a representação das áreas de influência deste sistema utilizando-se o software de geoprocessamento ARCVIEW. O ArcView é um software para tratamento de informações geográficas e mapeamento. Possibilita a visualização, exploração, solicitação e análise de dados geograficamente. Possui um ambiente de desenvolvimento integrado a uma linguagem de programação orientada a objeto, chamada Avenue, que é implementada através de scripts. A linguagem Avenue permite automatizar tarefas individuais, personalizar interface com o usuário dentro do ArcView, ou criar e integrar aplicações com o ArcView.

As simulações foram efetuadas de acordo com a série de vazões anuais existentes no SIPOT, que apresenta dados para o intervalo de 1931 a 1994. O período de estudo para o exemplo simulado vai de 1965 a 1994. As áreas de influência das hidrelétricas representadas na FIG 3.8 estão relacionadas com uma análise espacial epidemiológica de diversas enfermidades associadas à água, apresentada no capítulo 5. Ressalta-se aqui que não foi possível a modelagem, utilizando-se o VALORAGUA, da usina de Piau, devido à ausência de diversos dados necessários, tais como perdas hidráulicas, série de vazões anuais, altura da queda d'água, rendimento, frações máxima e mínima de operação do reservatório, taxas de manutenção programada e forçada, entre outros.

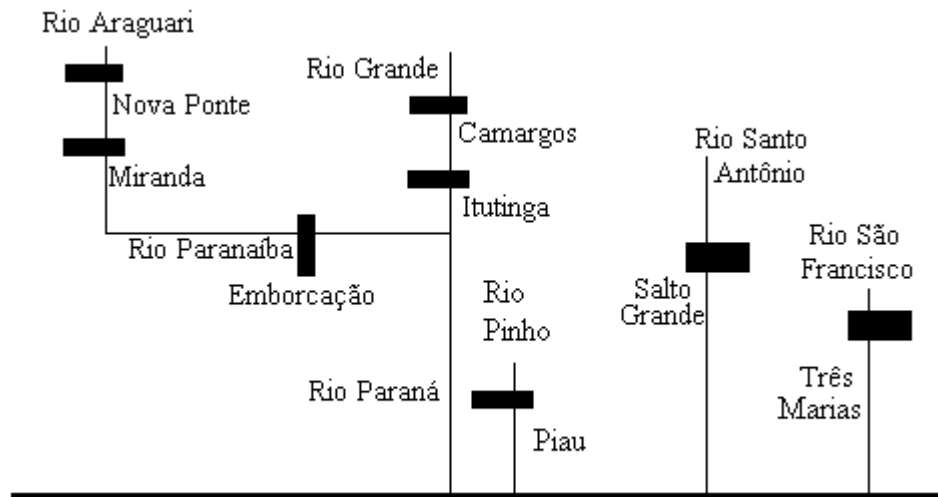


FIGURA 3. 7 – Sistema Simulado

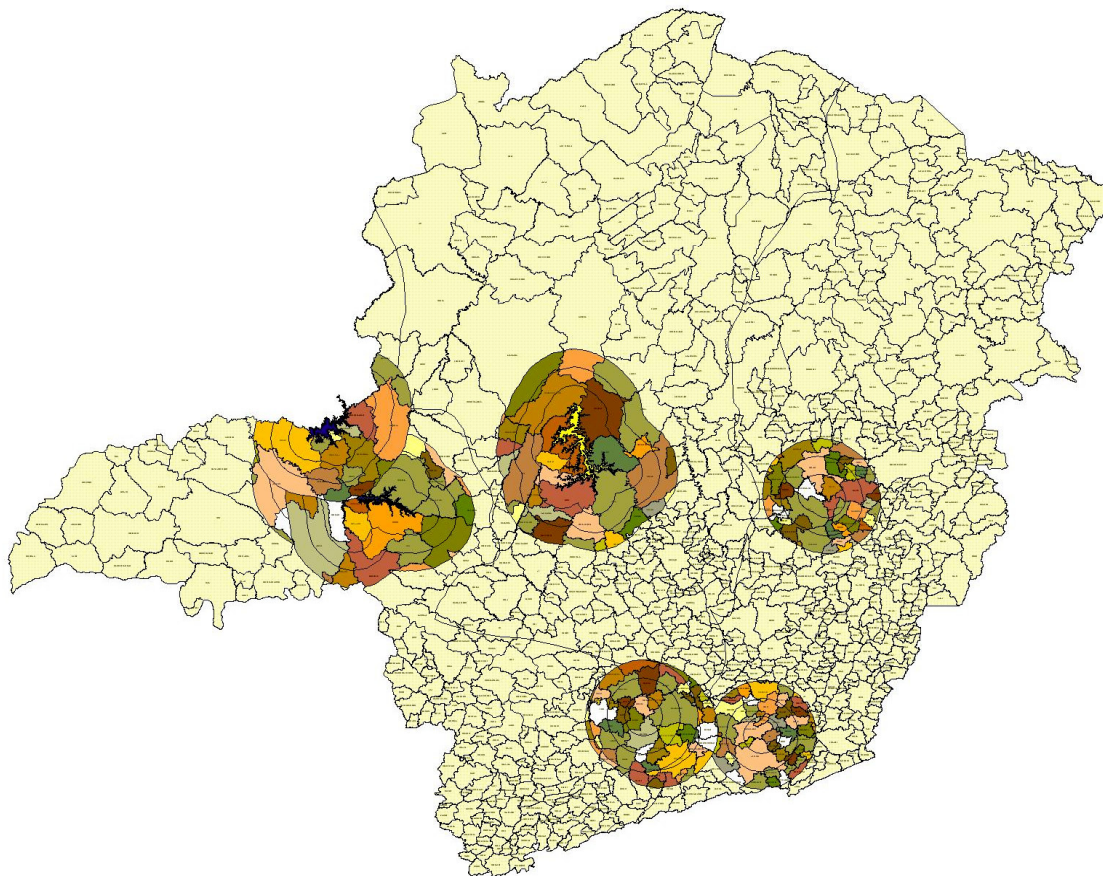


FIGURA 3. 8 – Representação das áreas de influência, em termos epidemiológicos, das usinas no Estado usando o ARCVIEW

Dois cenários foram estudados com o auxílio do VALORAGUA. No primeiro, simulou-se os sete aproveitamentos anteriormente citados como sendo as únicas hidrelétricas existentes. Quando existe falta de água para a geração de energia elétrica, o VALORAGUA supre esta ausência com a geração oriunda de uma termelétrica fictícia, que faz parte do sistema gerador e é inserida justamente para situações de emergência. O custo de geração desta usina é propositadamente definido pelo operador como sendo muito alto, visando que ela não seja utilizada, exceto em momentos especiais. Pode-se considerar esta térmica como sendo energia a ser importada no caso de aumento excessivo de consumo, ou no caso da geração ser insuficiente.

Já no segundo cenário, além das sete usinas em estudo, foram simuladas diversas outras, perfazendo um total de 50 usinas hidrelétricas por simulação. O critério de escolha das outras UHEs simuladas baseou-se na posição geográfica das mesmas, de tal forma que a modelagem foi dividida em 3 partes. Primeiramente, simulou-se os aproveitamentos situados na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, num total de 33 usinas. Posteriormente foram realizadas mais duas simulações, cada uma contendo 50 hidrelétricas, sendo uma relativa a bacia do Atlântico Leste, e a outra, relativa a bacia do Rio Paraná.

O objetivo destas simulações é verificar qual dos cenários modelados apresenta resultados mais próximos dos valores reais, utilizando um programa diferente daquele usado pelas empresas do setor elétrico, programa este que não encontra-se disponível para estudos.

3.5 – Resultados

3.5.1 – Primeiro cenário

Neste primeiro cenário, efetuou-se uma simulação das sete usinas anteriormente citadas. O programa VALORAGUA apresenta como alguns dos seus resultados os valores da geração de cada uma das usinas dentro do período de estudo. A energia média gerada por ano, no intervalo 1965/1994 é de 7.054,09 GWh/ano. O fator de capacidade (relação entre a carga própria de energia e a capacidade instalada de uma instalação ou conjunto de instalações) médio obtido foi de 46,13%. Camargos é o aproveitamento com o maior fator de capacidade, 80,81%, enquanto que Salto Grande é o que possui o menor, 4,85%.

A maior geração de energia ocorre no ano de 1983, com 11.867,40 GWh/ano, enquanto que o ano de 1971 é aquele no qual existe a menor geração, 3.175,36 GWh/ano. Os fatores de capacidade do sistema tem o seus valores máximos e mínimos nestes mesmos anos, com 70,30 e 21,58%.

Verifica-se a existência de uma diferença entre o valor da potência nominal do aproveitamento dada pela ELETROBRAS e aquele calculada pelo programa; contudo esta diferença nunca é superior a 1,6%.

A TAB. 3.3 apresenta alguns valores obtidos utilizando-se o VALORAGUA para o sistema simulado. São eles os valores da energia gerada para cada um dos aproveitamentos hidrelétricos, a potência nominal e o seu fator de capacidade.

TABELA 3- 3 – Resultados obtidos utilizando-se o programa VALORAGUA – cenário 1

UHE	Potência Nominal - MW	Energia Gerada – GWh	Fator de Capacidade - %
Camargos	47,27	180,37	80,81
Itutinga	53,12	279,54	57,82
Nova Ponte	502,32	1.569,11	49,73
Miranda	384,15	1.392,40	45,78
Emborcação	1.174,11	3.149,31	55,3
Três Marias	390,06	441,05	24,22
Salto Grande	100,46	42,30	4,85

A FIG. 3.9 apresenta a possível geração do sistema em estudo no período 1965-1994. O VALORAGUA permite a modelagem de um período de 30 anos, sendo que, para intervalos maiores, tornam-se necessárias uma ou mais simulações.

Cabe ressaltar que estes resultados são obtidos com uma demanda fixa para todos os anos simulados, ou seja, considerando o barramento como infinito (é uma barra do sistema que possui potência de curto-circuito infinita, na qual não existe variação de tensão ou de frequência). Desejando-se simular um período de 30 anos, sendo que a cada ano o valor de demanda é diferente, tornam-se necessárias 30 simulações.

A TAB. 3.4 apresenta outros resultados gerados pelo VALORAGUA: a vazão dos vertedouros e dos afluentes que contribuíram para o enchimento dos lagos, a água turbinada a montante e a jusante dos reservatórios, e a taxa de evaporação. Todos os valores apresentados

estão em milhões de metros cúbicos e correspondem à média anual obtida dentro do período que se inicia em 1965 e termina em 1994.

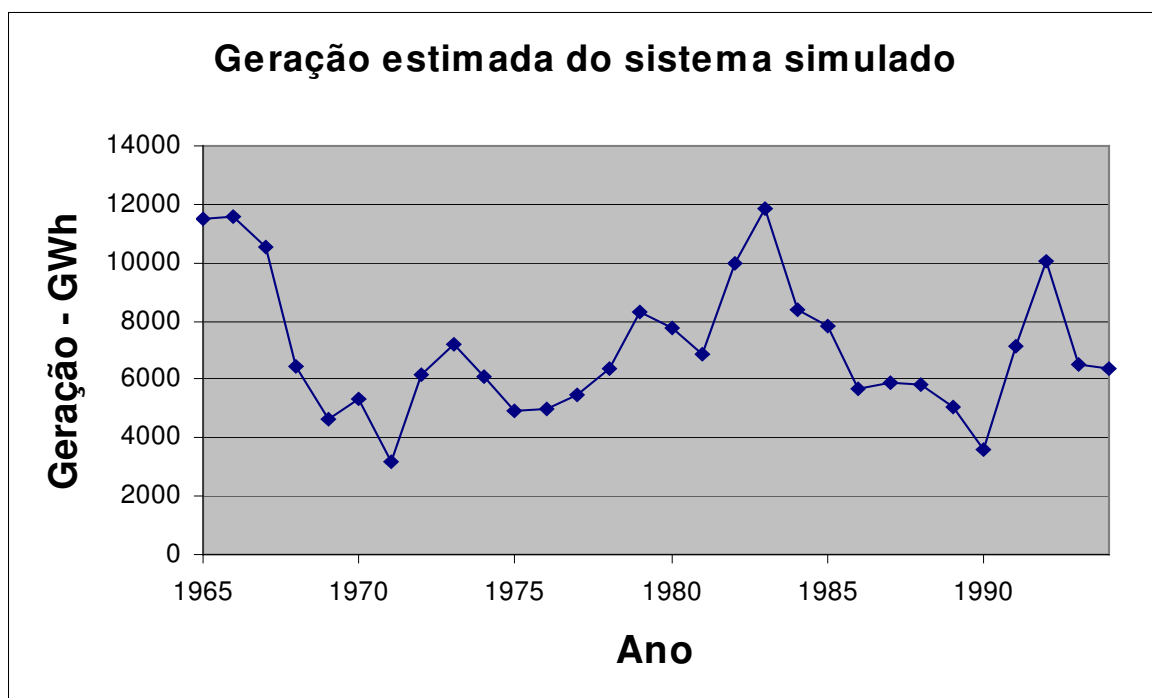


FIGURA 3. 9 – Resultados obtidos com o VALORAGUA – cenário 1

Em uma usina hidrelétrica, a água fica armazenada em um reservatório para ser usada nos períodos de estiagem. Quando o reservatório já está cheio, o excesso de água é jogada fora através do vertedouro. Esta parcela é denominada água vertida. Já a que passa através das turbinas do gerador, produzindo energia elétrica, é denominada água turbinada.

TABELA 3- 4 – Estudos de cenários hídricos utilizando o VALORAGUA – cenário 1.

Aproveitamento	Água vertida a montante	Água turbinada a montante	Água vertida p/ jusante	Água turbinada p/ jusante	Vazão de afluentes a montante	Evaporação
Camargos	0,00	0,0	262,30	4.173,00	4.450,31	6,06
Itutinga	262,30	4.173,00	18,99	4.087,79	0,00	ND
Nova Ponte	0,00	0,00	0,00	7.386,95	7259,3	142,76
Miranda	0,00	7.386,95	5,24	8.803,27	1.444,20	19,87
Emborcação	5,24	8.803,27	0,00	13.337,20	4.405,87	168,04
Três Marias	0,00	0,00	0,00	5.566,13	5.409,80	160,23
Salto Grande	0,00	0,00	48,77	187,54	46,83	ND

Valores em milhões de metros cúbicos

ND = Não Disponível

3.5.2 – Segundo cenário

Neste cenário considerou-se para a simulação das sete usinas hidrelétricas em estudo toda a cascata do trecho no qual elas se encontram situadas. As FIG.s 3.10 a 3.12 apresentam as cascatas em questão.

As TAB.s 3.5 e 3.6 apresentam alguns dos resultados obtidos para esta nova configuração. Apesar de todos os 133 aproveitamentos das FIG.s 3.10 a 3.12 terem sido simulados, serão apresentados apenas os valores das hidrelétricas em estudo.

TABELA 3- 5 - Resultados obtidos utilizando-se o programa VALORAGUA – cenário 2

UHE	Potência Nominal MW	Energia Gerada GWh	Fator de capacidade calculado pelo VALORAGUA - %
Camargos	47,27	120,01	59,48
Itutinga	53,12	225,24	46,35
Nova Ponte	502,32	2466,39	56,48
Miranda	384,15	1729,20	53,81
Emborcação	1.174,11	4487,91	49,16
Três Marias	390,06	1375,62	75,85
Salto Grande	100,46	792,59	90,90

TABELA 3- 6 – Estudos de cenários hídricos utilizando o VALORAGUA – cenário 2.

Aproveitamento	Água vertida a montante	Água turbinada a montante	Água vertida p/ jusante	Água turbinada p/ jusante	Vazão de afluentes a montante	Evaporação
Camargos	0,00	0,00	1372,58	3107,92	4471,20	6,06
Itutinga	1372,58	3107,92	1188,89	3293,75	0,0	ND
Nova Ponte	1265,75	1400,47	672,96	9148,44	7196,20	142,76
Miranda	672,96	9148,44	906,52	10305,90	1432,20	19,87
Emborcação	813,83	15853,88	1213,90	13873,80	4190,47	168,04
Três Marias	1202,24	16535,57	4847,36	18189,40	5409,80	160,23
Salto Grande	401,16	4458,49	1473,41	3514,05	118,50	ND

Valores em milhões de metros cúbicos

ND = Não Disponível

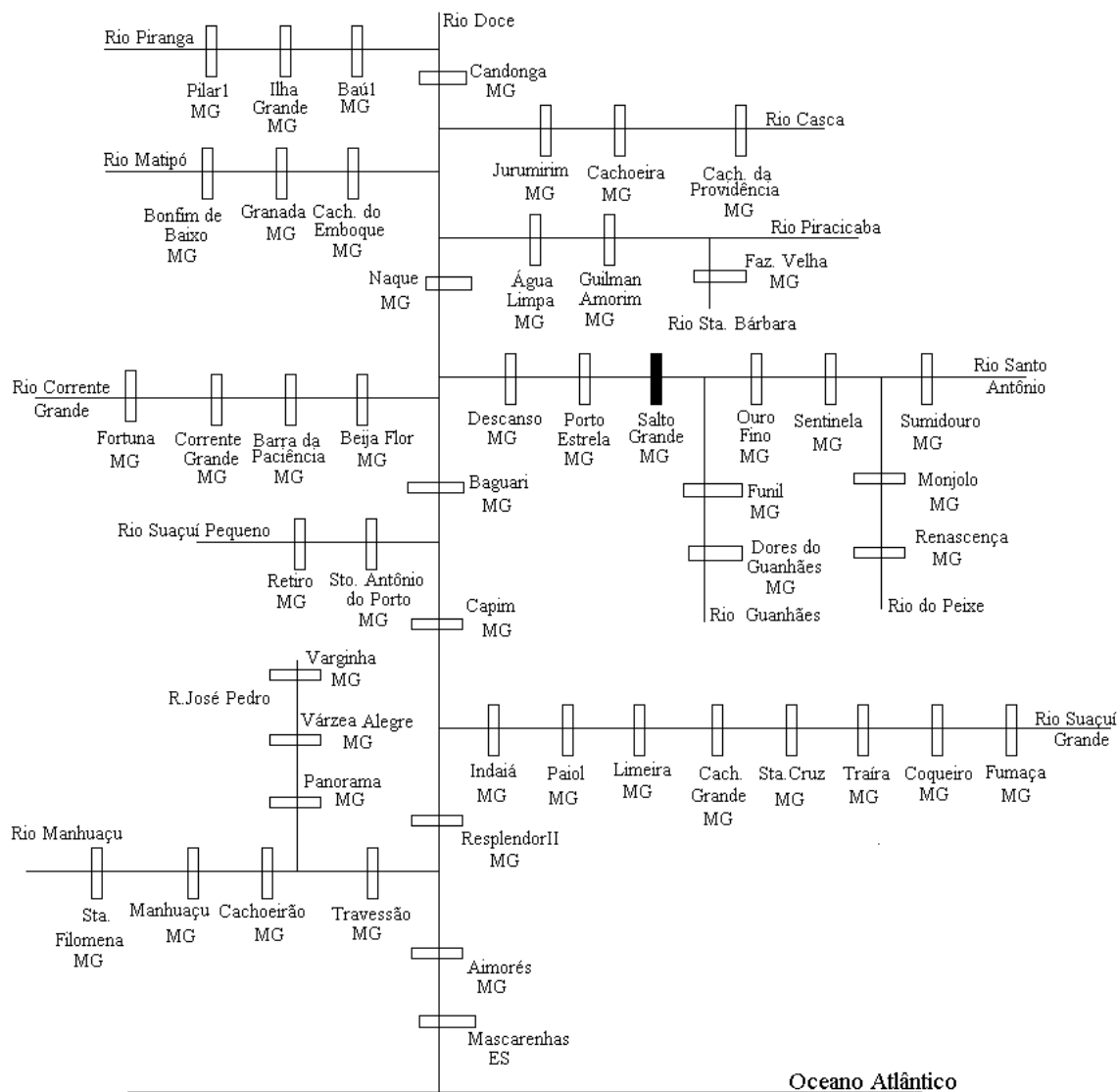


FIGURA 3. 10 – Cascata considerada para a simulação da UHE Salto Grande

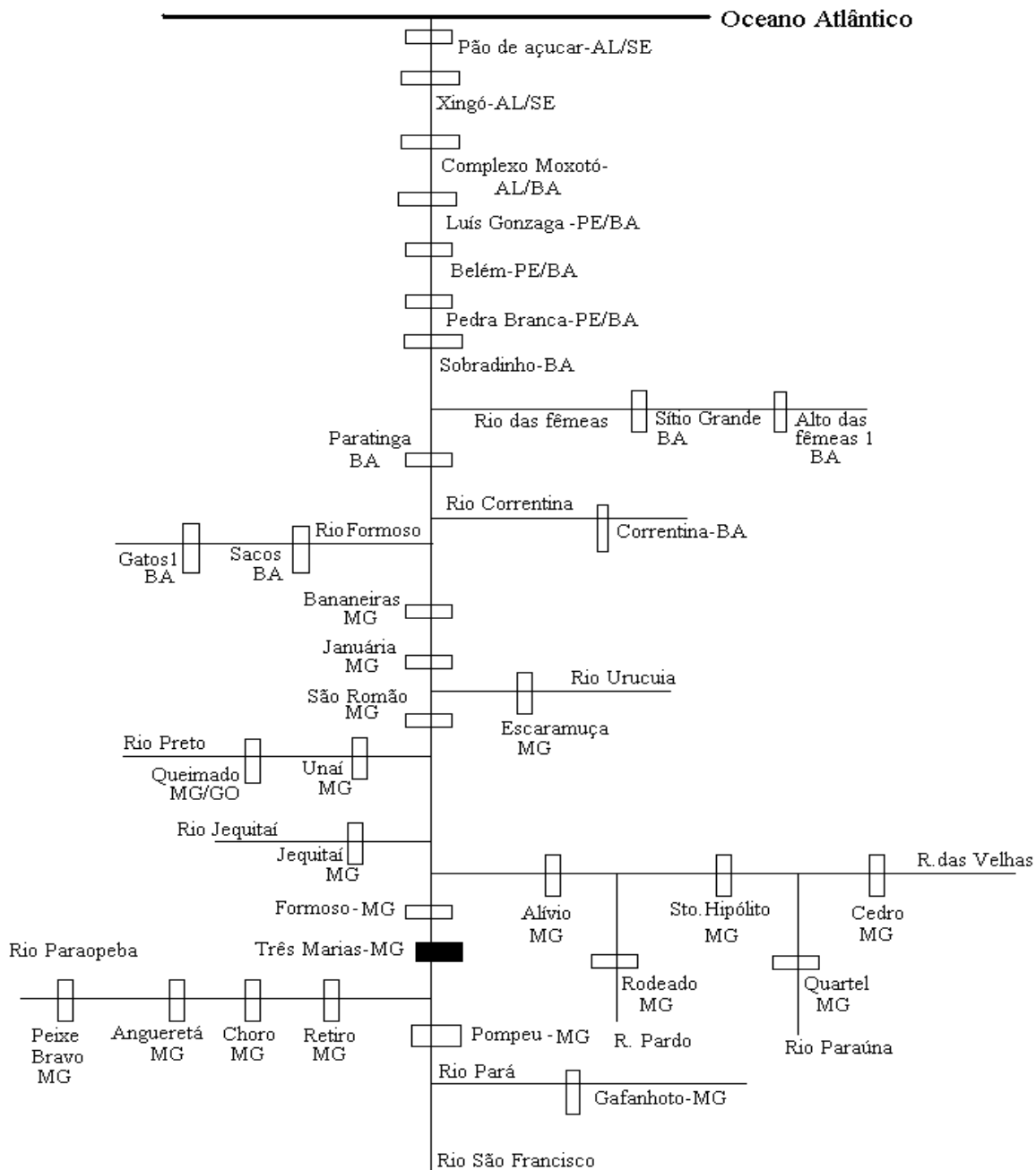


FIGURA 3. 11 - Cascata considerada para a simulação da UHE Três Marias

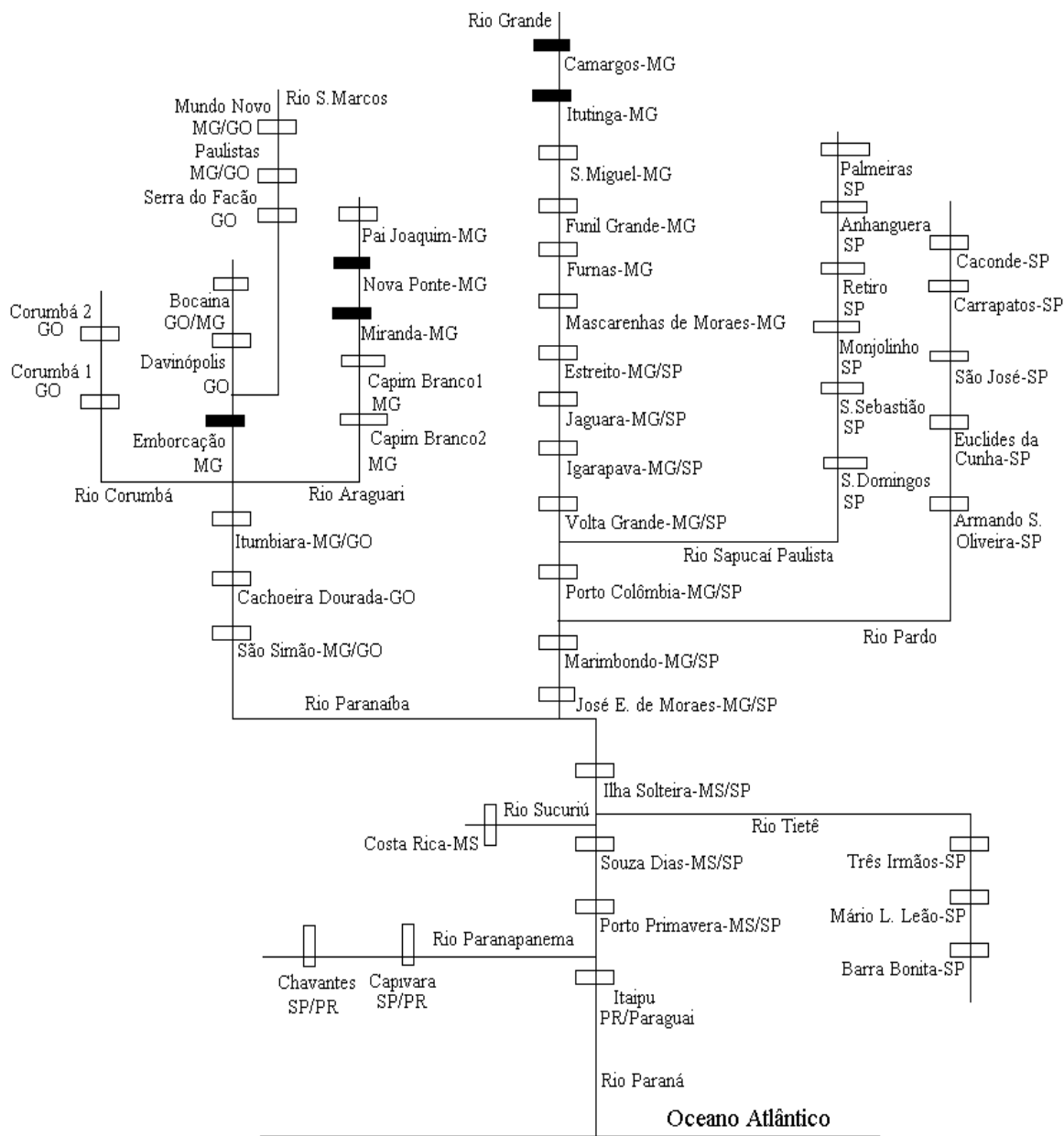


FIGURA 3. 12 - Cascata considerada para a simulação das UHE Camargos, Itutinga, Nova Ponte, Miranda e Emborcação.

Ressalta-se aqui que o programa VALORAGUA simula no máximo 50 hidrelétricas.

3.5.3 – Análise comparativa dos dois cenários

Os resultados obtidos apresentam valores bastante diferentes para os dois cenários analisados. Como exemplo, consideremos a UHE Três Marias: conforme visto na TAB. 3.3, esta usina apresentou um fator de capacidade de 24,22% e gerou 441,05 GWh. Todavia, para o segundo

cenário simulado, conforme resultado apresentado na TAB. 3.5 , o fator de capacidade cresce para 75,8572%, e a energia gerada, para 1375,62 GWh. Os valores deste segundo cenário estão muito mais próximos dos valores de referência da CEMIG (CEMIG, 2002) do que os do primeiro cenário. Desta forma, fica evidente que o VALORAGUA deve ser utilizado para a cascata inteira.

Estas alterações ocorrem não apenas para a UHE Três Marias, mas também para as outras hidrelétricas simuladas neste trabalho. Desta forma, conclui-se que os resultados obtidos quando da utilização do programa VALORAGUA são totalmente dependentes do cenário em estudo. A série de vazões naturais de uma usina, quando considerada de forma individualizada, não levando em conta a cascata na qual este aproveitamento se encontra inserido, pode levar a discrepâncias consideráveis quando da comparação dos resultados de dois cenários no qual uma mesma hidrelétrica esteja simulada.

4 – EXTERNALIDADES AGROPECUÁRIAS

Neste capítulo são avaliadas as externalidades associadas às perdas agropecuárias, e de acordo com os dados do IBGE referentes à produção agropecuária municipal, o valor total desta externalidade, relativo a oito usinas hidrelétricas da CEMIG, é estimado para o ano de 2001.

4.1 – Introdução

As obras de construção da usina hidrelétrica de Serra da Mesa, situada no Estado de Goiás, foram iniciadas no ano de 1986. Oito municípios tiveram suas áreas atingidas pelo reservatório: Barro Alto, Campinaçu, Campinorte, Colinas do Sul, Minaçu, Niquelândia, São Luiz do Norte e Uruaçu. Segundo dados de FURNAS, a área total alagada destes municípios é de 1.784,50 km². Deste total, 161,304 km² eram utilizados para a pecuária, e 23,426 km² para a agricultura.

Os principais produtos agrícolas cultivados antes do alagamento eram o milho, arroz, feijão, mandioca, cana de açúcar, soja, café, banana e abacaxi. A pecuária era voltada principalmente para o corte, apesar da existência de atividade leiteira. A perda anual equivalente do horizonte de 50 anos, com uma taxa de desconto de 0% seria de R\$34.839.834,70, a preços de 1990 (Reis, 2001).

4.2 – Externalidades Agropecuárias em Minas Gerais

Para o presente trabalho foram considerados oito reservatórios no Estado de Minas Gerais, já citados no capítulo anterior. Estes reservatórios são representativos de diversas regiões do Estado e de tipos de usinas.

As TAB.s 4.1 a 4.8 apresentam alguns dados fornecidos por email pelo setor de geoprocessamento da ANEEL. Essas informações retratam a situação dos municípios mineiros que tem parte de suas terras alagadas por cada um dos reservatórios acima citados, e serão utilizadas para se estimar a produção agropecuária na área inundada, e o valor da externalidade associado a esta produção perdida. Ressalta-se aqui que uma significativa parcela do lago de Emborcação se encontra no Estado de Goiás; todavia os municípios goianos limítrofes ao lago não estão contemplados no cálculo das externalidades agropecuárias. Os outros reservatórios estão integralmente no Estado de Minas Gerais.

TABELA 4- 1– Dados do lago de Três Marias

UHE TRÊS MARIAS	Área dos municípios km ²	Área municipal alagada km ²	Percentual do lago	Relação área alagada/não alagada	Área municipal Não alagada km ²
Abaeté	1.816,85	74,07	6,67	4,25%	1.742,78
Biquinhas	457,22	1,22	0,11	0,26%	456,00
Felixlândia	1.553,35	157,90	14,21	11,31%	1.395,45
Morada Nova de Minas	2.084,61	495,97	44,66	31,22%	1.588,63
Paineiras	637,75	54,64	4,92	9,37%	583,10
Pompeu	2.557,73	93,38	8,40	3,79%	2.464,34
São Gonçalo do Abaeté	2.687,41	18,83	1,69	0,70%	2.668,57
Três Marias	2.675,15	214,50	19,31	8,71%	2.460,65
Total	14.470,09	1.110,54	100,00	8,31%	13.359,54

Fonte: ANEEL, 2003

TABELA 4- 2– Dados do lago de Camargos

UHE CAMARGOS	Área dos Municípios km ²	Área municipal alagada km ²	Percentual do lago	Relação área alagada/não alagada	Área municipal não alagada km ²
Carrancas	727,82	20,31	40,26	2,87%	707,50
Itutinga	372,50	4,77	9,45	1,29%	367,73
Madre Deus de Minas	493,56	9,01	17,87	1,86%	484,55
Nazareno	323,51	3,28	6,50	1,02%	320,22
São João Del Rei	1.463,59	13,07	25,91	0,90%	1.450,51
Total	3.381,00	50,46	100,00	1,51%	3.330,53

Fonte: ANEEL, 2003

TABELA 4- 3– Dados do lago de Nova Ponte

UHE NOVA PONTE	Área dos municípios km ²	Área municipal alagada km ²	Percentual do lago	Relação área alagada/não alagada	Área municipal não alagada km ²
Iraí de Minas	357,57	57,70	14,52	19,24%	299,87
Nova Ponte	1.105,76	41,53	10,45	3,90%	1.064,23
Patrocínio	2.866,55	105,19	26,47	3,80%	2.761,36
Pedrinópolis	357,68	56,64	14,25	18,81%	301,04
Perdizes	2.450,14	111,60	28,08	4,77%	2.338,54
Sacramento	3.071,45	2,10	0,52	0,06%	3.069,35
Santa Juliana	727,35	18,65	4,69	2,63%	708,69
Serra do Salitre	1.297,74	3,97	1,00	0,30%	1.293,77
Total	12.234,28	397,40	100,000	3,35%	11.836,88

Fonte: ANEEL, 2003

TABELA 4- 4 – Dados do lago de Itutinga

UHE ITUTINGA	Área dos Municípios km ²	Área municipal alagada km ²	Percentual do lago	Relação área alagada/não alagada	Área municipal não alagada km ²
Itutinga	372,50	0,52	25,81	0,14%	371,98
Nazareno	323,51	1,51	74,18	0,46%	322,00
Total	696,01	2,03	100,00	0,29%	693,98

Fonte: ANEEL, 2003

TABELA 4- 5- Dados do lago de Salto Grande

UHE SALTO GRANDE	Área dos municípios km ²	Área municipal alagada km ²	Percentual do lago	Relação área alagada/não alagada	Área municipal não alagada km ²
Braúnas	377,15	2,77	47,59	0,74%	374,38
Dores de Guanhões	381,82	1,86	32,04	0,49%	379,95
Guanhões	1.076,03	1,18	20,36	0,11%	1.074,84
Total	1.835,01	5,82	100,00	0,31%	1.829,18

Fonte: ANEEL, 2003

TABELA 4- 6- Dados do lago de Miranda

UHE MIRANDA	Área dos Municípios km ²	Área municipal alagada km ²	Percentual do lago	Relação área alagada/não alagada	Área municipal não alagada km ²
Indianópolis	833,87	21,04	40,18	2,58%	812,82
Nova Ponte	1.105,77	7,27	13,90	0,66%	1.098,49
Uberaba	4.512,14	3,14	6,00	0,07%	4.508,99
Uberlândia	4.115,82	20,89	39,91	0,51%	4.094,92
Total	10.567,60	52,36	100,00	0,49%	10.515,23

Fonte: ANEEL, 2003

TABELA 4- 7- Dados do lago de Emborcação

UHE EMBORCAÇÃO	Área dos Municípios km ²	Área municipal alagada km ²	Percentual do lago	Relação área alagada/não alagada	Área municipal não alagada km ²
Abadia dos Dourados	894,51	28,53	6,59	3,29%	865,97
Araguari	2.730,63	22,17	5,12	0,81%	2.708,45
Cascalho Rico	367,73	77,28	17,87	26,61%	290,44
Douradoquara	313,37	46,68	10,74	17,50%	266,68
Estrela do Sul	820,33	6,08	1,40	0,74%	814,24
Grupiara	192,55	77,43	17,90	67,25%	115,12
Monte Carmelo	1.353,67	10,43	2,41	0,77%	1.343,23
Total	6.672,81	268,63	62,06	4,19%	6.404,18

Fonte: ANEEL, 2003

TABELA 4- 8- Dados do lago de Piau

UHE PIAU	Área dos municípios km ²	Área municipal alagada km ²	Percentual Do lago	Relação área alagada/não alagada	Área municipal não alagada km ²
Santos Dumont	637,37	0,36	100,00	0,05%	637,01

Fonte: ANEEL, 2003

4.3 – Dados Agropecuários

O site do IBGE (www.ibge.gov.br, 2003) possui um vasto banco de dados agropecuários em nível municipal. Tais informações foram utilizadas para a confecção de uma planilha que contém os dados listados abaixo, relativos ao Estado de Minas Gerais, tendo 2001 como ano

base. Estas informações são apresentadas sob a forma de tabelas, nos Anexos deste trabalho, contendo os seguintes dados:

- Efetivo dos rebanhos (número de cabeças)

1. Dados disponíveis para 853 municípios;
2. Rebanhos bovino, suíno, equino, asinino, mular, bubalino, coelhos, ovinos, galinhas, pintos, galos, frangos, codornas, caprino.

- Leite

1. Número de vacas ordenhadas (dados disponíveis para 853 municípios);
2. Quantidade de leite em litros (dados disponíveis para 755 municípios).

- Produtos de origem animal

1. Dados disponíveis para 853 municípios
2. Em mil litros: leite;
3. Em mil dúzias: ovos de galinha e codorna;
4. Em quilogramas: casulo do bicho da seda, lã, mel de abelha.

- Silvicultura

1. Dados disponíveis para 736 municípios para quantidade produzida e valor da produção;
2. Em toneladas: carvão vegetal, casca de acácia negra, folha de eucalipto e resina;
3. Em metros cúbicos: lenha, madeira em tora, madeira em tora para papel e celulose e madeira em tora para outras finalidades.

- Lavouras temporárias

1. Dados disponíveis para 853 municípios para quantidade produzida e valor da produção;
2. Em toneladas: algodão herbáceo (em caroço), alho, amendoim (em casca), arroz (em casca), aveia (em grão), batata – doce, batata – inglesa, cana-de-açúcar, cebola, mandioca e tomate;
3. Em grãos: centeio, cevada, ervilha, fava, feijão, milho, soja, trigo e sorgo granífero;
4. Em mil frutos: abacaxi, melão e melancia;
5. Em fibra: malva, juta e rami;

6. Em folha: fumo;
7. Em semente: linho;
8. Em baga: mamona.

- Lavouras permanentes.

1. Dados disponíveis para 847 municípios para quantidade produzida e valor da produção;
2. Em toneladas: algodão arbóreo (em caroço), azeitona, borracha (látex coagulado), cacau (em amêndoa), café (em côco), castanha de caju, chá-da-índia (folha verde), dendê (côco), erva-mate (folha verde), guaraná (semente), noz (fruto seco), palmito, pimenta-do-reino, sisal ou agave (fibra), tungue (fruto seco), uva e urucum (semente);
3. Em mil frutos: abacate, caqui, côco-da-baía, figo, goiaba, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, marmelo, pêra, pêssego e tangerina.
4. Em mil cachos: banana.

- Mão de obra

1. Dados disponíveis para 755 municípios;
2. Divisão por sexo;

- Horticultura

1. Dados disponíveis para 741 municípios para o valor da produção em Reais;
2. Produtos: abobrinha verde, açafraão, acelga, agrião, aipo (salsão), alcachofra, alface, alho porro, almeirão, aspargo, azedinha, batata-baroa (mandioquinha), berinjela, bertalha, beterraba, brócolis, bucha (esponja vegetal), caruru, cebolinha (folha), cenoura, cheiro verde, chicória, chuchu, coentro, cogumelos comestíveis, couve, couve-flor, erva-doce (semente), ervilha (vagem), espinafre, gengibre (curcuma), hortelã, jiló, manjerona, maxixe, mostarda, mudas (vendidas para plantio), nabiça, nabo, outros produtos, pepino, pimenta, pimentão, quiabo, rabanete, repolho, rúcula, salsa, sementes (vendidas para plantio), taioba e vagem (feijão vagem).

- Valor das cabeças abatidas (Reais)

1. Dados disponíveis para 755 municípios;
2. Rebanho bovino, suínos e aves;

- Produtos de extração vegetal

1. Dados disponíveis para 695 municípios para valor da produção (em Reais);
2. Produtos: abiu, abricó, açaí (fruto), andiroba (semente), angico (casca), babaçu (côco), babaçu (amêndoa), baçaba (caroço), bacuri, balata (goma não elástica), bambú (taquara), borracha líquida, borracha coagulada, buriti (côco), buriti (palha), butia (côco), butia (fibra), cajú (castanha), cajú (fruto), cambuça, carnaúba (cera), carnaúba (palha), carnaúba (pó de palha), carnaúba (óleo de palha), caroa (fibra), carvão vegetal, cascas taníferas, castanha-do-pará, caucho (goma elástica), copaiba (óleo), coquirama (goma não elástica), cumaru (semente), cupuaçú, dormentes, erva-mate, estacas de madeira, fruta-pão, ipecacuanha ou poaia, jaborandi (folha), jatobá e jataí, jenipapo, lenha, licuri (coquilho), licuri (cera), licuri (folha), maçaranduba (goma não elástica), macauba (semente), madeira em toras, madeira para papel, malva (fibra), malva (haste), mangabeira (goma elástica), mangaba (fruto), maniçoba (goma elástica), moirões de madeira, murici, murumuru (semente), oiti, oiticica (semente), ouricuri (côco), outras fibras, outros produtos, pãinas, palanque ou palanca, paçai (palmito ou guariroba), pequi (côco), piaçava (coquilho), piaçava (fibra), pinhão, pitomba, postes de madeira, pupunha, resinas (óleos e graxas vegetais), sagú (fécula), sorva (goma não elástica), cajarana (tapereba), cipó-timbó ou timbó, tucum (côco), tucum (fibra), ucuuba (amêndoa), imbú ou umbú e vigas.

4.4 - Metodologia

Para a avaliação das externalidades agropecuárias, é necessária a obtenção do valor estimado da produção perdida na área alagada, em cada um dos municípios limítrofes aos lagos. Inicialmente isto foi efetuado através de uma regra de três simples, apresentada na EQ. 4.1:

$$P2=P1 * A2/A1 \quad (4.1)$$

na qual: P2=produção estimada na área alagada;

P1=produção municipal (dados do IBGE);

A2=área municipal alagada (dados da ANEEL);

A1=área municipal não alagada (dados da ANEEL).

Desta forma, calculou-se para cada um dos produtos agropecuários anteriormente citados quais seriam as quantidades que deixariam de ser produzidas e o valor em Reais destas produções, para cada um dos municípios em estudo. Ressalta-se que esta metodologia pressupõe que a perda agropecuária não é compensada com a produção surgida em áreas de reassentamento.

Como exemplo, vamos considerar a usina de Itutinga. O lago da hidrelétrica banha dois municípios, conforme apresentado na TAB. 4.7: Itutinga e Nazareno. Para estas duas localidades, o quociente entre a área municipal alagada e a área municipal não alagada é de respectivamente, 0,00139 e 0,00469. Como este é um lago relativamente pequeno, apenas uma pequena fração municipal é alagada, o que não ocorre com lagos maiores como Três Marias e Emborcação. O município de Morada de Nova de Minas tem 23% de suas terras alagadas pelo lago de Três Marias, enquanto que Grupiara tem 40% de sua superfície tomada pela represa de Emborcação.

Obtidos os quocientes entre as áreas municipais alagadas e não alagadas, estes foram multiplicados, pelas quantidades produzidas e seus respectivos preços em 2001, para cada um dos produtos agropecuários anteriormente citados, existentes no município em questão.

4.4.1 –Área alagada do reservatório de Miranda

Segundo estudos realizados na época do projeto da hidrelétrica de Miranda, a área do reservatório inundou os seguintes tipos de vegetação: cerradão, cerrado, campo sujo/pasto sujo, campo de várzea, campo de murundus, pasto limpo, culturas perenes, culturais anuais, reflorestamento e reflorestamento cortado (Rosa et al, 1998).

A TAB.4.9 apresenta estes valores de forma quantitativa:

TABELA 4- 9– Configuração da área alagada da UHE Miranda

Tipo de Ocupação	Área em hectares	%
Cerradão	765	15,11
Cerrado	633	12,51
Campo Sujo/Pasto Sujo	1.923	38,00
Pasto Limpo	338	6,68
Cultura Anual	162	3,20
Rios e Afluentes	1240	24,50
Total	5.061	100,00

(Fonte: Rosa et al, 1998)

Desta forma, para toda produção agropecuária em estudo, aplicou-se um segundo valor de ajuste, visto que boa parte da área alagada não era efetivamente utilizada em atividades agropecuárias. Para trabalhar-se com um valor conservativo, os valores das quantidades produzidas e do valor da produção foram multiplicados por 0,032 no caso de produtos agrícolas, e 0,0668 quando se tratava de produtos de origem pecuária (TAB. 4.9). **Na ausência de informações similares para as outras hidrelétricas, a configuração de Miranda foi utilizada para todos os oito lagos em estudo.**

Como exemplo concreto, no ano de 2001, o município de Itutinga produziu 8,7 milhões de litros de leite; aplicada a EQ. 4.1 para os dados da UHE Itutinga, o valor proporcional na área alagada é de 12.164 litros.

$$\text{Produção estimada na área alagada} = 8.700.000 * \frac{0,52 \text{ km}^2}{371,98 \text{ km}^2} = 12.164 \text{ litros de leite} \quad (4.2)$$

onde:

$0,52 \text{ km}^2$ = área alagada do município de Itutinga (TAB. 4.4)

$371,98 \text{ km}^2$ = área não alagada do município de Itutinga (TAB. 4.4)

Aplicando-se a mesma metodologia para o município de Nazareno, que em 2001 produziu 10,577 milhões de litros de leite, o valor proporcional na área alagada é igual a 49.600 litros.

Como o leite é um produto de origem pecuária, multiplicando-se as quantidades obtidas por 0,0668 (TAB. 4.9), obtém-se 827,15 litros para Itutinga, e 3.372,81 para Nazareno, sendo estes valores relativos ao ano de 2001.

Sendo o litro de leite comercializado a R\$0,325 em 2001, o valor estimado associado a esta produção nestes municípios, é de R\$ 269,54 e R\$ 1.086,77. Assim procedendo, produto a produto, obteve-se um valor final para cada município, e conseqüentemente, para cada hidrelétrica.

A produção de cada um dos municípios estudados encontra-se sob a forma de tabelas, obtidas junto ao IBGE, nos Anexos deste trabalho.

4.5 Índice de Preços por Atacado – IPA-DI

Alguns dos produtos presentes no banco de dados do IBGE não estavam referenciados a 2001, e sim a 1996. Para que todos os valores tivessem uma referência única, optou-se por utilizar o IPA-DI para a padronização dos preços.

O IPA é um indicador estruturado para medir o ritmo de evolução dos preços em nível atacadista, nas transações inter-empresariais. O índice considera o preço por atacado como o imediatamente anterior ao das etapas de transformação ou uso final. Essa definição permite incluir preços em diversos estágios do processo produtivo, pois abrange a utilização tanto final como intermediária dos bens (caso das matérias-primas, produtos semi elaborados, peças e componentes). É apresentado segundo dois conceitos: o da oferta global e o da disponibilidade interna. O conceito de oferta global abrange preços referentes a todas as transações em nível de atacado efetuadas no país, inclusive preços de bens destinados à exportação. A disponibilidade interna mede a evolução dos preços das transações no atacado que influenciam diretamente o poder de compra das unidades econômicas situadas dentro do país. A distinção conceitual da oferta global deve-se, ainda, ao fato de que a discriminação dos índices setoriais obedece ao critério da origem do produto, enquanto a disponibilidade interna considera o critério do destino da produção ou seu grau de elaboração.

O IPA-DI tem periodicidade mensal e é apurado com base em pesquisa sistemática de preços realizada nas principais regiões de produção do país, entre os dias 1º e 30 do mês de referência. Além de sua composição geral, constituída por todos os elementos da amostra, o IPA-DI desdobra-se em dois conjuntos de índices: um, com 17 itens, organizado segundo o destino que se atribui aos bens componentes (consumo/produção); o outro, com 66 itens, organizado segundo a origem de produção destes mesmos bens (agrícola/industrial). Com essa sistemática de agregação, o IPA está hierarquizado do seguinte modo: um índice geral e mais oitenta e três outros índices, que são seus subprodutos, entre os quais encontram-se produtos agrícolas, legumes, frutas, cereais, grãos, fibras vegetais, oleaginosas, raízes, tubérculos, animais, lavouras, carnes, pescados, leites e derivados (www.bcb.gov.br, 2003).

A pesquisa de preços desenvolve-se nas principais regiões produtoras do país, especificamente nos seguintes estados: Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande

do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Os índices utilizados para a padronização dos valores estão presentes na home page da Fundação Getúlio Vargas (http://fgvdados.fgv.br/dsp_frs_pai_ferramentas.asp, 2003).

4.6 Resultados

As tabelas apresentadas a seguir contêm os resultados das externalidades agropecuárias, obtidos de acordo com a metodologia anteriormente apresentada, e tendo 2001 por ano base.

TABELA 4- 10– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Miranda

Município	Valor da externalidade agropecuária (mil Reais)
Indianópolis	37,89
Nova Ponte	9,75
Uberaba	3,93
Uberlândia	36,55
Total	88,13

TABELA 4- 11– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Três Marias

Município	Valor da externalidade agropecuária (mil Reais)
Abaeté	65,96
Biquinhas	0,96
Felixlândia	70,20
Morada Nova de Minas	107,67
Paineiras	36,34
Pompeu	71,55
São Gonçalo do Abaeté	4,76
Três Marias	54,13
Total	411,61

TABELA 4- 12– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Camargos

Município	Valor da externalidade agropecuária (mil Reais)
Carrancas	8,41
Itutinga	3,64
Madre Deus de Minas	3,78
Nazareno	3,63
São João Del Rei	7,96
Total	27,44

TABELA 4- 13– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Salto Grande

Município	Valor da externalidade agropecuária (mil Reais)
Braúnas	0,77
Dores de Guanhões	0,88
Guanhões	0,38
Total	2,03

TABELA 4- 14– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Emborcação

Município	Valor da externalidade agropecuária (mil Reais)
Abadia dos Dourados	14,66
Araguari	31,05
Cascalho Rico	58,13
Douradoquara	19,49
Estrela do Sul	5,97
Grupiara	35,25
Monte Carmelo	15,39
Total	179,96

TABELA 4- 15– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Piau

Município	Valor da externalidade agropecuária (mil Reais)
Santos Dumont	0,16

TABELA 4- 16– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Itutinga

Município	Valor da externalidade agropecuária (mil Reais)
Itutinga	0,39
Nazareno*	1,66
Total	2,06

TABELA 4- 17– Resultados das externalidades agropecuárias: UHE Nova Ponte

Município	Valor da externalidade agropecuária (mil Reais)
Iraí de Minas	94,74
Nova Ponte	56,81
Patrocínio	163,24
Pedrinópolis	68,00
Perdizes	165,54
Sacramento	1,61
Santa Juliana	25,86
Serra do Salitre	4,83
Total	580,66

Efetuando-se o somatório dos valores das oito usinas hidrelétricas estudadas, obtém-se a quantia de R\$ 1.292.092,00, sendo este número o total das externalidades agropecuárias para o ano de 2001. Ressalta-se que a metodologia utilizada é bastante conservativa, visto que áreas potencialmente exploráveis, como o cerrado, não são consideradas na análise das externalidades. A região do cerrado é capaz de suportar imediatamente a produção de cereais e a formação de pastagens. Além de rebanhos bovinos, principalmente gado de corte, o cerrado constitui-se hoje em grande produtor de soja, milho, arroz, feijão, café e mandioca (<http://www.altiplano.com.br/FogAgro.html>, 2004).

4.6.1 – Significância das externalidades

Para se analisar a significância dos números obtidos, resolveu-se comparar o valor da externalidade com o custo de geração dos aproveitamentos em estudo. A geração de energia das oito usinas hidrelétricas e sua tarifa associada, de acordo com dados obtidos junto à Gerência de Planejamento de Mercado da CEMIG, é apresentado na TAB. 4.18. Desta forma, ter-se-á como mensurar a ordem de grandeza das externalidades associadas à perda agropecuária.

TABELA 4- 18 – Valoração das externalidades

Nome do aproveitamento	Tarifa* R\$/MWh	Custo da externalidade R\$	Geração MWh	Custo da externalidade – R\$/MWh	Relação custo da externalidade por custo de geração
UHE Miranda	41,00	88.133,00	1.090.056	0,08	0,19%
UHE Camargos	41,00	27.449,00	108.034	0,25	0,62%
UHE Três Marias	41,00	411.610,00	1.140.336	0,36	0,88%
UHE Salto Grande	41,00	2.039,00	375.322	0,01	0,01%
UHE Emborcação	41,00	179.968,00	1.980.328	0,09	0,22%
UHE Itutinga	41,00	2.063,00	157.622	0,01	0,03%
UHE Piau	41,00	167,00	79.372	0,002	0,01%
UHE Nova Ponte	41,00	580.663,00	1.143.154	0,50	1,23%

Fonte: CEMIG/ANEEL/Elaboração própria

* Tarifa líquida média de compra da energia junto as distribuidoras no ano de 2003 - ANEEL

Segundo informações obtidas junto a Superintendência de Regulação dos Serviços de Geração da ANEEL em outubro de 2004, o valor médio da tarifa de compra da energia junto as distribuidoras de energia elétrica em 2003 é de R\$90,00/MWh. Todavia, aplicando-se um desconto de 55%, devido aos impostos embutidos no tarifa, obtém-se o valor de R\$41,00/MWh, que foi utilizado como referência para valorar as externalidades. O valor desse desconto varia de acordo com o tipo de consumidor: residencial, comercial ou industrial.

Coincidentemente, de acordo com os dados fornecidos pela Gerência de Planejamento de Mercado da CEMIG, a tarifa média das usinas hidrelétricas dessa concessionária no ano de 2001 também tem o valor de R\$ 41,00/MWh. Desta forma, este mesmo valor pode ser utilizado para a modelagem destes dois cenários.

Os valores encontrados são pequenos quando comparados à tarifa (TAB 4.18); desta forma, de acordo com a metodologia utilizada pode-se concluir que o custo das externalidades agropecuárias é um número pouco significativo.

5 – EXTERNALIDADES NA ÁREA DE SAÚDE

Neste capítulo é efetuada uma análise sobre o inter-relacionamento existente entre as barragens e a proliferação de doenças associadas à água. Exemplos ao redor do mundo demonstram que a construção de represas é um fator que pode contribuir significativamente para o aumento de algumas enfermidades, tais como malária e esquistossomose.

O número de internações na rede do SUS vinculadas a algumas doenças associadas à água foram avaliados de modo temporal (antes e depois da construção da barragem) e espacial (distância da barragem). Estimou-se o valor da externalidade resultante de acordo com o crescimento das internações.

5.1 – Introdução

A água constitui-se em um bem fundamental para a vida do homem e é também necessária em grande parte das atividades humanas cotidianas. A água, depois de utilizada para vários fins, é geralmente devolvida para o meio ambiente, parcial ou totalmente poluída (contendo substâncias tóxicas, materiais orgânicos ou microrganismos patogênicos). Desta forma ela compromete a qualidade dos recursos hídricos disponíveis na natureza e aumenta o risco de doenças associadas à água.

As moléstias associadas à água podem ser divididas em dois grandes grupos: doenças de transmissão e de origem hídrica (UFPA, 1997).

As doenças de transmissão hídrica são aquelas em que a água atua como veículo de agentes infecciosos. Os microrganismos patogênicos atingem a água através de excrementos de pessoas ou animais infectados, causando problemas principalmente no aparelho intestinal do homem. Essas doenças podem ser causadas por bactérias, fungos, vírus, protozoários e helmintos.

Já as doenças de origem hídrica são aquelas causadas por determinadas substâncias químicas, orgânicas ou inorgânicas, presentes na água em concentrações inadequadas, em geral superiores às especificadas nos padrões para águas de consumo humano. Essas substâncias podem existir naturalmente no manancial ou resultarem da poluição. São exemplos de doenças de origem hídrica: o saturnismo, provocado por excesso de chumbo na água, a

metemoglobinemia em crianças, decorrente da ingestão de concentrações excessivas de nitrato, e outras doenças de efeito a curto e longo prazos.

5.2 – Exemplos de Doenças Associadas à Água

A seguir, tem-se uma breve descrição das principais doenças associadas à água (www.cives.ufrj.br/informacao/viagem/infeccoes.html, 2003, www.saude.pr.gov.br/Vigiepi/agravos/Outras_doencas/index.html, 2003, www6.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/saude/vigilancia_saude, 2003 e FUNASA, 1998):

Febre tifóide: doença infecciosa, que se caracteriza por febre contínua, mal-estar, manchas rosadas no tronco, tosse seca, prisão de ventre mais freqüente do que diarreia e comprometimento dos tecidos linfóides. O agente etiológico é a *Salmonella typhi*.

A transmissão se dá através da ingestão de água e moluscos, assim como do leite e derivados, principais alimentos responsáveis pela sua transmissão. Outros alimentos, quando manipulados por portadores, podem veicular a *Salmonella typhi*, inclusive sucos de frutas. O prazo de incubação é em média de duas semanas.

Febre paratifóide: infecção bacteriana que se caracteriza por febre contínua, eventual aparecimento de manchas róseas no tronco e comumente diarreia. Embora semelhante à febre tifóide, sua letalidade é muito mais baixa.

Shigelose: infecção bacteriana aguda, principalmente no intestino grosso caracterizada por febre, náuseas e as vezes vômitos, cólicas e tenesmo (sensação dolorosa na bexiga ou na região anal). Nos casos graves as fezes contêm sangue, muco e pus. Esta enfermidade também é conhecida por disenteria bacilar. O agente etiológico são bactérias do gênero *Shigella*, constituídos por quatro espécies: *Shigella dysenteriae* (grupo A), *Shigella flexnere* (grupo B), *Shigella boydii* (grupo C) e *Shigella sonnei* (grupo D).

A infecção é adquirida pela ingestão ou por alimentos preparados por água contaminada. Também foi demonstrado que as Shigelas podem ser transmitidas por contato pessoal. O período de incubação varia de 12 a 48 horas.

Cólera: doença intestinal bacteriana aguda que caracteriza-se por diarreia aquosa abundante, vômitos ocasionais, rápida desidratação, acidose, câimbras musculares e colapso respiratório, podendo levar o paciente a morte num período de 4 a 48 horas (casos não tratados). O agente etiológico é o *Vibrio cholerae*.

A transmissão se dá pela ingestão de água ou alimentos contaminados por fezes ou vômitos de doentes ou portador. A contaminação pessoa a pessoa é menos importante na cadeia epidemiológica. O período de incubação varia de algumas horas a até cinco dias. Na maioria dos casos varia de dois a três dias.

Amebíase: infecção causada por um protozoário parasita que está presente em duas formas: como cisto infeccioso, resistente e como trofozoíto, mais frágil e potencialmente invasor. O parasita pode atuar de forma comensal ou invadir os tecidos, originando infecções intestinais ou extra-intestinal. As enfermidades intestinais variam desde uma disenteria aguda, com febre, calafrios e diarreia sanguinolenta ou mucóide (disenteria amebiana), até um mal-estar abdominal leve e diarreia com sangue e muco alternando com períodos de estremeamento ou remissão.

O agente etiológico é conhecido como *Entamoeba histolytica*. A transmissão ocorre através da ingestão de água ou alimentos contaminados por dejetos, contendo cistos amebianos. O período de incubação em geral, vai de duas a quatro semanas, mas pode durar meses ou anos.

Giardíase: freqüentemente assintomática, pode também está associada à uma diversidade de sintomas intestinais como diarreia crônica, cólicas abdominais, eliminação de fezes esbranquiçadas gordurosas e fétidas, fadiga e perda de peso. Em casos de giardíase grave, podem ocorrer lesões e alterações inflamatórias das células de mucosa do duodeno. É também conhecida por enterite ou giárdia.

O agente etiológico é a *Giardia lamblia*, protozoário flagelado que existe sob as formas de cistos e trofozoíto. A primeira é a forma infectante. A transmissão é direta, pela contaminação das mãos e conseqüente ingestão de cistos existente em dejetos de pessoa infectada; ou indireta, através de ingestão de água ou alimento contaminado. O período de incubação varia de uma a quatro semanas, com média de 7 a 10 dias.

Hepatite A: início geralmente súbito com febre, mal-estar geral, falta de apetite, náuseas, sintomas abdominais seguido de icterícia. A convalescença em geral é prolongada e a gravidade aumenta com a idade, porém há recuperação total sem seqüelas.

A distribuição do vírus da Hepatite A é mundial; porém em locais onde o saneamento é deficiente, a infecção é comum e ocorre em crianças de pouca idade. O agente etiológico é o vírus da hepatite tipo A, hepatovirus RNA, da família Picornavirideo. A transmissão ocorre via água contaminada e alimentos contaminados. O período de incubação é de 15 a 45 dias, sendo a média de 30 dias.

Febre Amarela: é uma doença infecciosa aguda, de curta duração (no máximo 10 dias), de gravidade variável, causada pelo vírus amarílico. A febre amarela pode causar quadros praticamente pouco aparentes até formas graves da doença. Os primeiros sintomas têm início súbito e sintomas gerais como febre, calafrios, dores de cabeça, dores musculares, náuseas, vômitos e fotofobia. Após este período a doença pode evoluir para a cura ou para formas mais graves. Nestas, aparece novo acesso febril, icterícia progressiva e fenômenos hemorrágicos (sangramento nasal, bucal, cutâneo, no vômito e nas fezes), queda da pressão arterial e prostração.

O mosquito transmissor da febre amarela urbana é o *Aedes aegypti*, o mesmo transmissor da dengue. Na febre amarela silvestre os mosquitos do gênero *Haemagogus* são os principais transmissores. No Brasil, desde 1949 não há transmissão urbana. Os casos confirmados são de febre amarela silvestre.

O período de incubação, no ser humano, é de três a seis dias após a picada do mosquito infectado. O período de incubação no mosquito é de 9 a 12 dias e depois de infectado o mosquito permanece nesta condição por toda a vida, que é em média de três a quatro meses. A transmissão da febre amarela pode ser urbana, a silvestre e a intermediária ("rural"). A diferença está nos transmissores e no local em que foi adquirida a infecção.

Esquistossomose: a sintomatologia depende da localização do parasita. Os efeitos patológicos mais importantes são as complicações derivadas da infecção crônica: fibrose hepática e hipertensão portal. O agente etiológico é o *Schistosoma mansoni*, da família Schistosomatidae.

Modo de transmissão: os ovos do *Schistosoma mansoni* são eliminados pelas fezes do hospedeiro infectado (homem). Na água, eclodem, liberando uma larva ciliada denominada miracídio, a qual infecta o caramujo. Após quatro ou seis semanas, abandonam o caramujo, na forma de cercária, ficando livres nas águas naturais. O contato humano com as águas infectadas pelas cercárias é a maneira pela qual o indivíduo adquire a esquistossomose. O período de incubação vai em média, de duas a seis semanas após a infecção.

Malária: doença infecciosa, potencialmente grave, causada por parasitas (protozoários do gênero *Plasmodium*), que são transmitidos de uma pessoa para outra pela picada de mosquitos (*Anopheles*). A transmissão é mais comum em áreas rurais e semi-rurais, mas pode ocorrer em áreas urbanas principalmente na periferia. Em altitudes superiores a 1500 metros, no entanto, o risco de aquisição de malária é pequeno.

Quatro espécies de protozoários do gênero *Plasmodium* podem produzir a infecção - *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae* e *Plasmodium ovale*.

No início do século vinte, a malária ocorria praticamente em todo o território brasileiro. Em 1940 eram estimados cerca de oito milhões de casos por ano. As medidas de controle, incluindo o uso de DDT, fizeram com que o número fosse reduzido, chegando a 50 mil em 1970. A partir de então, em razão da descoberta de ouro e dos projetos de desenvolvimento que levaram à ocupação desordenada da Região Amazônica, o número de casos subiu progressivamente. Em 1999 foram registrados 630.747 mil casos de malária, 629.000 dos quais na Amazônia.

Dengue: é uma doença infecciosa causada por um vírus, que pode ser de quatro sorotipos diferentes: DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4. Nos países tropicais, a dengue é um sério problema de saúde pública, pois as condições do meio ambiente favorecem o desenvolvimento e a proliferação do *Aedes aegypti*, principal mosquito transmissor da doença.

A dengue clássica é usualmente benigna. Inicia-se com febre alta, podendo apresentar cefaléia (dor de cabeça), prostração, mialgia (dor muscular, dor retro-orbitária - dor ao redor dos olhos), náusea, vômito, dor abdominal, exantema máculo-papular (manchas

na pele). No final do período febril podem ocorrer sangramentos, mas eles são raros na dengue clássica.

Os sintomas iniciais das DEN-2, DEN-3 e DEN-4 são os mesmos da dengue clássica, porém evoluem rapidamente para manifestações hemorrágicas de gravidade variável. Os casos típicos são caracterizados por febre alta, fenômenos hemorrágicos que vão desde leves sangramentos gengivais até manifestações graves, como hemorragia gastrointestinal, intracraniana e derrames.

Nos casos mais graves, após o desaparecimento da febre, o estado do paciente se agrava repentinamente, com sinais de insuficiência circulatória e choque. Este estado pode levar o paciente a óbito em 12 a 24 horas ou à recuperação através de um tratamento antichoque apropriado. O período de incubação é de 3 a 15 dias.

Leptospirose: é uma doença infecciosa febril, aguda, e potencialmente grave, causada por uma bactéria, a *Leptospira interrogans*. É uma zoonose (doença de animais) que ocorre no mundo inteiro, exceto nas regiões polares. Em seres humanos ocorre em pessoas de todas as idades e em ambos os sexos. Na maioria dos casos de leptospirose (90%) a evolução é benigna.

A leptospirose acomete roedores e outros mamíferos silvestres e é um problema veterinário relevante, atingindo animais domésticos (cães, gatos) e outros de importância econômica (bois, cavalos, porcos, cabras, ovelhas). Esses animais, mesmo quando vacinados, podem tornar-se portadores assintomáticos e eliminar a *Leptospira interrogans* junto com a urina.

O rato de esgoto (*Rattus norvegicus*) é o principal responsável pela infecção humana, em razão de existir em grande número e da proximidade com seres humanos. A *Leptospira interrogans* multiplica-se nos rins desses animais sem causar danos, e é eliminada pela urina, às vezes por toda a vida do animal. O homem é infectado casual e transitoriamente, e não tem importância como transmissor da doença. A transmissão de uma pessoa para outra é muito pouco provável.

A bactéria penetra através da pele e de mucosas (olhos, nariz, boca) ou através da ingestão de água e alimentos contaminados. A presença de pequenos ferimentos na

pele facilita a penetração, que pode ocorrer também através da pele íntegra, quando a exposição é prolongada.

Leishmaniose Visceral: moléstia transmitida pelo inseto hematófago flebótomo *Lutzomia sp.*

Não há transmissão pessoa a pessoa, nem animal a animal. Várias complicações são citadas por autores brasileiros e estrangeiros, sendo as mais freqüentes afecções pleuropulmonares, geralmente precedidas de bronquites; complicações intestinais; hemorragias; traqueobronquites agudas; anemia aguda em fase adiantada da doença podendo levar o doente ao óbito.

O agente etiológico é um protozoário da família tripanosomatidae, gênero *Leishmania*, espécie *Leishmania chagasi*, que apresenta duas formas: amastigota (intracelular em vertebrados) e promastigota (tubo digestivo dos vetores invertebrados). O período de incubação varia de 10 dias a 24 meses, sendo, em média, de dois a quatro meses.

Leishmaniose Tegumentar Americana: é uma doença infecciosa causada por protozoários do gênero *Leishmania*, que acomete pele e mucosas. É uma zoonose em franca expansão geográfica no Brasil, sendo uma das infecções dermatológicas mais importantes, não só pela freqüência, mas principalmente pelas dificuldades terapêuticas, deformidades e seqüelas que pode acarretar. Ela vem ocorrendo de forma endêmico epidêmica, apresentando diferentes padrões de transmissão, relacionados não somente à penetração do homem em focos silvestres, freqüentemente em áreas de expansão de fronteiras agrícolas. Tem-se evidenciado a ocorrência da doença em áreas de colonização antiga. Nestas, tem-se discutido a possível adaptação dos vetores e parasitas a ambientes modificados e reservatórios. É importante problema de saúde pública pela sua magnitude, transcendência e pouca vulnerabilidade às medidas de controle.

Há diferentes subgêneros e espécies de *Leishmanias*, sendo as mais importantes no Brasil a *amazonensis*, a *guyanensis*, a *braziliensis*, *naiffi* e *shawi*. A transmissão se dá através da picada de várias espécies de flebotomíneos (mosquito palha, cangalhinha, tatuquira etc.). O período de incubação em média é de um mês, podendo ser mais curto (duas semanas) ou mais longo (de 6 a 12 meses).

Ascaridíase: o primeiro sinal da infestação freqüente é a presença de vermes vivos nas fezes ou ressurgidos. Os sinais pulmonares incluem a síndrome de Coeffer, caracterizada por respiração irregular, espasmos de tosse, febre e pronunciada eosinofilia (presença de mais de 500 eosinófilos - um dos tipos de células brancas do sangue, por milímetro cúbico de sangue). A alta densidade de parasitas pode causar distúrbios digestivos e nutricionais, dor abdominal, vômitos, inquietação e perturbação do sono. Complicações graves não raro fatais incluem obstrução intestinal e migração de vermes adultos para o fígado, pâncreas, apêndice, cavidade peritoneal e trado respiratório superior.

O agente etiológico é a *Ascaris lumbricoides*, ou lombriga. A transmissão se dá por meio da ingestão dos ovos infectantes do parasita, procedentes do solo, água ou alimentos contaminados com fezes humanas. O período de incubação varia de quatro a oito dias, tempo necessário para completar o ciclo vital do parasita.

5.3 – Reservatórios e Enfermidades Associadas à Água

Um dos maiores danos causados pelos grandes reservatórios é o aumento das doenças associadas à água. As barragens e os sistemas de irrigação induzem diversas enfermidades pois criam habitats ideais para a proliferação de mosquitos, caracóis e outros animais que servem como vetores para a disseminação dos parasitas que geram estas moléstias. São comuns em regiões próximas aos reservatórios o aumento dos casos de febre amarela, dengue, malária e esquistossomose. Por exemplo, depois da construção da represa Akosombo, na parte central de Gana, as taxas de infecção por esquistossomose nas regiões vizinhas à barragem cresceram de 5 para 80% alguns anos após o enchimento do lago. Dez anos após a construção de Akosombo, cerca de 100 mil pessoas sofriam de oncocercose, uma doença parasitária, transmitida por insetos da família *Simuliidae* (chamados "borrachudos", no Sul do Brasil, e "pium", no Norte), conhecida também como "cegueira dos rios", pois os parasitas podem invadir o globo ocular causando reações que podem levar à cegueira. Dos 100 mil atingidos, aproximadamente 70% ficaram totalmente cegos (Caufield, 1996).

Na parte alta do Egito, três anos após a construção de uma represa na parte baixa do Rio Aswan, no início da década de 1930, a prevalência (quociente entre o número de casos existentes e o número de pessoas na população) de esquistossomose subiu de 6 para 30%. No

Sudão, a barragem Sennar entrou em operação em 1926, e em 15 vilas pesquisadas próximas ao lago, a prevalência de esquistossomose era de 21% em adultos e 45% em crianças. Na década de 80 estes valores chegaram a 80%. Em Gana, após o enchimento do reservatório Volta, em 1966, à prevalência de crianças de 10 a 14 anos infectadas com o *Schistosoma* era de 90%. Durante a construção do reservatório Kariba, na fronteira Zâmbia/Zimbabwe, cerca de 45% dos trabalhadores contraíram esquistossomose (Agyeman, 2001). Dez anos após o represamento, a prevalência era de 15% em adultos e 70% em crianças. O lago Kainji, localizado na Nigéria, foi formado em 1970. Um ano depois de sua entrada em operação, a prevalência de esquistossomose era de 30%, sendo que no ano seguinte este valor aumentou para 45% (<http://www.wisc.edu/epat/.pop-env/.schis/.format/.review.html>, 2003).

No Brasil, tomando como exemplo o início das obras de Tucuruí, em 24/11/1975, observa-se que, a partir desta data, ocorre um significativo crescimento nos casos de malária, sendo que seu ápice ocorre no ano de 1984, justamente quando se inicia a operação comercial da fase I da usina. A TAB. 5.1 apresenta o número total de casos de malária registrados no município de Tucuruí entre os anos de 1962 e 1998. A média anual de casos no período anterior as obras de construção da barragem (1962 a 1975) é de 168; após esta data a média subiu para 3670 casos/ano. Devido a ausência de dados populacionais no período anterior a 1980, não é possível efetuar o cálculo da incidência, que indica o quociente entre o número de casos novos e o número de pessoas expostas ao risco, no mesmo período A TAB. 5.2 apresenta o número de casos acima da média ocorridos após o início das obras de construção da usina hidrelétrica.

TABELA 5- 1 – Número de casos de malária no município de Tucuruí entre 1962 e 1998

Ano	casos positivos	Ano	casos positivos	Ano	casos positivos
1962	106	1975	251	1988	2103
1963	93	1976	1127	1989	2801
1964	28	1977	3387	1990	2165
1965	15	1978	2762	1991	NL
1966	152	1979	4953	1992	7058
1967	111	1980	3691	1993	6094
1968	39	1981	4479	1994	3439
1969	8	1982	6992	1995	3117
1970	251	1983	8519	1996	1567
1971	174	1984	10126	1997	1423
1972	210	1985	1411	1998	1895
1973	600	1986	650		
1974	320	1987	1063		

Fonte: Reis, 2001 (NL – Não Levantado)

TABELA 5- 2 – Número de casos de malária no município de Tucuruí entre 1976 e 1998, acima da média anterior (168 casos)

Ano	Acima da média	Ano	Acima da média
1976	959	1988	1935
1977	3219	1989	2633
1978	2594	1990	1997
1979	4785	1991	NL
1980	3523	1992	6890
1981	4311	1993	5926
1982	6824	1994	3271
1983	8351	1995	2949
1984	9958	1996	1399
1985	1243	1997	1255
1986	482	1998	1727
1987	895	média	3505

Fonte: Reis, 2001 (NL – Não Levantado)

Todavia, em alguns casos não tem ocorrido impactos notáveis à saúde, como no caso da barragem da Usina de Serra da Mesa. Alguns dados do DATASUS referentes às cidades alagadas por este reservatório, construído no Estado de Goiás são apresentados na TAB. 5.3. As obras de execução de Serra da Mesa foram realizadas segundo o seguinte cronograma: 1984/86 – instalação do acampamento piloto, 1986/88 – desvio do rio, 1988 – entrada da construtora Camargo Corrêa para a execução das obras principais, 1993 – entrada do capital privado para a conclusão das obras, outubro de 1996 – licença de operação e outubro de 1998 – acionamento da primeira turbina.

No caso dessa represa, os danos causados pela criação de um ambiente propício a proliferação de vetores e conseqüentemente adequado ao aumento de doenças associadas à água não foram relevantes. A mesoregião norte de Goiás também não apresenta um quadro epidemiológico agravado pela construção do reservatório (TAB. 5.4).

TABELA 5- 3 – Número de internações por tipo de doença nos municípios alagados por Serra da Mesa – Goiás.

Doença	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Esquistossomose	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptospirose	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Febre Amarela	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malária	21	10	21	4	1	0	0	2	4
Leishmaniose	2	2	0	1	0	3	0	0	1
Dengue	0	0	0	0	0	1	3	1	1
Cólera	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Febre Tifóide	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Amebíase	0	0	0	51	0	5	2	1	0

Fonte: DATASUS, 2004

TABELA 5- 4 - Número de internações por tipo de doença na mesoregião norte de Goiás

Doença	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Esquistossomose	1	1	5	1	0	0	0	0	0
Leptospirose	2	1	0	1	0	0	0	1	0
Febre Amarela	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Malária	36	22	38	8	4	4	0	7	11
Leishmaniose	5	3	6	3	0	3	0	6	12
Dengue	0	0	0	0	0	1	3	1	1
Cólera	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Febre Tifóide	1	0	0	2	0	0	1	1	0
Amebíase	0	1	0	72	0	5	2	1	0

Fonte: DATASUS, 2004

A previsão é de que 133 milhões de pessoas em todo o mundo venham a morrer de doenças associadas à água até 2020 se nenhuma ação adequada for tomada. Mesmo que os objetivos anunciados pelas Nações Unidas em 2000 venham a ser atingidos, de 34 a 76 milhões de pessoas devem perecer devido a doenças associadas à água, incluídas as de veiculação hídrica (Gleick et al., 2002). Segundo a Organização Mundial de Saúde, no ano de 2001, a malária ocasionou 1.123.764 mortes, enquanto que a dengue matou 21.169 pessoas em todo o mundo. No entanto, alguns esforços tem sido recompensados, como, por exemplo, no que diz respeito ao controle e erradicação da dracunculose, também conhecida por serpente de fogo, ou verme de Guiné, que, na década de 1980, atingia a 3 milhões de pessoas. Passados 20 anos, esse número caiu para menos de 100 mil pessoas na África e na Ásia (Gleick, 2001). Existem esperanças de que esta enfermidade seja totalmente erradicada nos próximos anos se políticas econômicas e educacionais adequadas forem adotadas.

5.4 – Metodologia

A investigação da correlação existente, ou não, entre as doenças associadas à água e os reservatórios em estudo foi dividida em duas etapas. Primeiramente, efetuou-se uma análise temporal no horizonte 1992-2003 para duas usinas que entraram em funcionamento neste período: Nova Ponte em 1994 e Miranda em 1998. Foi investigado nesse período o número de internações em hospitais do SUS, nas cidades alagadas. Para o período 1992-1997 foi utilizado o CID 9 – Classificação Internacional de Doenças, nona revisão, e de 1998 a 2003, a décima revisão. Ressalta-se aqui que, na nona revisão, não havia a separação entre leishmaniose tegumentar e visceral; assim sendo, as duas enfermidades foram agrupadas como sendo uma única. O mesmo ocorre para dengue/febre hemorrágica do dengue e febres tifóide/paratifóide.

Como fonte, foi utilizado o portal do DATASUS, disponível para consulta na internet (www.datasus.gov.br, 2004), que possui os dados discriminados em nível municipal a partir de 1992. O sistema em foco corresponde a hospitais públicos (federais, estaduais e municipais), universitários (públicos ou privados), filantrópicos e contratados à iniciativa privada. Foram observados o número de internações, o total de dias internados e o valor total em Reais, destes gastos, para as seguintes doenças associadas à água: cólera; dengue, febre hemorrágica do dengue, febre amarela silvestre, esquistossomose, malária, febre tifóide, febre paratifóide, leptospirose, leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar americana, amebíase e shigelose.

Entre as limitações apontadas para a base de dados constituída pelas AIH – Autorização de Internações Hospitalares, estão o perfil da clientela, formada por uma população urbana e empregada, não incluindo aqueles em piores condições de vida, a falta de padronização e treinamento para classificação das doenças ou lesões que motivaram a internação, e o problema de a unidade de análise ser a internação e não o indivíduo, de modo que as doenças que requerem mais de uma internação podem aparecer em frequências mais altas do que a sua real prevalência na população. Os dados registrados nas AIHs são preparados pelos próprios hospitais e, através deles, são pagas as internações hospitalares (Pereira, 1995).

O uso das informações referentes à utilização dos serviços de saúde deve ser efetuado de forma cuidadosa, pois a utilização de um serviço é influenciada por vários fatores. Por exemplo, é possível esperar que os pacientes com febre alta ou os vitimados por determinados acidentes tendam a demandar por atendimento em prontos-socorros e ambulatórios de hospitais. Já os portadores de afecções psicossomáticas recorrem em grande proporção à auto medicação e ao atendimento informal. Mesmo quando o indivíduo decide procurar um serviço de saúde, a efetivação do atendimento dependerá de alguns fatores, tais como o tipo de oferta existente, o grau de acesso à população, a efetividade dos serviços e os custos envolvidos no contato do paciente com o sistema de saúde (Pereira, 1995).

Também foi efetuada uma análise espacial do problema, utilizando-se um Sistema de Informações Geográficas. Os dados georeferenciados dos reservatórios da CEMIG foram fornecidos pela Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas da ANEEL, e adicionados a uma base georeferenciada que contém os limites municipais de todo o território brasileiro. Os demais Estados da Federação foram excluídos do arquivo gerado, de tal forma

que apenas os municípios pertencentes ao Estado de Minas Gerais e os reservatórios em estudo fizessem parte do arquivo final.

A partir de cada um dos oito reservatórios foram traçadas linhas eqüidistantes do contorno do lago, distantes, respectivamente, 20, 40 e 60 quilômetros da margem da represa. Foram, então, analisados os dados das internações na rede do SUS nos municípios cujas sedes se encontram dentro do perímetro em estudo. O procedimento teve por objetivo verificar se há uma correlação entre o número de internações devido a doenças associadas à água e sua distância em relação ao reservatório.

5.5 Resultados

5.5.1 – Análise temporal

A análise da variação das doenças associadas à água antes e depois da construção dos reservatórios foi efetuada para as barragens de Miranda e Nova Ponte. Alguns dados dos municípios alagados por estes lagos estão presentes nas TAB.s 4.3 e 4.4.

As TAB.s 5.5 a 5.10 apresentam os resultados obtidos para os municípios alagados pelos reservatórios citados. Dos 11 municípios em estudo, de acordo com os dados do DATASUS, foram registradas internações vinculadas a doenças associadas à água em seis deles: Nova Ponte, Patrocínio, Sacramento, Santa Juliana, Uberaba e Uberlândia.

TABELA 5- 5 – Internações na rede do SUS no município de Santa Juliana

Enfermidade	1993	1999	2000	2002
Febre tifóide/paratifóide	1	1	1	0
Amebíase	0	0	0	1
Leptospirose	0	0	0	1

Fonte: DATASUS, 2004

TABELA 5- 6 – Internações na rede do SUS no município de Patrocínio

Enfermidade	1992	1994	1995	1996	1997	1999	2001
Dengue	0	0	0	0	0	2	0
Malária	0	1	1	0	1	1	1
Febre tifóide/paratifóide	0	0	0	0	1	0	0
Leptospirose	2	0	0	0	0	0	0
Leishmaniose	0	0	0	1	1	0	0
Esquistossomose	0	1	0	0	0	0	0

Fonte: DATASUS, 2004

TABELA 5- 7 – Internações na rede do SUS no município de Sacramento

Enfermidade	2000	2002	2003
Leptospirose	1	0	0
Shigelose	0	5	9

Fonte: DATASUS, 2004

TABELA 5- 8 – Internações na rede do SUS no município de Nova Ponte

Enfermidade	1992	1993
Dengue	1	0
Amebíase	0	1

Fonte: DATASUS, 2004

TABELA 5- 9 – Internações na rede do SUS no município de Uberaba

Enfermidade	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	total
Leishmanioses	1	2	5	4	0	1	6	4	3	4	3	2	35
Esquistossomose	1	9	3	3	4	1	6	3	1	4	2	1	38
Febre tifóide/paratifóide	2	18	14	13	15	14	3	2	0	0	0	0	81
Dengue	0	0	1	0	0	5	2	9	5	9	5	3	39
Cólera	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Malária	2	6	0	2	4	2	1	1	5	2	0	1	26
Leptospirose	0	0	3	4	0	0	0	0	2	1	1	2	13
Amebíase	5	4	4	0	2	2	0	0	1	1	1	2	22
Shigelose	3	2	0	1	1	0	2	0	0	0	1	1	11
Febre amarela	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Total	14	42	30	27	26	26	20	19	17	22	13	12	268

Fonte: DATASUS, 2004

TABELA 5- 10 – Internações na rede do SUS no município de Uberlândia

Enfermidade	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Leishmanioses	3	3	2	3	5	1	4	6	8	9	10	8	62
Esquistossomose	4	2	1	1	3	3	2	1	0	2	0	0	19
Dengue	0	0	0	1	0	0	1	5	2	2	2	3	16
Malária	7	2	3	5	5	3	1	1	4	1	2	1	35
Leptospirose	6	0	1	1	3	1	1	0	3	2	1	0	19
Amebíase	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	5
Shigelose	3	0	0	3	0	0	0	2	0	0	3	2	13
Cólera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Febre tifóide/paratifóide	16	17	1	1	3	1	0	0	0	0	0	1	40
Total	39	24	8	15	19	9	11	16	17	16	21	16	211

Fonte: DATASUS, 2004

Nas TAB.s 5.11 e 5.12, encontram-se os dados do número de internações dividido pela população municipal de Uberaba e Uberlândia. Devido à indisponibilidade dos casos que não resultaram em internações, não foi possível se trabalhar com a incidência.

TABELA 5- 11 – Análise epidemiológica no município de Uberaba

Enfermidade	Soma das internações anuais antes/ durante a construção de Miranda	Soma das internações anuais após a construção de Miranda	Aumento percentual (quando aplicável)
Leishmanioses	5,95	8,71	46,33%
Esquistossomose	9,53	6,76	-
Febres tifóide/paratifóide	33,93	2,03	-
Dengue	2,56	12,96	406,97%
Cólera	0,47	0,39	-
Malária	7,17	3,95	-
Leptospirose	3,22	2,32	-
Amebíase	7,71	1,92	-
Shigelose	3,20	1,58	-
Febre amarela	0,42	0,00	-

Fonte: DATASUS, 2004/Elaboração própria – valores expressos por 100.00 habitantes

TABELA 5- 12 – Análise epidemiológica no município de Uberlândia

Enfermidade	Soma das internações anuais antes/ durante a construção de Miranda	Soma das internações anuais após a construção de Miranda	Aumento percentual (quando aplicável)
Leishmanioses	4,18	8,78	109,84%
Esquistossomose	3,41	1,02	-
Dengue	0,25	2,95	1173,51%
Malária	6,17	1,97	-
Leptospirose	2,99	1,39	-
Amebíase	0,00	1,00	-
Shigelose	1,54	1,35	-
Cólera	0,00	0,38	-
Febre tifóide/paratifóide	9,99	0,18	-

Fonte: DATASUS, 2004/Elaboração própria – valores expressos por 100.00 habitantes

5.5.2 – Valoração – UHE Miranda

O valor das externalidades foi calculado com base nos dados do IBGE e do DATASUS. O custo total foi considerado como sendo a soma dos gastos com tratamento e do valor dos dias perdidos de trabalho, de acordo com as fórmulas abaixo discriminadas:

- Custo total = gastos com internações + gastos ambulatoriais + custo dos dias perdidos;
- Custo dos dias perdidos = (número de internações c/ idade acima de 14 anos x média de permanência) x renda média mensal / 30;
- Renda média mensal em Minas Gerais em 2001 = R\$ 430,00 (Anexos, TAB. B2).

A idade de 15 anos foi considerada como sendo a idade base para cálculo dos dias perdidos de acordo com os dados do IBGE, que mostram que a população economicamente ativa a partir

desta faixa etária é maior do que a inativa (Anexos, TAB. B2). Contudo, das 39 internações registradas nos municípios em estudo no ano de 2001, em apenas dois casos o paciente tinha menos de 14 anos.

Em relação à idade, cabe ressaltar aqui que o Decreto n.º 4.134, de 15/02/2002, promulga a Convenção n.º 138 e a Recomendação n.º 146 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) sobre idade mínima de admissão ao emprego ou trabalho. O artigo segundo estabelece que a idade mínima é de dezesseis anos. Contudo, as planilhas do IBGE (Anexos, TAB. B.1) incluem as idades de 15 e 16 anos dentro do mesmo grupo. Assim sendo, para compatibilizar estas duas informações adotou-se neste trabalho 15 anos como sendo a idade mínima para cálculos da população economicamente ativa, para contabilizar os dias perdidos quando da valoração das externalidades.

Para obtenção dos gastos ambulatoriais por doença utilizou-se a relação entre o gasto médio por internação no SUS (R\$266,69) e o gasto médio por atendimento ambulatorial no SUS (R\$2,72), desta forma o valor presente na coluna gastos com internações é dividido por 98,04 (266,69/2,72) (TAB. 5.13), seguindo a mesma idéia apresentada por Reis (2001).

TABELA 5- 13 – Valoração da externalidades: UHE Miranda

Número de internações em 2001		Média permanência em dias	Gastos c/ internações em Reais	Gastos ambulatoriais em Reais	Dias perdidos em Reais	Custo total em Reais
Até 14 anos	> 14 anos					
Leishmaniose Tegumentar						
0	10	30,6	4.534,6	46,24	4.386	8.966,84
Leishmaniose Visceral						
0	3	31,7	1.226,77	12,51	1.363,1	2.602,38
Esquistossomose						
0	6	13,7	4.231	43,15	1.178,2	5.452,35
Dengue						
1	10	2,6	935,75	9,54	372,66	1.317,96
Cólera						
0	1	3	171,67	1,75	43	216,42
Malária						
0	3	3,7	372,62	3,80	159,1	535,52
Leptospirose						
1	2	7	1.085,16	11,06	200,66	1.296,89
Amebíase						
0	1	12	337,21	3,43	172	512,64

Fonte : DATASUS, 2004/Elaboração própria

Contudo, os dados acima se restringem ao Sistema Único de Saúde – SUS. Para contabilizar as internações ocorridas em clínicas e hospitais particulares é utilizada a mesma metodologia aplicada por Reis (Reis, 2001), na qual se considera a relação entre a taxa de mortalidade dada pelo Sistema de Informações de Mortalidade (SIM = 6,74) e a taxa de mortalidade no âmbito do Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS = 1,95), e, ainda, contabiliza-se a porcentagem de óbitos não informada ao sistema de saúde (16,55%), que é obtida da relação entre os óbitos informados (SIM) e aqueles obtidos através dos CENSOS do IBGE. Desta forma se obtém o valor 4,14 (equação 5.1). Esse valor é adotado devido à ausência de dados similares referentes à taxa de morbidade.

$$\text{Fator de ajuste} = [(6,74/1,95) \times 100/(100-16,55)] = 4,14 \quad (5.1)$$

Os resultados obtidos são apresentados na TAB. 5.14:

TABELA 5- 14 – Valor final das doenças associadas à água: UHE Miranda – Ano base 2001

Enfermidade	Valor em Reais
Leishmaniose Tegumentar	37.122,75
Leishmaniose Visceral	10.773,86
Esquistossomose	22.572,74
Dengue	5.456,35
Cólera	895,98
Malária	2.217,05
Leptospirose	5.369,14
Amebíase	2.122,36
Total	86.530,26

Fonte : Elaboração própria

No entanto, conforme visto anteriormente, as enfermidades associadas à água já existiam na região anteriormente a construção da usina de Miranda. Assim sendo, considerando-se os valores apresentados nas TAB.s 5.11 e 5.12, que indicam as taxas antes e depois da construção da UHE Miranda, é considerado como externalidade apenas o percentual superior à média após a construção do reservatório. Somando-se os dados dos municípios alagados pelo reservatório de Miranda (Uberaba e Uberlândia, já que em Nova Ponte e Indianópolis não foram registradas internações na rede do SUS), o número de internações associadas a algumas enfermidades apresentaram valores superiores à média histórica, conforme pode ser visto na TAB. 5.15:

TABELA 5- 15 – Valor da externalidade relativa as doenças associadas à água para a UHE Miranda (somatório Uberaba – Uberlândia) – ano base 2001

Enfermidade	Número médio de internações por ano antes da construção-SUS	Número de internações em 2001-SUS	Aumento após a construção	Valor total em Reais	Valor endêmico em Reais	Valor da externalidade em Reais
Leishmanioses	0,80	1,68	109,55%	47.896,61	22.856,09	25.040,52
Dengue	0,17	1,42	716,36%	5.456,35	668,36	4.787,98
Cólera	0,03	0,13	367,37%	895,98	191,70	704,27
Total	-	-	-	54.248,94	23.716,17	30.532,77

Fonte: Elaboração própria – valores de internações expressos por 100.00 habitantes

Deste modo, considerando que o aumento das enfermidades associadas à água após a construção da UHE Miranda se deva exclusivamente a presença da barragem, o valor da externalidade na área de saúde para o ano de 2001 é de R\$30.532,77.

As FIG.s 5.1 a 5.3 mostram gráficos que correlacionam o número de internações na rede do SUS associadas às enfermidades em estudo, no período 1992-2003, nos municípios de Uberaba e Uberlândia.

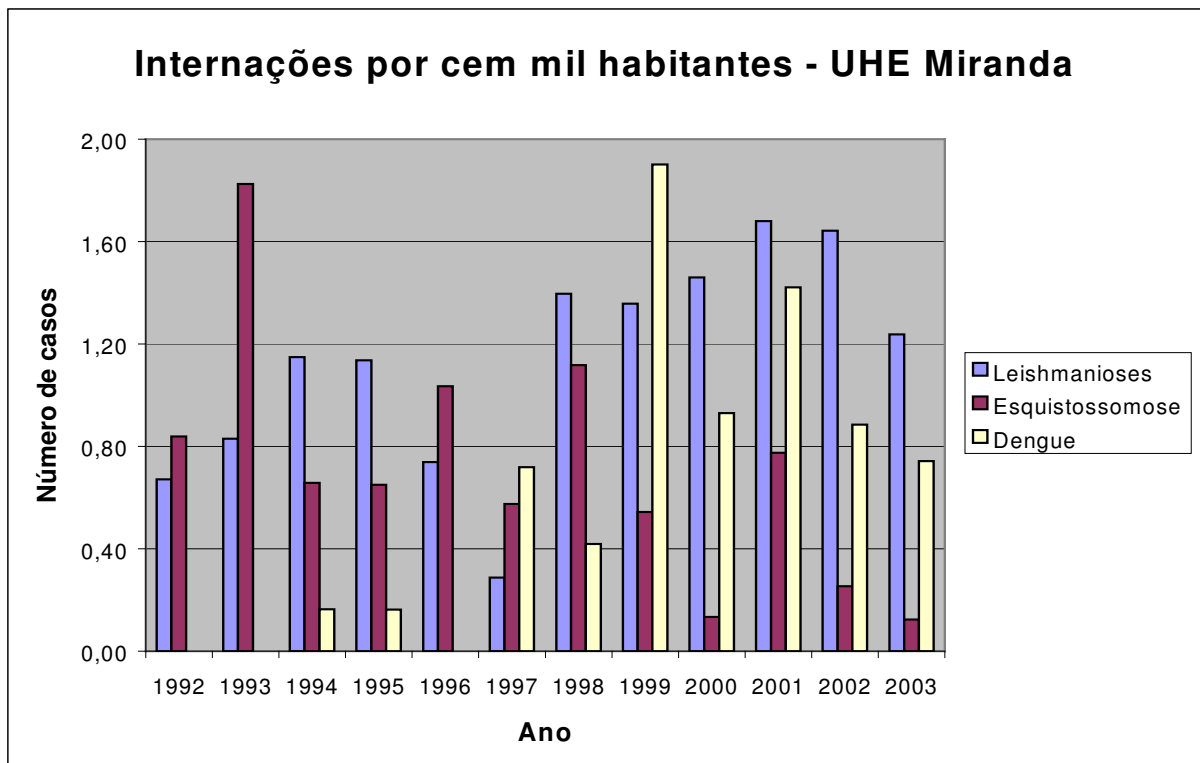


FIGURA 5- 1 – Análise epidemiológica na região de Miranda – I

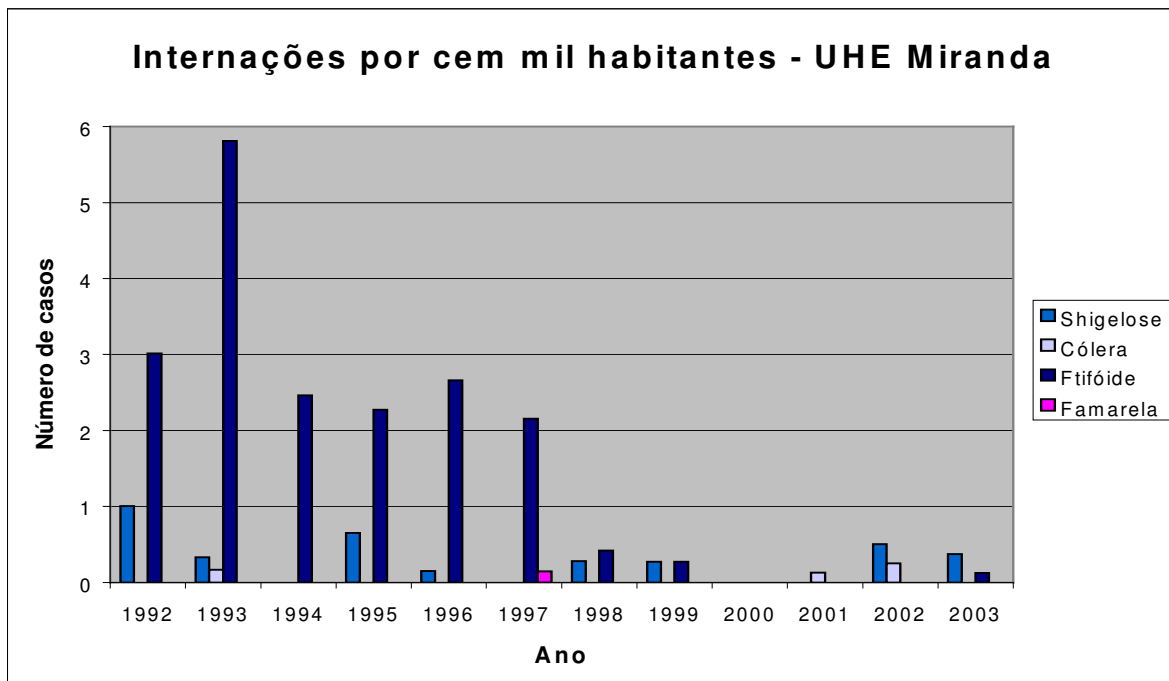


FIGURA 5- 2 – Análise epidemiológica na região de Miranda – II

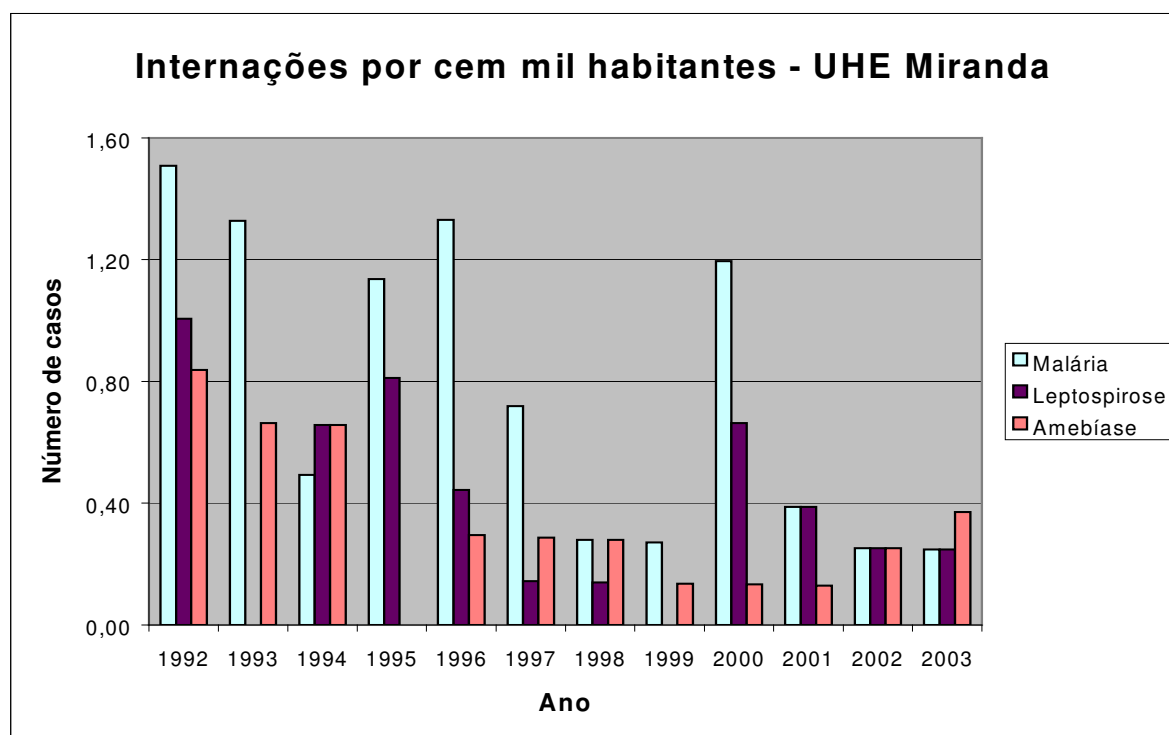


FIGURA 5- 3 – Análise epidemiológica na região de Miranda – III

5.5.3 – Significância das externalidades

Seguindo a mesma metodologia apresentada na seção 4.7.1, a TAB 5.16 contém os dados das externalidades relativas a doenças associadas à água.

TABELA 5- 16 – Valoração das externalidades

Nome do aproveitamento	Tarifa R\$/MWh	Geração MWh	Custo da externalidade – R\$	Custo da externalidade – R\$/MWh	Relação custo da externalidade por custo de geração
UHE Miranda	41,00	1.090.056	30.532,77	0,028	0,068%

Fonte: CEMIG/ANEEL/Elaboração própria

* Tarifa líquida média de compra da energia junto as distribuidoras no ano de 2003 - ANEEL

Verifica-se que o valor da externalidade, de acordo com a metodologia apresentada, é extremamente reduzido. Seguindo a mesma metodologia para a UHE Nova Ponte, que entrou em operação em 1994, verifica-se que, no ano de 2001, só houve uma internação (cólera em Patrocínio), de tal forma que o valor da externalidade seria mínimo. Caso o ano base fosse 2002, o valor da externalidade se deveria a sete internações (TAB.s 5.5 a 5.8).

Cabe ressaltar que a OMS estima que, apesar da cólera ser uma doença de notificação compulsória, apenas 2% dos casos são efetivamente relatados na América do Sul (Lewinsohn, 2003), sendo o problema comum a outras enfermidades. Desta forma, os resultados obtidos podem ser bastante conservativos.

5.5.4 Comparação com os índices do Estado de MG

Efetuando-se uma análise comparativa entre o número de internações devido às doenças associadas à água nas cidades alagadas pela UHE Miranda e em todo o Estado de Minas Gerais, obtém-se os resultados apresentados na TAB. 5.17. A análise foi feita em dois períodos: entre os anos de 1992 e 1997, e no intervalo 1998-2003. Os cálculos foram efetuados utilizando-se um intervalo de confiança de 95%.

Os dados mostram que as externalidades não podem ser atribuídas aos reservatórios, excetuando-se o caso da leishmaniose, no qual fica uma dúvida devido aos valores encontrados.

5.5.5 Análise espacial

Com base nas coordenadas georeferenciadas fornecidas pela ANEEL, foram confeccionados três cenários para cada uma das oito hidrelétricas em estudo. O primeiro cenário corresponde a uma linha equidistante 20 km do contorno do lago, no segundo esta linha está a 40 km, e no terceiro, a 60 km.

De acordo com a análise georeferenciada, os municípios estudados dentro da metodologia adotada estão apresentados na TAB 5.18, e as FIG.s 5.4 a 5.11 apresentam as áreas de influência dos cenários em estudo. Ressalta-se que, devido à proximidade física entre os reservatórios de Emborcação, Nova Ponte e Miranda, torna-se difícil aplicar a metodologia proposta a estas usinas, visto que existe uma interdependência entre elas que torna difícil a análise espacial. Assim sendo, o estudo se limitou às outras cinco hidrelétricas. Devido à pequena distância existente entre as plantas de Camargos e Itutinga, o cenário adotado para elas é único.

TABELA 5- 17 – Avaliação comparativa UHE Miranda/Estado de Minas Gerais

Enfermidade/Região	Internações – IC 95%		Percentual de aumento
	1992-1997	1998-2003	
Cólera			
Estado de Minas	0,08 (0,00 a 0,16)	0,19 (0,00 a 0,40)	137,50%
UHE Miranda	0,03 (0,00 a 0,08)	0,06 (0,00 a 0,14)	100%
Dengue			
Estado de Minas	0,05 (0,01 a 0,09)	4,17 (1,45 a 6,88)	8340%
UHE Miranda	0,17 (0,00 a 0,38)	1,05 (0,66 a 1,44)	517,64%
Leishmanioses			
Estado de Minas	2,06 (1,82 a 2,30)	1,88 (1,63 a 2,13)	-
UHE Miranda	0,80 (0,56 a 1,04)	1,46 (1,34 a 1,59)	82,5%
Esquistossomose			
Estado de Minas	3,84 (2,56 a 5,12)	1,32 (1,21 a 1,42)	-
UHE Miranda	0,93 (0,58 a 1,28)	0,49 (0,19 a 0,79)	-
Malária			
Estado de Minas	0,35 (0,24 a 0,45)	0,17 (0,14 a 0,20)	-
UHE Miranda	1,09 (0,79 a 1,38)	0,44 (0,16 a 0,72)	-
Leptospirose			
Estado de Minas	0,65 (0,54 a 0,76)	0,47 (0,39 a 0,56)	-
UHE Miranda	0,51 (0,22 a 0,80)	0,28 (0,11 a 0,45)	-
Amebíase			
Estado de Minas	0,16 (0,11 a 0,22)	0,55 (0,33 a 0,78)	243,75%
UHE Miranda	0,46 (0,22 a 0,69)	0,22 (0,14 a 0,29)	-
Shigelose			
Estado de Minas	0,21 (0,09 a 0,33)	0,25 (0,00 a 0,52)	19,04%
UHE Miranda	0,36 (0,06 a 0,65)	0,24 (0,09 a 0,39)	-
Febre Amarela			
Estado de Minas	0,04 (0,02 a 0,05)	0,09 (0,00 a 0,18)	125%
UHE Miranda	0,02 (0,00 a 0,07)	0	-
Febre tifóide/paratifóide			
Estado de Minas	2,54 (1,51 a 3,57)	0,41 (0,21 a 0,62)	-
UHE Miranda	3,06 (2,04 a 4,09)	0,14 (0,01 a 0,27)	-

Fonte: DATASUS, 2004/Elaboração própria. Valores expressos por 100.00 habitantes.

TABELA 5- 18 – Análise espacial georeferenciada

UHE	Primeiro grupo (≤ 20 km)	Segundo grupo ($20 \text{ km} < d \leq 40 \text{ km}$)	Terceiro grupo ($40 \text{ km} < d \leq 60 \text{ km}$)
Três Marias	Abaeté - Biquinhas Felixlândia Morada Nova de Minas – Paineiras Paineiras – Pompeu	Cedro do Abaeté Martinho Campos Quartel Geral S. Gonçalo do Abaeté	Curvelo - Dores do Indaiá Matutina - Morro da Garça Papagaios Serra da Saudade Tiros - Varjão de Minas
Camargos/ Itutinga	Carrancas Nazareno Itutinga Madre de Deus de Minas	Andrelândia Bom Sucesso Conceição da Barra de Minas Ijaci – Ingaí Itumirim – Lavras Luminárias – Minduri Piedade do Rio Grande Santana do Garambéu São João Del Rei São Vicente de Minas	Aiuruoca – Arantina Barroso – Bom Jardim de Minas Carvalhos – Cel Xavier Chaves Cruzília – Dores de Campos Ibertioga – Prados - Perdões – Resende Costa Ribeirão Vermelho S Rita do Ibitipoca – S. Antônio do Amparo – S Bento do Abade S Tiago – S Tomé das Letras Seritinga - Serranos - Tiradentes
Salto Grande	Braúnas Dores do Guanhões Joanésia Mesquita	Açucena Belo Oriente Carmésia Divinolândia de Minas Ferros - Guanhões Santana do Paraíso Senhora do Porto Virginópolis	Antônio Dias - Bugre - D Joaquim Gonzaga - Ipaba - Ipatinga Jaguaruçu - Morro do Pilar Naque - Passabém - Sabinópolis Sta Efigênia de Minas - S Maria do Itabira - S Antônio Rio Abaixo S João Evangelista - S Sebastião do Rio Preto - Sardoá - Timóteo
Piau	Aracitaba Coronel Pacheco Ewbank da Câmara Oliveira Fortes - Piau Santos Dumont	Chácara - Goiana Juiz de Fora - Mercês Paiva - Rio Novo Rio Pomba Sta Bárbara do Tugúrio	devido às pequenas dimensões deste lago, realizar-se á somente a análise até 40 km de distância

Fonte : ANEEL, 2004/Elaboração própria

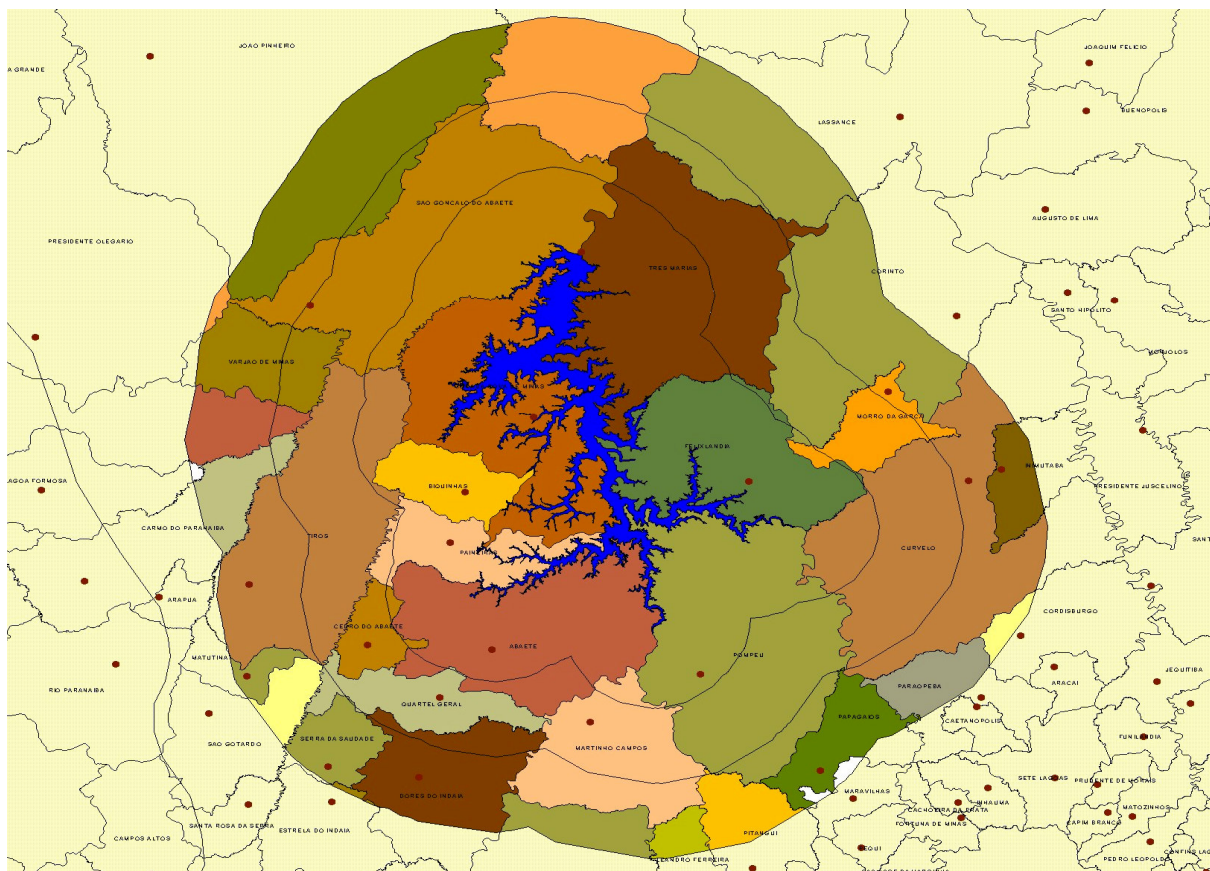


FIGURA 5- 4 – Análise espacial da UHE Três Marias

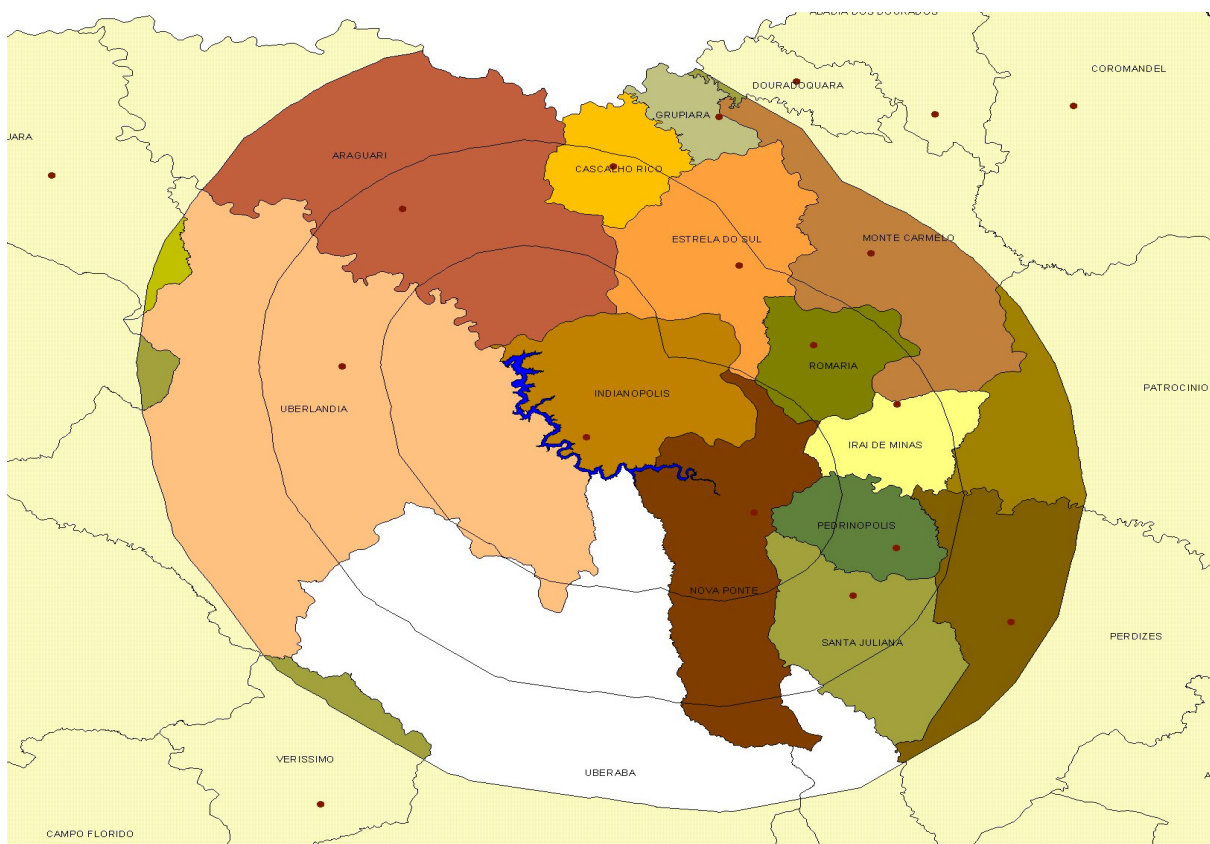


FIGURA 5- 5 – Análise espacial da UHE Miranda

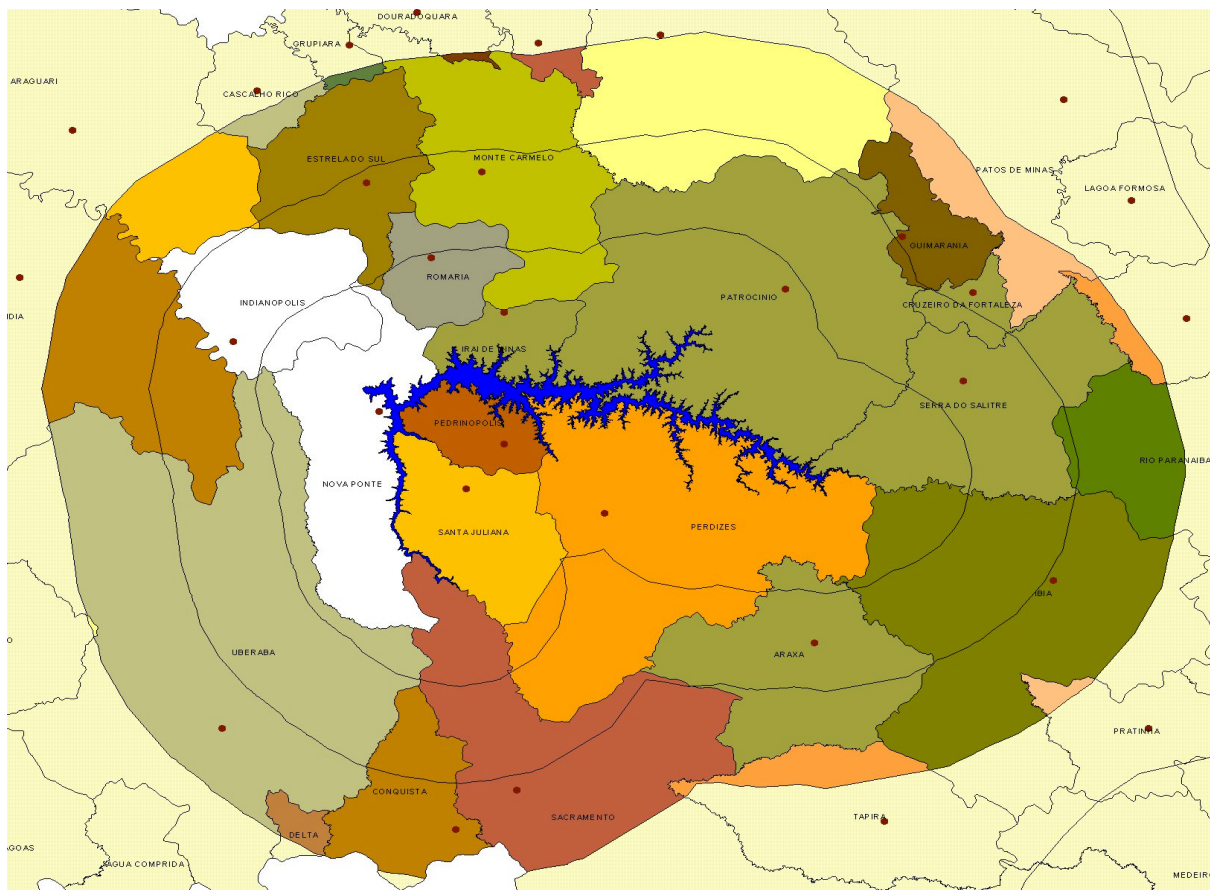


FIGURA 5- 6 - Análise espacial da UHE Nova Ponte

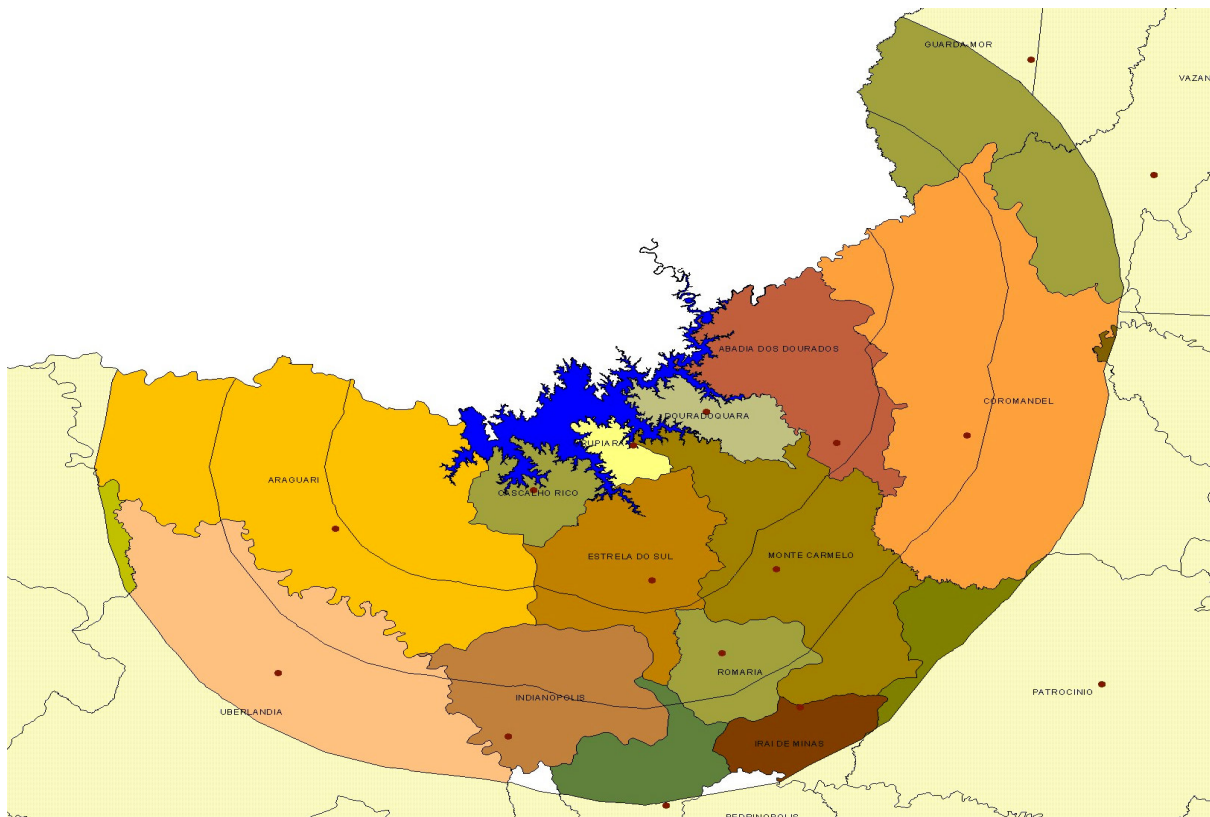


FIGURA 5- 7 - Análise espacial da UHE Emborcação

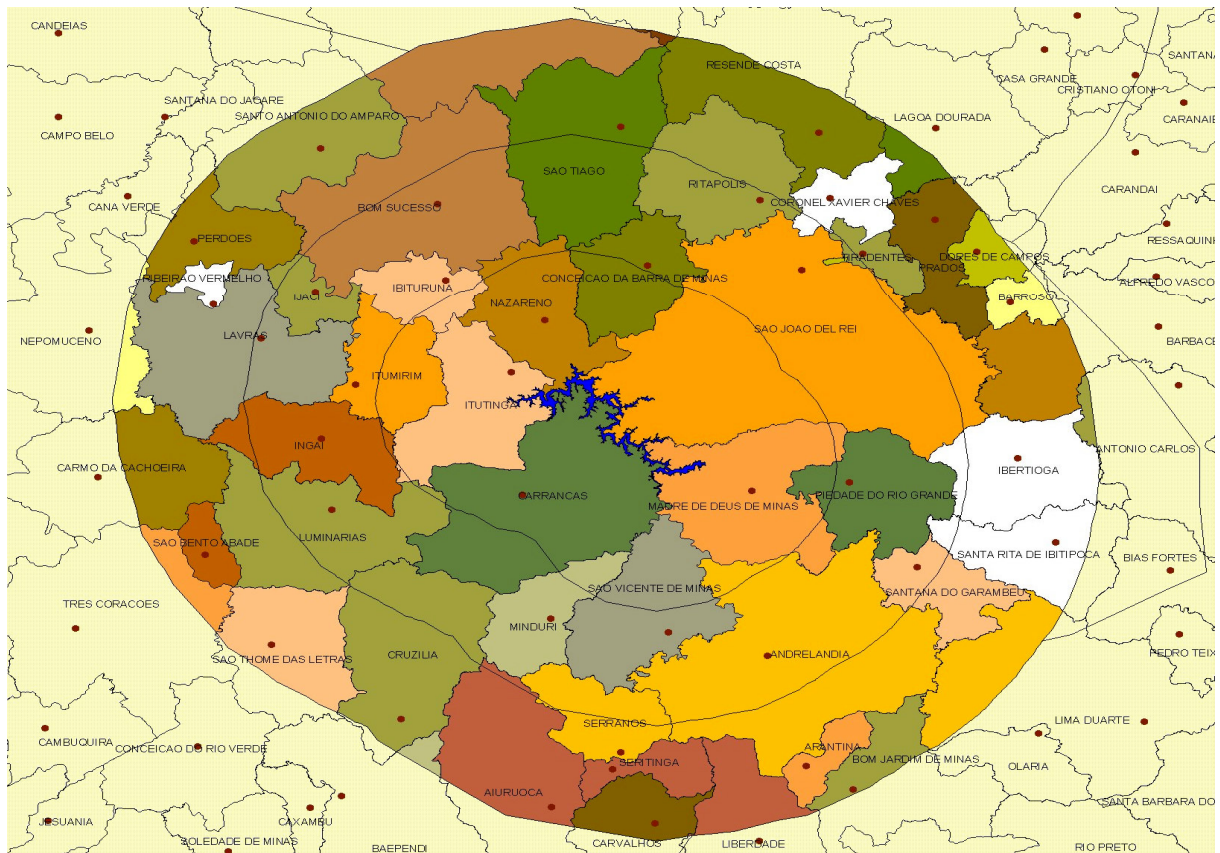


FIGURA 5- 8 - Análise espacial da UHE Camargos

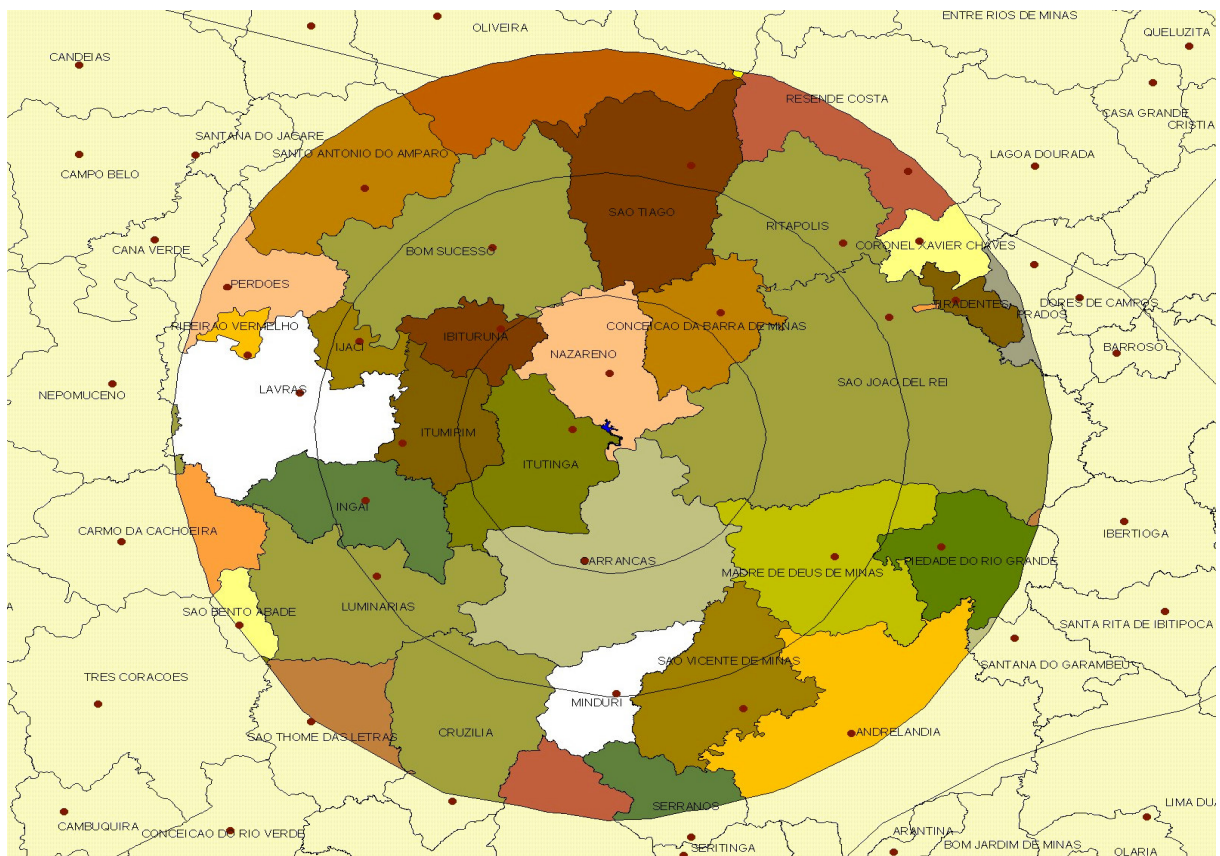


FIGURA 5- 9 - Análise espacial da UHE Itutinga

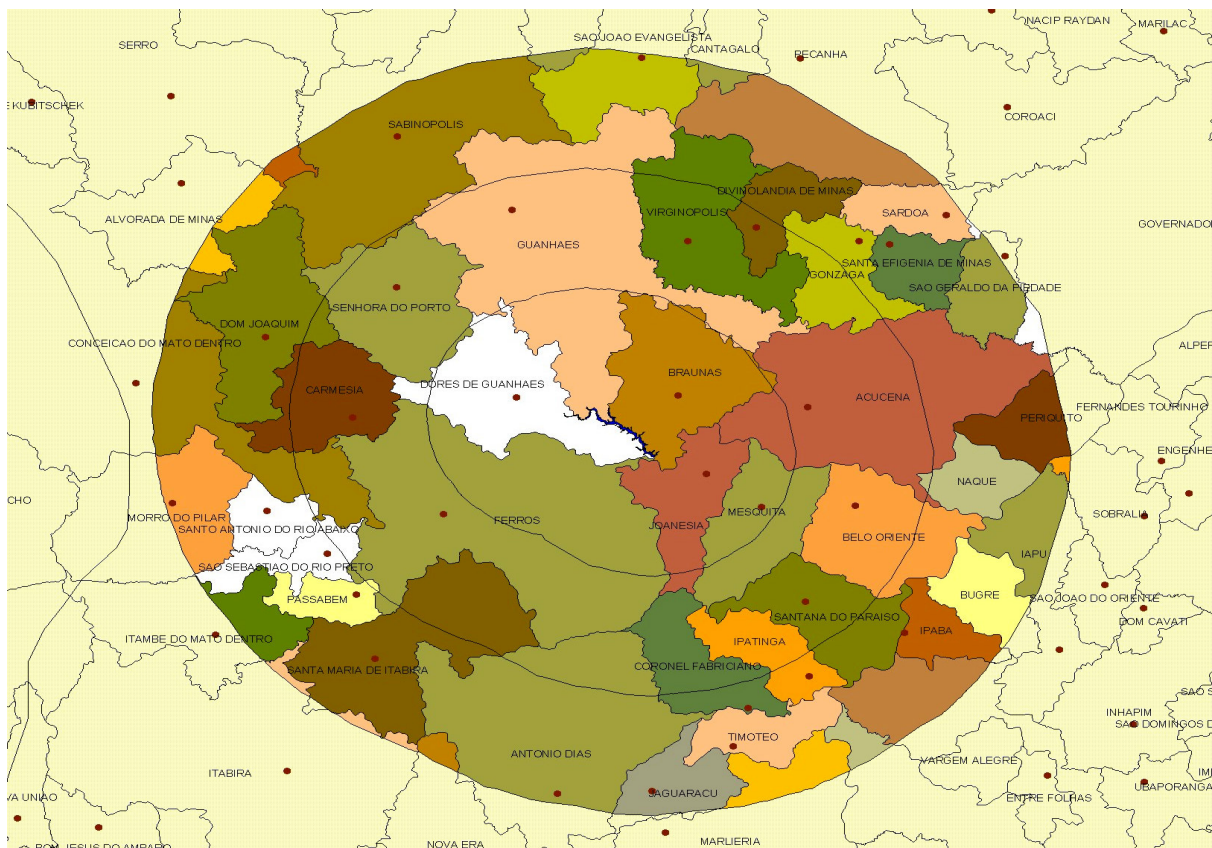


FIGURA 5- 10 - Análise espacial da UHE Salto Grande

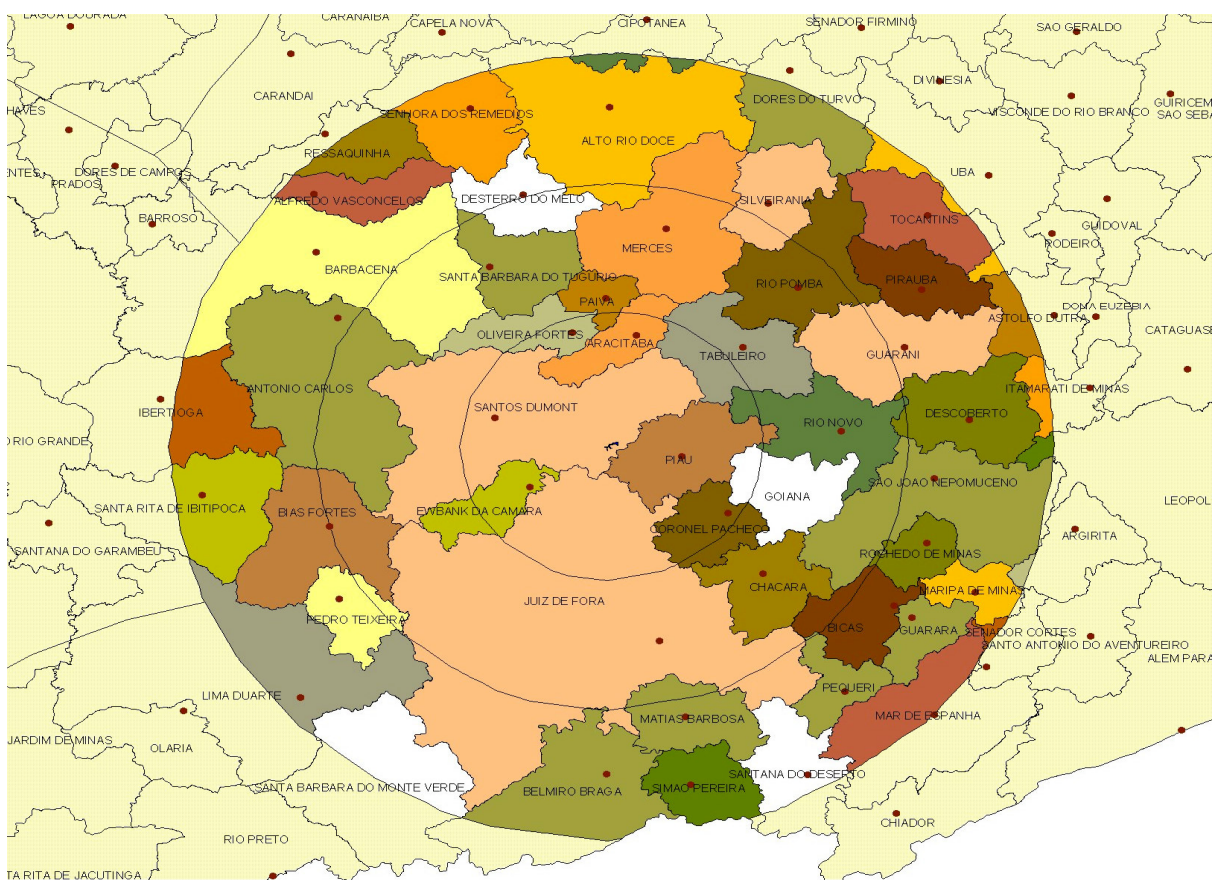


FIGURA 5- 11 - Análise espacial da UHE Piau

Para cada um dos oito lagos em estudo verificou-se o número de internações relativas às doenças associadas à água para os municípios cuja sede se encontra dentro dos limites demarcados. O objetivo é observar se existe uma correlação entre a distância do lago e o número de internações nesses municípios.

O primeiro grupo de municípios estudado é aquele cujas sedes se encontram a no máximo 20 km da borda do lago, no segundo grupo as sedes municipais estão entre 20 e 40 km, e no terceiro as sedes estão entre 40 e 60 km. Justifica-se o uso da sede municipal como parâmetro visto que a maior parte da população se encontra nas regiões circunvizinhas a sede.

A TAB. 5.19 apresenta os resultados obtidos para a análise espacial. O único reservatório que apresentou valores nos quais existe a possibilidade de haver uma correlação entre a distância do lago e o número de internações nos municípios circunvizinhos é o de Três Marias; mesmo assim esta hipótese só se verifica até 40 km da represa. De 40 a 60 km o número de internações cresce consideravelmente de 59 para 118, ou seja, ocorre um aumento de 100%. Ter-se-ia que investigar melhor o porque deste aumento, que está relacionado ao grande número de internações vinculadas a doenças associadas à água ocorrida no município de Dolores do Indaiá, onde foram registradas 83 internações. Nos outros lagos, essa possibilidade não se verificou.

TABELA 5- 19 – Correlação entre a distância do lago e o número de internações

Nome da UHE	(≤ 20 km)	($20 \text{ km} < d \leq 40 \text{ km}$)	($40 \text{ km} < d \leq 60 \text{ km}$)
Camargos/Itutinga	2	53	13
Salto Grande	14	47	259
Piau	6	115	-
Três Marias	117	59	118*

6 – EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Neste capítulo estudam-se as questões relativas às emissões de gases de efeito estufa e os seus conseqüentes impactos ambientais. É efetuada uma revisão sobre este tema, incluindo o mercado de créditos de carbono e os mecanismos de desenvolvimento limpo. Na seqüência estima-se o valor das externalidades associadas a estas emissões em oito lagos do Estado de Minas Gerais.

6.1 – Introdução

As emissões de gases de efeito estufa podem ser divididas em dois grupos, no caso da geração de energia elétrica:

- 1) O CO₂ (dióxido de carbono) na queima de combustíveis fósseis, principalmente na operação de usinas termelétricas, e o CH₄ (metano) por escape na exploração, armazenamento e transporte do gás natural e minas de carvão;
- 2) Na alteração do uso do solo, no caso do enchimento de reservatórios das usinas hidrelétricas em regiões florestadas, sob a forma de dióxido de carbono e metano (http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/methid.htm, 2004).

Essas emissões tem sido cada vez mais consideradas quando da execução de projetos no setor elétrico.

A edição especial do Centro de Estudos de Energia - ENERGE, intitulada “Emissões de Metano e Dióxido de Carbono de Hidrelétricas Comparadas às de Termelétricas Equivalentes” (Rosa et al, 1996), estabelece um critério para decisão sobre aproveitamentos hidrelétricos na Amazônia, comparando a emissão de metano e dióxido de carbono, pela decomposição da biomassa, inundada pelo enchimento do reservatório, com a emissão de uma termelétrica equivalente. Os resultados mostram que, na grande maioria das situações analisadas, a emissão de carbono evitada pela hidrelétrica é grande. São efetuados estudos de sensibilidade no que diz respeito à tecnologia de geração térmica e a densidade de potência da hidrelétrica, que pode variar desde 0,1 W/m² em Balbina até cerca de 10 W/m² em Belo Monte. Uma das conclusões apresentadas diz que o lago de Balbina tem um impacto no aquecimento global 26 vezes maior do que as emissões de uma usina termelétrica equivalente.

Embora este problema possa ser mitigado com a retirada da vegetação das áreas a serem submersas, este processo é raramente efetuado, devido aos custos adicionais envolvidos. A ELETRONORTE limpou menos de um quinto dos 2.250 km² da floresta tropical inundada pelo reservatório de Tucuruí, e apenas 2% dos 3.150 km² para a barragem de Balbina, apesar da legislação brasileira ordenar a limpeza total da área a ser submersa (McCully, 1996).

O documento “Emissões de Gases de Efeito Estufa Derivados de Reservatórios Hidrelétricos” (Rosa et al, 1998), organizado pela COPPE/UFRJ, apresenta a descrição de uma metodologia de trabalho e os resultados de medições em campo para gases de efeito estufa, realizada nos reservatórios hidrelétricos de Miranda (MG), Três Marias (MG), Barra Bonita (SP), Segredo (PR), Xingó (AL,BA,SE), Samuel (RO) e Tucuruí (PA), no primeiro semestre do ano de 1998. O objetivo principal do trabalho foi estabelecer uma metodologia para contabilizar as emissões de gases de efeito estufa derivados de diferentes reservatórios brasileiros, e extrapolar os valores encontrados para todo o parque hidrelétrico brasileiro. Foram quantificadas as emissões de metano e dióxido de carbono amostrados sob a forma de bolhas, que emanam do fundo do lago por efeito da decomposição de biomassa afogada, ou que são transportados verticalmente no gradiente do lago por difusão molecular, gerados a partir de material orgânico.

As questões relativas a esse tema foram discutidas também no Workshop Internacional sobre Reservatórios Hidrelétricos, Lagos e Emissões de Gases de Efeito Estufa, realizado no Rio de Janeiro em dezembro de 1998. O evento contou com o apoio da COPPE/UFRJ, da ANEEL e do Ministério da Ciência e Tecnologia, entre outros. Os resultados apresentados pela COPPE/UFRJ são parte da metodologia desenvolvida e que já haviam sido discutidos em eventos da AIEA em Viena 1994 e em Montreal 1995.

De acordo com Santos (2000), em sua tese de doutorado intitulada “Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa Derivadas de Hidrelétricas”, a intensidade de emissões de gases em um reservatório varia com o tempo, sendo esta variação modulada por um conjunto de influências, as principais sendo a temperatura, intensidade dos ventos, insolação, parâmetros físicos e químicos da água, composição da biomassa alagada e latitude do aproveitamento. Ao final, foram apresentados resultados de emissões para 243 hidrelétricas, sendo que para algumas esse valor foi medido, e para outras, calculado. Parte das conclusões deste trabalho estão presentes no relatório “Emissões de Dióxido de Carbono e de Metano pelos

Reservatórios Hidrelétricos Brasileiros”, publicado pelo Ministério da Ciência e da Tecnologia em 2002 e organizado pelo professor Pinguelli Rosa, da COPPE/UFRJ (Rosa et al, 2002).

O relatório OECD/OCDE "Estimation of Greenhouse Gas Emissions and Sinks" (OECD, 1991) dedicou um capítulo especial para as alterações do uso do solo e florestas como fontes de emissão de gases, onde considera a inundação de áreas como uma das atividades potenciais de emissão de CH₄. Esta questão também é abordada no documento da FBDS - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, intitulado “Avaliação das Emissões de Gases de Efeito Estufa devido as Mudanças nos Estoques de Florestas Plantadas”, disponível no site www.mct.gov.br/clima/comunic_old/forest.htm (2004).

A AIEA, em outubro de 1994, promoveu na China um evento denominado “Comparison of energy sources in terms of their full-energy-chain emission factors of greenhouse gases” (AIEA, 1994), no qual pesquisadores de vários países do mundo apresentaram estudos relativos às emissões de gases de efeito estufa em seus países.

O laboratório nacional de Oak Ridge efetuou um estudo para o Departamento de Energia dos Estados Unidos e para a Comissão Européia. O documento final, “Estimating Externalities of Hydro Fuel Cycles”, foi publicado em 1994, e além das questões relativas às emissões, aborda, também, inúmeras outras externalidades decorrentes da construção e operação de usinas hidrelétricas (Oak Ridge National Laboratory, 1994).

Vate (1996) considerou as emissões de gases de efeito estufa oriundas do ciclo de geração de energia hidrelétrica, abordando casos exemplos no Brasil (Balbina e Tucuruí) e no Canadá. Donnes e Gantner (1996) apresentaram uma estimativa das emissões de metano nos lagos suíços. Segundo os pesquisadores, a superfície total dos lagos no país é de 7.000 hectares, e o total anual de emissões é da ordem de 280 toneladas de CH₄, o que correspondia a 2% do total das emissões do setor energético, que era de 14 mil toneladas. O trabalho também aborda as emissões de óxido nitroso-N₂O, geralmente desconsideradas em estudos similares. Os resultados mostram que 80% das emissões de gases de efeito estufa na Suíça são associadas aos materiais utilizados na construção das represas e da usina, como cimento e aço, enquanto a geração direta nos reservatórios pode ser considerada de pequena significância.

O processo de decomposição da vegetação submersa rapidamente depleciona o nível de oxigênio na água, geralmente exterminando boa parte da vida aquática. Acredita-se que o consumo de oxigênio pela vegetação submersa em um reservatório recém construído próximo a usina de Yaciretá, na fronteira Argentina/Paraguai, tenha matado 120 mil peixes, que foram encontrados a jusante depois do primeiro teste das turbinas, em agosto de 1994 (Murphy, 2001).

6.2 – Gases de Efeito Estufa e o Mercado de Créditos de Carbono

Realizada em 1992 no Rio de Janeiro, a ECO92 reuniu 175 países (sendo 150 na época do evento e os demais posteriormente) que assinaram a Convenção Quadro sobre Mudança do Clima (*United Nation Framework on Climate Change - UNFCCC*). Esta convenção passou a ser válida em 21 de março de 1994. As discussões relacionadas ao comprometimento para com a Convenção seguiram sendo coordenadas pelo Comitê Intergovernamental de Negociação, o qual havia sido criado para a Convenção. Entretanto, este Comitê foi dissolvido em fevereiro de 1995, passando a ser a autoridade máxima da Convenção a Conferência das Partes (COP). A Conferência das Partes estabelecida pelo Artigo 7 da UNFCCC, é representada pelas “Partes”, que são os países signatários da Convenção.

A Convenção sobre Mudança do Clima enfoca o problema de como as ações antrópicas afetam a forma na qual a energia solar interage com a atmosfera e escapa dela. Esta alteração na forma de interação entre a energia solar e a atmosfera, embora ainda muito discutida, resulta de uma mudança na concentração de certos gases chamados de gases de efeito estufa, conhecidos também como GHG – *GreenHouse Gases*. Isto se aplica, principalmente, aos gases CO₂, CH₄ e N₂O, e provoca o aumento da temperatura no globo terrestre e outros efeitos decorrentes deste.

Os gases de efeito estufa são gases com, no mínimo, três átomos, o que faz com que vibrem à frequência mais baixa, ou seja, a mesma frequência da energia infravermelha refletida pela Terra (Hawken, 1999). Há ainda, o vapor d’água como gás de efeito estufa predominante na atmosfera, porém este gás não é influenciado pelas atividades do homem, e também os gases conhecidos por cloro-flúor-carbono (CFC’s), que têm sua emissão regida pelo Protocolo de Montreal.

As sessões da Conferência das Partes ocorreram no ano de 1995 em Berlim (COP-1), no ano seguinte em Genebra (COP-2) e, posteriormente, em dezembro de 1997, na cidade de Kyoto, Japão (COP-3), onde se estabeleceu o Protocolo de Kyoto. Sequencialmente ocorreram COP-4, no ano de 1998, em Buenos Aires, Argentina, COP-5, no ano de 1999, em Bonn, Alemanha, e COP-6, na cidade de Haia, Holanda, no ano de 2000. A grande expectativa, por parte da sociedade civil, depositada na reunião de Haia para uma imediata ratificação do Protocolo de Kyoto e conseqüente início da formatação do modelo de transação de créditos de carbono, foi frustrada devido ao impasse entre negociadores de governos europeus e norte americanos. Desta forma, a reunião da COP-6 foi adiada para um fechamento que ocorreu em julho de 2001 na Alemanha, em Bonn, chamada de COP-6.5 ou COP-6 bis (Junqueira, 2002). A sétima reunião ocorreu em Marrakesh, no Marrocos, em 2001 (COP-7), a oitava em Nova Delhi, Índia, em 2002 (COP-8), e a nona em Milão, Itália (COP-9), em dezembro de 2003 (<http://www.mct.gov.br/Clima/negoc/Default.htm>, 2004).

O Protocolo de Kyoto, estabelecido de acordo com o Artigo 17 da UNFCCC, do qual participaram 10.000 delegados, observadores e jornalistas, adotou em consenso um comprometimento legal para uma redução na emissão de GHGs pelos países industrializados constantes do Anexo I da Convenção sobre a Mudança do Clima; este Anexo relaciona os países que apoiam o compromisso de redução de emissões de GHG. O Anexo B consta do Protocolo de Kyoto, e discrimina as quantias de redução para cada país do Anexo I e outros.

O acordo prevê uma redução média da ordem de 5,2% comparado à emissão que os países do Anexo I tinham no ano de 1990. Tal redução deverá ser efetivada no primeiro período de comprometimento, que vai de 2008 a 2012.

Considerando os objetivos do Protocolo de Kyoto, o aquecimento global é um problema, aparentemente, com solução futura. Entretanto, as dificuldades políticas para implementação do Protocolo fizeram com que somente uma pequena parcela dos signatários deste Protocolo tivessem ratificado o mesmo até o final do ano de 1999. Desde o início do ano 2000, os esforços para a real implementação do Protocolo de Kyoto, de forma a iniciar um efetivo trabalho contra o efeito estufa, têm sido evitados com a desculpa de que o aquecimento global pode ser resultado de uma variação natural do clima. Enquanto nada é implementado, os dados sobre os efeitos do aquecimento global confirmam o fato de que, independentemente da origem, a temperatura global está resultando em alterações visíveis no meio ambiente.

Em uma viagem ao Ártico, no início do ano 2000, um oceanógrafo relatou o aparecimento de um lago à latitude de 90 graus norte, onde somente deveria haver gelo. Os dados descritos relacionam uma diminuição de 40% na espessura da camada de gelo e 6% no tamanho da calota polar ártica, além de uma elevação de quatro graus na temperatura no Alasca, Sibéria e parte do Canadá. Ao que tudo indica, a elevação da temperatura está sendo mais acentuada na extremidade norte do planeta, o que entre outros problemas acarreta um desequilíbrio nas correntes marítimas no sentido do trópico do Equador para o círculo polar ártico. Tal alteração na corrente marítima pode levar a uma significativa queda de temperatura na Europa e na América do Norte (Linden, 2000).

Tendo em vista que os custos de redução de emissões nos países do Anexo I serão, provavelmente, maiores que os custos de projetos nos países em desenvolvimento, e que os benefícios da redução beneficiam o planeta independentemente de onde forem implementados, o Artigo 12 do Protocolo de Kyoto abriu a possibilidade da implementação de projetos em países em desenvolvimento como um mecanismo de flexibilização do acordo. Desta forma, as reduções resultantes de projetos implementados nos países em desenvolvimento, mais precisamente nos países não constantes do Anexo I da Convenção, gerarão créditos que poderão ser apropriados pelos países do Anexo I para cumprimento de suas metas de redução na emissão de GHG. Este mecanismo de flexibilização é conhecido como CDM - *Clean Development Mechanism*.

Assim, a criação de uma “moeda” para transação dos créditos de CDM, o *Certified Emissions Reductions* (CERs), tornou-se, então, um atrativo a mais para direcionar o desenvolvimento sustentado nos países em desenvolvimento, como objetivado pela Convenção.

A correta disposição da Convenção, inclusa no artigo 3 do Protocolo de Kyoto, para com os países em desenvolvimento, ao excluí-los de redução na emissão de GHGs, visa o desenvolvimento sócio-econômico destes países, haja visto que o consumo de energia e, conseqüentemente, a emissão de GHGs cresce proporcionalmente mais do que o Produto Interno Bruto (PIB) nos países em desenvolvimento (Goldemberg, 1998). Desta forma, o Protocolo de Kyoto, através do CDM, irá prover um suporte ao desenvolvimento sustentado. Entretanto, o desafio atual está em dimensionar as bases para cálculo de medidas de ganho em redução de emissão e/ou seqüestro de carbono, chamadas de “*baseline*” (Goldemberg, 1998).

De acordo com o Protocolo de Kyoto, no Artigo 12 parágrafo 5 c, fica estabelecido o CDM como mecanismo visando reduções de emissão de GHGs através de projetos que devem ser certificados por entidades operacionais designadas pela Conferência das Partes. Nestes projetos, a participação deve ser voluntária, com benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima. Tais reduções devem, ainda, ser adicionais as que ocorreriam na ausência do projeto.

Segundo o protocolo, “as Partes incluídas no Anexo I devem, individual ou conjuntamente, assegurar que suas emissões antrópicas agregadas, expressas em dióxido de carbono equivalente, dos gases de efeito estufa listados no Anexo A não excedam suas quantidades atribuídas, calculadas em conformidade com seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões descritos no Anexo B e de acordo com as disposições deste Artigo, com vistas a reduzir suas emissões totais desses gases em pelo menos 5 por cento abaixo dos níveis de 1990 no período de compromisso de 2008 a 2012.”

6.2.1 - O mercado de créditos de carbono hoje

Um estudo preparado para o Banco Mundial indica que, em 2003, foi efetuado um número superior a 60 transações entre empresas, envolvendo cerca de 70 milhões de toneladas de carbono equivalente (CEBDS, 2003). Além do mais, como os participantes não são obrigados a reportar essas transações, é possível que o tamanho desse mercado seja ainda maior. Transações internas de empresas do mesmo grupo não estão incluídas nas estatísticas desse estudo.

A União Européia anunciou que, mesmo sem a adesão da Rússia, iria continuar com a sua política de mudanças climáticas (a Rússia aderiu ao Protocolo em 2004). Iniciada em abril de 2002, a *United Kingdom Emissions Trading Scheme (UKETS)* gera oportunidades para 6.000 empresas, dentro dos acordos de mudanças climáticas. A Diretiva 2003/87/EC da Comunidade Européia (em vigor desde outubro de 2003) estabeleceu um “mercado de emissões de gases de efeito estufa” naquela Comunidade. A expectativa é de que essa ação gerará incentivos para a redução de emissões.

A *Chicago Climate Exchange – CCX* é resultado da associação de 18 empresas americanas que se comprometeram a reduzir suas emissões de carbono em 4% nos próximos quatro anos.

No Canadá, a *IETA (International Emissions Trading Association)* acertou os últimos detalhes com o Governo canadense para a criação e funcionamento de um mercado de emissões de gases de efeito estufa no país. O *Prototype Carbon Fund – PCF*, criado em 1999 por Executivos do Banco Mundial, investe em projetos de redução de emissões, de acordo com o Protocolo de Kyoto, com o mecanismo de implementação conjunta (*Joint Implementation – JI*) e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (*Clean Development Mechanism – CDM*).

O Parlamento alemão determinou a redução das emissões anuais de dióxido de carbono das atuais 505 milhões para 503 milhões de toneladas até 2007. A lei prevê que em 2012, na fase seguinte, as emissões do gás na Alemanha sejam reduzidas a 495 milhões de toneladas/ano. Já no Brasil, os aterros sanitários da Nova Gerar e Vega, nas cidades de Nova Iguaçu (RJ) e Salvador (BA), já receberam a validação da empresa norueguesa DNV (Det Norske Veritas), com atuação no Brasil há 30 anos e primeira credenciada pelas Nações Unidas para verificação de projetos dentro das diretrizes do CDM. A partir da implementação dos projetos, seus resultados serão avaliados e poderão transformar-se em créditos de carbono para comércio no mercado internacional.

Nas transações realizadas em 2003, os valores dos créditos de carbono variaram entre 4 e 6 dólares americanos por tonelada de CO₂ equivalente, de acordo com o estudo preparado para o Banco Mundial. Segundo uma pesquisa anual preparada pela *IETA*, junto à companhias multinacionais, a expectativa para o ano de 2010 é de que os valores médios sejam da ordem de 14,3 dólares americanos (<http://prototypecarbonfund.org>, 2004).

Diante de tantas oportunidades é de se esperar que um volume cada vez maior de créditos de carbono seja negociado, ainda mais se considerarmos que as quantidades negociadas no ano de 2003 não representam nem 1% das reduções de emissões previstas para 2010.

A TAB. 6.1 apresenta alguns projetos financiados pelo *PCF*.

TABELA 6- 1 – Projetos financiados pelo *Prototype Carbon Fund*

Nome do país	Nome do projeto
Brasil	Plantar Project
Bulgária	Svilosa Biomass Project
Chile	Chacabuquito Renewable Energy Project
Colômbia	Jepirachi Wind Power Project at Alta Guajira
Costa Rica	Chorotega Sub-Project; Cote Hydroelectric Sub-Project
Guatemala	El Canada Hydro Project
Hungria	Pannonpower Pécs Fuel Conversion Project
Lituânia	Liepaja Solid Waste Management Project
Moldávia	Soil Conservation Project
Romênia	Romania-Afforestation Project
Uganda	West Nile Hydropower Project

Fonte: <http://prototypecarbonfund.org>, 2004

Em 2003, os maiores compradores do mercado de carbono foram o Governo Holandês e o *PCF*, mantendo praticamente a mesma participação do ano anterior (FIG. 6.1). Empresas privadas japonesas também contribuíram significativamente para o aumento das transações no ano de 2003. Já nos Estados Unidos, a diminuição da participação em relação ao percentual do ano anterior deveu-se principalmente à falta de apoio do governo ao tema.

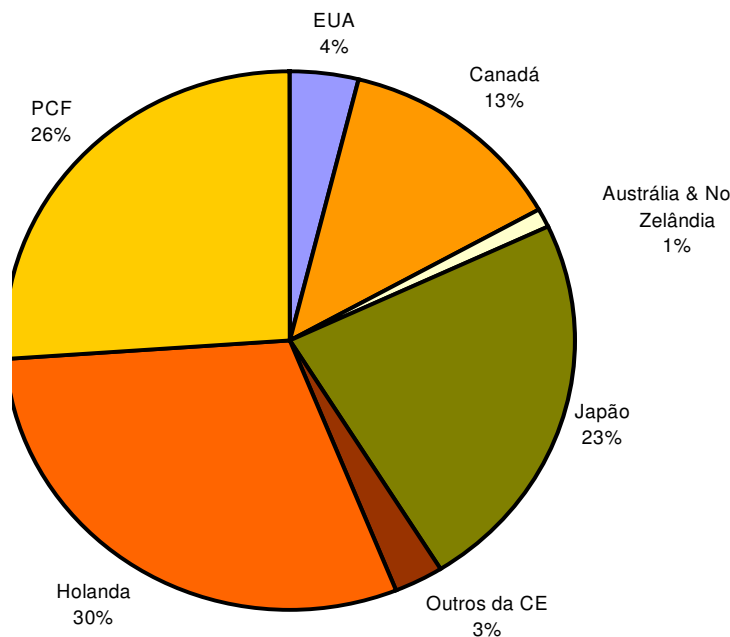


FIGURA 6- 1 – Participação na aquisição de certificados de reduções de emissões em 2003
Fonte: Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, 2003

A quantidade de toneladas de CO₂ equivalente negociadas ao longo deste ano mais do que dobrou em relação ao ano de 2002 (FIG. 6.2).

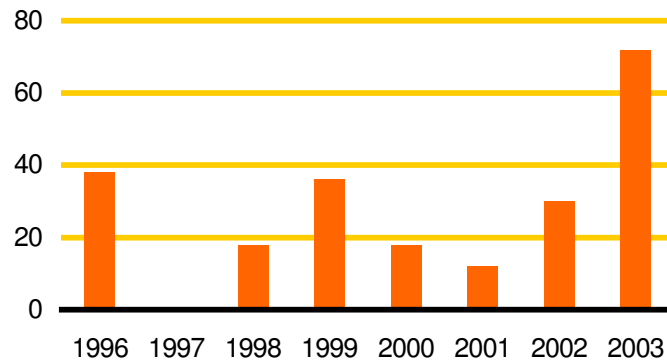


FIGURA 6- 2 – Certificados de reduções de emissões comercializadas por ano (em milhões de tCO₂e)

Fonte: Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, 2003

6.3 – Metodologia

De acordo com Santos 2000, pode-se ver, pela TAB. 6.2., as emissões oriundas de reservatórios de diversas hidrelétricas brasileiras. Devido à abrangência e escopo desse trabalho são apresentados apenas os dados das oito usinas objeto do estudo.

TABELA 6- 2– Emissões de gases de efeito estufa de diversos aproveitamentos

Nome do Aproveitamento	Emissões de CO ₂ - t/km ² -ano	Emissões de CH ₄ - t/km ² -ano	Emissão total de carbono – t/dia
CAMARGOS ²	1.420,21	8,03	81,90
EMBORCAÇÃO ²	415,37	71,54	208,23
ITUTINGA ²	1.420,21	8,03	1,77
MIRANDA ¹	1.601,62	56,21	66,39
NOVA PONTE ²	1.601,62	56,21	585,96
PIAU ²	1.420,21	8,03	0,54
SALTO GRANDE ²	1.420,21	8,03	7,61
TRÊS MARIAS ¹	415,37	71,54	522,27

1-valor medido

2-valor calculado

(Fonte: Adaptado de Santos, 2000)

Conforme visto no capítulo 4, os dados georeferenciados fornecidos pela ANEEL permitem que se encontre o percentual do lago pertencente a cada um dos municípios que tem parte de suas terras alagadas pelos reservatórios acima citados (TAB.s 4.1 a 4.8).

Desta forma, multiplicando-se o valor total das emissões de carbono dos reservatórios pelo percentual do lago contido em cada um dos municípios, obteve-se o valor das emissões de carbono dos reservatórios por município. Esta metodologia admite que as emissões se distribuem de maneira homogênea em todo o lago (EQ. 6.1).

$$\text{Emissão de carbono municipal} = \frac{\text{área alagada do município}}{\text{área total do lago}} \times \text{emissão total do lago} \quad (6.1)$$

No trabalho de Santos (2000), as emissões de algumas hidrelétricas foram calculadas, enquanto que outras foram medidas nos próprios lagos. Para as usinas do cenário em estudo neste trabalho, os valores das emissões de Miranda e Três Marias foram medidas “in situ”, enquanto que para as outras o valor foi obtido através de extrapolações matemáticas (Santos, 2000). Além disso, nos cálculos de Santos não foi considerado que o potencial de aquecimento global do CH₄ é 20,1 vezes maior do que o potencial do CO₂, quando da obtenção do carbono total emitido diariamente (Fearnside, 2002). Isto poderia tornar os resultados das externalidades ainda mais expressivos.

O preço da tonelada de carbono, de acordo com estimativas do Banco Mundial varia de 5 a 15 dólares (Rocha, 2003). Optou-se por utilizar um valor conservativo, e adotou-se o valor de 5 dólares a tonelada de carbono, e de 2,36 Reais o dólar (cotação de 2001).

6.4 Resultados

As TAB.s 6.3 a 6.10 apresentam os resultados obtidos, de acordo com a metodologia aplicada:

TABELA 6- 3 – Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Emborcação

UHE EMBORCAÇÃO	Percentual do lago	Valor da externalidade unidade: mil Reais
Abadia dos Dourados	6,59	422,851
Araguari	5,12	328,543
Cascalho Rico	17,87	1145,188
Douradoquara	10,74	688,705
Estrela do Sul	1,40	90,187
Grupiara	17,90	1147,322
Monte Carmelo	2,41	154,663
Estado de Goiás	37,93	2430,676
Total	100,0	6408,136

TABELA 6- 4 – Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Miranda

UHE MIRANDA	Percentual do lago	Valor da externalidade unidade: mil Reais
Indianópolis	40,18	308,373
Nova Ponte	13,90	106,677
Uberaba	6,00	46,058
Uberlândia	39,91	306,262
Total	100,00	767,370

TABELA 6- 5 – Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Salto Grande

UHE SALTO GRANDE	Percentual do lago	Valor da externalidade unidade: mil Reais
Braúnas	47,591	41,861
Dores de Guanhões	32,041	28,183
Guanhões	20,368	17,915
Total	100,000	87,959

TABELA 6- 6 – Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Três Marias

UHE TRÊS MARIAS	Percentual do lago	Valor da externalidade unidade: mil Reais
Abaeté	6,67	1072,037
Biquinhas	0,11	17,715
Felixlândia	14,21	2285,257
Morada Nova de Minas	44,66	7178,031
Paineiras	4,92	790,885
Pompeu	8,40	1351,574
São Gonçalo do Abaeté	1,69	272,555
Três Marias	19,31	3104,396
Total	100,00	16072,450

TABELA 6- 7 – Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Camargos

UHE CAMARGOS	Percentual do lago	Valor da externalidade unidade: mil Reais
Carrancas	40,26	183,710
Itutinga	9,45	43,126
Madre Deus de Minas	17,87	81,541
Nazareno	6,50	29,660
São João Del Rei	25,91	118,248
Total	100,00	456,285

TABELA 6- 8 – Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Itutinga

UHE ITUTINGA	Percentual do lago	Valor da externalidade unidade: mil Reais
Itutinga	25,81	2,542
Nazareno	74,18	7,304
Total	100,00	9,846

TABELA 6- 9 – Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Piau

UHE PIAU	Percentual do lago	Valor da externalidade unidade: mil Reais
Santos Dumont	100,00	3,00

TABELA 6- 10 – Valoração das emissões anuais de carbono: UHE Nova Ponte

UHE NOVA PONTE	Percentual do lago	Valor da externalidade unidade: mil Reais
Iraí de Minas	14,52	983,365
Nova Ponte	10,45	707,791
Patrocínio	26,47	1792,693
Pedrinópolis	14,25	965,328
Perdizes	28,08	1901,913
Sacramento	0,52	35,813
Santa Juliana	4,69	317,906
Serra do Salitre	1,00	67,762
Total	100,00	6772,573

O somatório das oito UHE tem o valor de R\$ 30.577.590,00 por ano, sendo, então, este o valor total das externalidades referentes às emissões de gases de efeito estufa, de acordo com a metodologia apresentada. Ressalta-se que este valor não é constante, pois as emissões variam com o tempo, e corresponde a um “retrato” do cenário em estudo.

6.4.1 – Significância das externalidades

Seguindo a mesma metodologia apresentada na seção 4.7.1, a TAB. 6.11. contém os dados das externalidades associadas à emissão de gases de efeito estufa, considerando, que o carbono do metano possui um potencial de aquecimento global 20,1 vezes maior que o do dióxido de carbono.

TABELA 6- 11 – Valoração das externalidades

Nome do aproveitamento	Tarifa* R\$/MWh	Geração MWh	Custo da externalidade – R\$	Custo da externalidade – R\$/MWh	Relação custo da externalidade por custo de geração
UHE Três Marias	41,00	1.140.336	16.072,45	14,09	34,37%
UHE Nova Ponte	41,00	1.143.154	6.772,57	5,92	14,45%
UHE Camargos	41,00	108.034	456,28	4,22	10,30%
UHE Emborcação	41,00	1.980.328	6.408,13	3,23	7,89%
UHE Miranda	41,00	1.090.056	767,37	0,70	1,71%
UHE Salto Grande	41,00	375.322	87,95	0,23	0,57%
UHE Itutinga	41,00	157.622	9,84	0,06	0,15%
UHE Piau	41,00	79.372	3,00	0,03	0,09%

Fonte: CEMIG/ANEEL/Elaboração própria

* Tarifa líquida média de compra da energia junto às distribuidoras no ano de 2003 - ANEEL

Ressalta –se que neste cenário, a quantidade de carbono presente no metano é multiplicada por 20,1, e depois somada a quantidade de carbono do dióxido de carbono. Verifica-se que o valor da externalidade é bem mais significativo do que aquele encontrado nos estudos agropecuários e de saúde.

7 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados relativos ao somatório das externalidades, efetuam-se cálculos sobre reflorestamento como medida de captura de carbono, e realiza-se uma análise dos dados epidemiológicos obtidos, incluindo um tratamento estatístico dos mesmos.

7.1 – Somatório das externalidades

A análise das externalidades associadas à geração de energia em usinas hidrelétricas efetuada neste trabalho contemplou três diferentes questões: as perdas agropecuárias, as doenças associadas à água e a emissão de gases de efeito estufa. A TAB. 7.1 apresenta o somatório destas externalidades:

TABELA 7- 1 – Somatório das externalidades (valores em mil Reais)

UHE	Setor agropecuário	Emissões de GHG	Doenças associadas à água	Total por UHE	Relação final do custo da externalidade por custo de geração (total)
Três Marias	411,610	16.072,450	NL	16.484,060	35,25%
Nova Ponte	580,663	6.772,573	-	7.353,236	15,68%
Camargos	27,449	456,285	NL	483,734	10,92%
Emborcação	179,968	6.408,136	NL	6.588,104	8,11%
Miranda	88,133	767,370	30,582	886,035	1,98%
Salto Grande	2,039	87,959	NL	89,998	0,58%
Itutinga	2,063	9,846	NL	11,909	0,18%
Piau	0,167	3,002	NL	3,169	0,09%
Total Geral	1.292,092	30.577,622	30,582	31.900,246	-

NL = Não Levantado

Verifica-se que em todos os casos o maior valor encontrado corresponde as externalidades associadas às emissões de gases de efeito estufa. A UHE Três Marias é a que teve o maior valor total de externalidades: R\$ 16.484.060,00. É interessante observar que não existe uma relação direta entre o valor total da externalidade e a potência nominal da usina; a relação mais direta é com o tamanho do lago. A relação custo da externalidade por custo de geração para a UHE Três Marias foi a mais alta entre as oito usinas pesquisadas, chegando a 35,25%.

A TAB. 7.2 apresenta resultados das externalidades associadas à emissão de gases de efeito estufa para outras usinas da CEMIG, referenciados ao mês de fevereiro de 2002. Verifica-se que o valor encontrado para a PCH Cajuru é significativo, correspondendo a 20,96% do valor da tarifa. Já na PCH São Bernardo, encontrou-se o menor valor: 0,18%.

TABELA 7- 2 – Valoração de externalidades de outras 16 hidrelétricas da CEMIG

Nome do aproveitamento	Tarifa* R\$/MWh	Geração MWh fevereiro 2002	Custo da externalidade – R\$	Custo da externalidade – R\$/MWh	Relação custo da externalidade por custo de geração
Cajuru	41,00	3.655	31.411,11	8,59	20,96%
Rio de Pedras	41,00	1.280	4.653,49	3,63	8,86%
Volta Grande	41,00	79.746	257.920,16	3,23	7,88%
Sumidouro	41,00	232	698,02	3,00	7,33%
Anil	41,00	758	690,84	0,91	2,22%
Santa Marta	41,00	685	576,61	0,84	2,05%
Peti	41,00	5.676	6.980,24	1,23	2,99%
São Simão	41,00	989.459	898.416,09	0,90	2,21%
Paraúna	41,00	2.032	1.745,06	0,85	2,09%
Jaguara	41,00	83.008	41.881,48	0,50	1,23%
Pandeiros	41,00	1.152	245,35	0,21	0,51%
Dona Rita	41,00	1.224	418,81	0,34	0,83%
Tronqueiras	41,00	3.997	930,70	0,23	0,56%
Gafanhoto	41,00	7.945	1.768,33	0,22	0,54%
Martins	41,00	1.388	232,67	0,16	0,40%
São Bernardo	41,00	3.482	262,52	0,07	0,18%

Fonte: CEMIG/ANEEL/Elaboração própria

* Tarifa líquida média de compra da energia junto as distribuidoras no ano de 2003 - ANEEL

Observa-se que, sendo a parcela das emissões de gases de efeito estufa a mais significativa no cálculo total das externalidades, quando maximizado o quociente entre a geração de energia elétrica e a área do reservatório, menor será o impacto da externalidade no valor da tarifa. Como pode ser visto na TAB. 7.3, as usinas que possuem o menor quociente são justamente aquelas que possuem o maior impacto da externalidade no valor da tarifa de energia elétrica: Três Marias, Nova Ponte, Emborcação e Camargos. Já as usinas Salto Grande, Miranda, Piau e Itutinga são as que possuem o maior quociente, e também um impacto não tão significativo no valor da externalidade.

TABELA 7- 3 – Relação entre a geração de energia e a área do reservatório

UHE	Geração MWh	Área do lago - km ²	Quociente geração pela área do lago MWh/km ²
Três Marias	1.140.336	1142	998,54
Camargos	108.034	76	1.421,50
Nova Ponte	1.143.154	446,58	2.559,80
Emborcação	1.980.328	455,32	4.349,31
Miranda	1.090.056	50,6	21.542,61
Salto Grande	375.322	5,8	64.710,69
Itutinga	157.622	1,64	96.110,98
Piau	79.372	0,5	158.744,00

Fonte: CEMIG, 2004/ANEEL, 2003/Elaboração própria

A FIG. 7.1 apresenta um comparativo entre os custos das externalidades.

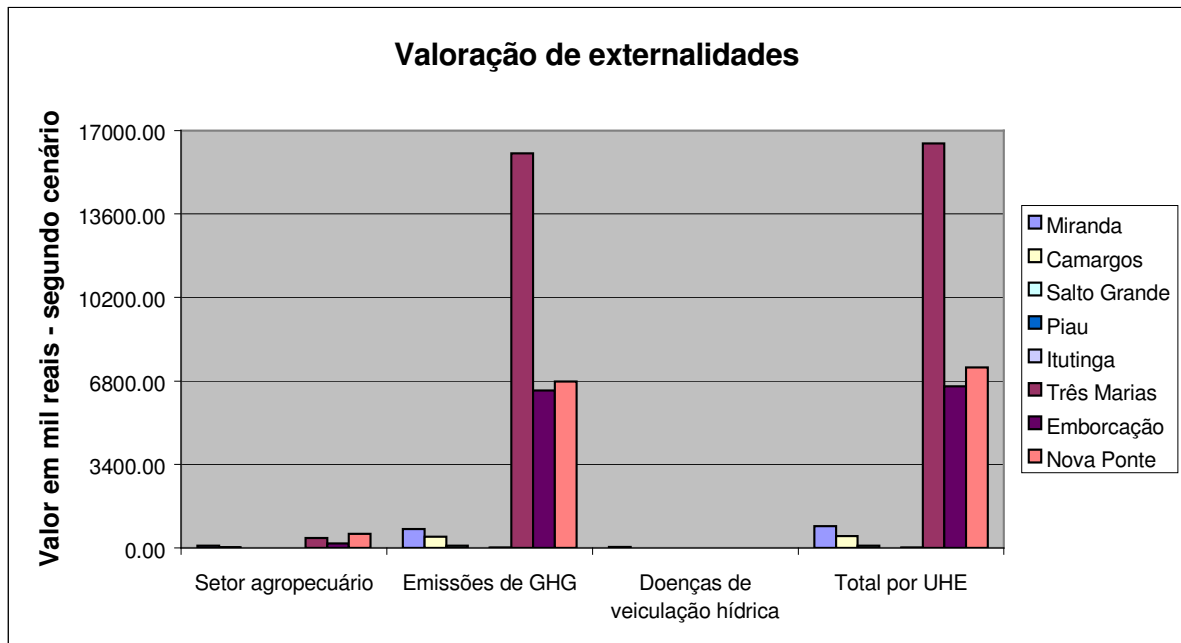


FIGURA 7- 1 - Comparação do peso das externalidades

Deve-se considerar que neste trabalho, o valor do custo de geração foi assumido como sendo equivalente à tarifa média de todas as usinas da CEMIG, devido à indisponibilidade de dados. Para algumas usinas, o valor do custo de geração pode ser menor que a tarifa média, o que implicaria, em termos percentuais, em um valor superior da externalidade.

7.2 – Seqüestro de carbono

De acordo com estudos efetuados na região amazônica, cujos resultados foram apresentados em um evento realizado em Belém, em julho de 2000, intitulado Experimento de Grande Escala da Biosfera – Atmosfera na Amazônia, acredita-se que cada hectare de floresta plantada capture de duas a cinco toneladas de carbono por ano (www.amazonialegal.com.br/textos/meio_ambiente/Reuniao_Cientifica_Belem.htm, 2004).

Desta forma, de acordo com os dados apresentados na TAB.6.2, e considerando-se um cenário conservativo, no qual são necessários 2 hectares de floresta para se seqüestrar uma tonelada de carbono por ano, é possível estimar qual a área de reflorestamento necessária para se capturar o carbono emitido pelas usinas em estudo. Estes valores são apresentados na TAB 7.4 (um hectare equivale a 10 mil metros quadrados).

TABELA 7- 4 – Área estimada de floresta necessário para o seqüestro do carbono.

Nome do Aproveitamento	Área de reflorestamento em hectares necessária para se capturar o carbono total emitido pelo lago	Emissão total de carbono – t/dia
NOVA PONTE ²	1171,92	585,96
TRÊS MARIAS ¹	1045,4	522,27
EMBORCAÇÃO ²	416,46	208,23
CAMARGOS ²	163,8	81,90
MIRANDA ¹	132,78	66,39
SALTO GRANDE ²	15,22	7,61
ITUTINGA ²	3,54	1,77
PIAU ²	1,08	0,54

1-valor medido – Santos, 2000

2-valor calculado – Santos, 2000

7.3 – Emissões de metano

Na produção de metano, o lago de Três Marias ficou em primeiro lugar, com uma emissão de 196 miligramas de CH₄ por metro quadrado/dia. Segundo Santos "Três Marias é 0,84 vez menos eficiente do que uma termelétrica a carvão mineral e 0,54 vez menos eficiente do que uma termoelétrica a gás natural" (<http://www.an.com.br/2002/jan/10/0pai.htm>, 2004).

Há duas formas de produção de gases de efeito estufa em uma usina hidrelétrica: por difusão ou por bolhas. O primeiro caso ocorre na superfície do reservatório. Nos lagos mais rasos, meios aeróbios com maior presença de oxigênio, as bactérias decompõem a matéria orgânica e emitem gás carbônico, que se difunde pela água. Já o metano resulta da decomposição de matéria orgânica no fundo dos lagos das usinas, onde a presença de oxigênio é nula ou muito pequena. Como não se dissolve na água, esse metano chega à superfície por meio de bolhas. Em reservatórios com grande profundidade, acima de 40 metros, o metano não consegue subir à superfície (<http://www.amazonialegal.com.br/textos/Hidreletricas.htm>, 2004). Lagos profundos em áreas pequenas e com grande potência energética emitem pouco gases deste tipo. Lagos rasos, em áreas extensas, e com pouca densidade de potência, são grandes poluidores.

Três processos são responsáveis pela produção desses gases em uma hidrelétrica: a decomposição da vegetação preexistente, a ação de algas primárias, que emitem CO₂ nos lagos das usinas, e o acúmulo, nas barragens, de nutrientes orgânicos trazidos pelos rios e pela chuva. A produção de metano ocorre em diferentes ambientes naturais, tais como pântanos, solo, sedimentos de rios, lagos e mares, assim como nos órgãos digestivos de animais ruminantes (<http://www.flipper.ind.br/fundamentoshtml.htm>, 2004).

O desmatamento indiscriminado da bacia do Rio São Francisco, inclusive de trechos da mata ciliar, tem aumentado a quantidade de sedimentos da calha do rio. A quantidade de sedimentos que é carreada para o leito do Rio São Francisco é maior do que sua capacidade de os transportar (<http://www.transportes.gov.br/Modal/Hidroviario/SaoFrancisco.htm>, 2004). Talvez este seja um dos motivos que explica a significativa taxa de emissões de metano no lago de Três Marias. Um estudo afirma que o assoreamento na barragem de Três Marias é relevante (Andrade, 2002).

Outra pesquisa pondera que a expressiva emissão de metano em Três Marias, cujos valores destoam dos demais lagos, pode ser devida ao esvaziamento de cerca de 11 metros de cota do reservatório durante o período de secas que inclusive gerou o racionamento de energia elétrica, o que possibilitou a revegetação de áreas marginais do lago. Isto ocasionou um incremento de biomassa, posteriormente alagada pelo enchimento do reservatório (Rosa et al, 1998).

7.4 – Doenças associadas à água

A TAB. 5.17 mostra que o crescimento das internações devido à cólera na região alagada pela UHE Miranda foi 37,5% inferior ao aumento no Estado, enquanto que no caso da dengue, esse aumento foi 7800% inferior ao crescimento em toda Minas Gerais. Já no que se refere à leishmaniose, observa-se que o número de internações em nível estadual é superior àquele da região circunvizinha à UHE Miranda (1,88 > 1,46). Entretanto, os dados atestam que em todo o Estado, as internações na rede do SUS relativas a esta enfermidade decresceram 8,74%, enquanto que nos municípios alagados as internações cresceram 82%. Desta forma, **é possível que exista** uma correlação entre o aumento de internações de leishmaniose nos municípios de Uberaba e Uberlândia, e a construção da barragem de Miranda.

A hipótese da construção de reservatórios, canais, e mudanças no regime dos rios e áreas alagadas, o desmatamento e a penetração do homem em áreas de florestas, estar relacionada com a expansão da leishmaniose é considerada e discutida por alguns autores, tendo sido inclusive debatida no 33º Congresso Brasileiro de Medicina Tropical.

Só os dados estatísticos não estabelecem uma associação causa-efeito. Para que a associação seja causal deve-se levar em consideração vários critérios já consagrados, tais como:

consistência, intensidade, especificidade, relação temporal, gradiente (mais exposição, mais efeito), e coerência (plausibilidade biológica).

Por outro lado, se as internações devido à amebíase, a shigelose e a febre amarela cresceram no Estado de Minas Gerais, na região alagada por Miranda este fato não se verificou, e estas taxas decresceram (TAB.s 5.11 e 5.12).

De acordo com dados do DATASUS, nenhuma destas internações resultou em óbito. Caso isto houvesse ocorrido, o cálculo da valoração das externalidades seria sobremaneira dificultado.

7.5 – Tratamento Estatístico

Para verificar se existe uma concordância estatística entre a teoria e os fatos, aplicou-se um teste unilateral direito aos resultados epidemiológicos obtidos. O teste foi efetuado para as três enfermidades que apresentaram um aumento do número de internações após a construção da UHE Miranda: cólera, dengue e leishmaniose.

Optou-se por trabalhar com um nível de significância de 95%, ou seja, a possibilidade das conclusões estarem incorretas é de 5%. A hipótese que se deseja testar é se os valores médios do número de internações obtidos (antes e após a construção da usina hidrelétrica) são estatisticamente iguais. Para tal, aplicou-se a EQ. 7.1, apresentada a seguir:

$$P = \frac{X1 - X0}{\frac{DP}{\sqrt{N}}} \quad (7.1)$$

na qual:

- P = probabilidade;
- X1 = incidência média após a construção da UHE Miranda;
- X0 = incidência média antes da construção da UHE Miranda;
- DP = desvio padrão do número de internações após a construção da UHE Miranda;
- N = número de anos estudados.

Cada um dos valores obtidos (um para cada enfermidade) foi comparado com os dados tabelados da distribuição de t-student com cinco graus de liberdade (Ayyub e McCuen, 1997). Caso o valor encontrado seja maior que o tabelado, a hipótese das médias serem iguais é rejeitada (http://www.fmv.utl.pt/departamentos/dsa/biomatematica/files/aulas/aulas015e016_20e21Abr2004.pdf).

Os resultados deste testes estatístico estão apresentados na TAB 7.5. Verifica-se que, no caso da dengue e da leishmaniose, a hipótese das médias do número de internações antes e após a construção da UHE Miranda serem iguais foi rejeitada. Para a cólera, a hipótese foi aceita. Ou seja, é possível que a implantação da UHE Miranda tenha causado o aumento da incidência da dengue e da leishmaniose.

TABELA 7- 5 – Teste estatístico unilateral direito

Enfermidade	Leishmaniose	Dengue	Cólera
Número médio de internações da construção da UHE Miranda	0,8	0,17	0,03
Número médio de internações após a construção da UHE Miranda	1,46	1,05	0,06
Desvio padrão do número de internações após a construção da UHE Miranda	0,17	0,52	0,11
Número de anos estudados	6	6	6
Resultado da equação 7.1	9,44	4,07	0,69
valor tabelado	2,02	2,02	2,02
Hipótese	Rejeitada	Rejeitada	Aceita

8 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

8.1 – Considerações finais

8.1.1 – Aspectos positivos

Em comparação com as alternativas economicamente viáveis, as centrais hidrelétricas são consideradas por muitos como sendo formas mais eficientes, limpas e seguras de geração de energia. Suas atividades provocam menores emissões de gases de efeito estufa do que as das termelétricas movidas a combustíveis fósseis, além de não envolverem os riscos implicados, por exemplo, na operação das usinas nucleares tais como vazamento, contaminação de trabalhadores e da população com material radioativo. Uma descoberta mais recente em favor das usinas hidrelétricas é o método para aproveitamento da madeira inundada, que já vem sendo adotado na usina de Tucuruí, no rio Tocantins.

Além de ser uma energia mais barata, a hidrelétrica esta livre do risco cambial das térmicas, provocado pelo fato de funcionarem com gás importado, sujeito as variações do dólar. Outro fator favorável as hidrelétricas é que, a maioria dos equipamentos usados na construção, é nacional, sendo que o mesmo não ocorre com as usinas térmicas. O Brasil desenvolveu expressiva capacidade tecnológica em torno das usinas hidrelétricas por meio da indústria civil e de equipamentos, serviços de engenharia e capacidade de planejamento e otimização do sistema (http://geocities.yahoo.com.br/sousaraujo/matriz_energetica.html, 2005).

Os reservatórios também propiciam em alguns casos o aumento do turismo na região alagada, devido ao seu potencial relacionado a prática de esportes aquáticos e atividades recreacionais. Como exemplo o lago de Furnas, no Estado de Minas Gerais, constitui-se em uma grande atração turística, o que contribuiu para o crescimento da rede hoteleira devido as várias opções de lazer associadas ao local, inclusive a prática de esportes radicais, entre outros motivos (<http://www.turismo.mg.gov.br/Circuitos/sul/lagodefurnas.htm>, 2005).

As usinas hidrelétricas tem uma vida útil de décadas. Entretanto três quartos de seus custos são representados por investimentos em desapropriações e obras civis. Os seus equipamentos eletromecânicos têm também vida útil longa, não raro superior a setenta anos. Após este prazo é que tem sido recomendada a sua substituição. Devido a vida útil das usinas hidrelétricas e sua independência de consumo de combustíveis, elas ultrapassam a fase da amortização dos

investimentos e continuam produzindo energia elétrica a baixos custos, as vezes por décadas. Trata-se, portanto, de uma realidade muito diversa da situação de usinas térmicas, que precisam ser reconstruídas aproximadamente a cada 25 anos e que dependem permanentemente de gastos com combustíveis (www.ilumina.org.br/zpublisher/materias/Estudos_Especiais.asp?id=15870, 2005).

8.1.2 – Aspectos negativos

Por outro lado, a construção e operação de usinas pode ter uma série de conseqüências negativas, que abrangem desde alterações nas características climáticas, hidrológicas e geomorfológicas locais até a morte de espécies que vivem nas áreas de inundação e nas proximidades. A construção da usina de Porto Primavera, por exemplo, reduziu a planície de inundação do alto rio Paraná a quase metade dos 809 km² originais. O desajuste do regime hidrológico afeta a biodiversidade da planície e pode acarretar a interrupção do ciclo de vida de muitas espécies, mais comumente de peixes de grande porte e migratórios, e a multiplicação de espécies sedentárias, de menor valor, o que, conseqüentemente, afeta as populações ribeirinhas que vivem da pesca. Além disso, o represamento do rio e a formação do reservatório, aliado às modificações no ambiente decorrentes da presença do homem, principalmente pelas migrações relacionadas à obra, provocam o desequilíbrio do ecossistema e favorecem a propagação de enfermidades como a esquistossomose e a malária.

Ao reassentar comunidades, a inundação das represas também provoca impactos socio-econômicos de difícil superação, especialmente no caso de populações de baixa renda e que apresentam condições precárias de educação, saúde e alimentação, como ocorreu com a construção do reservatório de Sobradinho, no Rio São Francisco, que afetou cerca de setenta mil habitantes que viviam basicamente da agricultura de vazante, da pesca artesanal e da criação de caprinos, a maioria dos quais teve grandes dificuldades de adaptação aos locais para onde foram transferidos e à prática de novas atividades para garantir o sustento. A situação é menos complicada quando a população atingida apresenta nível mais elevado de educação formal, como ocorreu em Itaipu. A degeneração de valores etnoculturais é outro risco apresentado pelas atividades que envolvem a instalação de usinas hidrelétricas, sendo o problema mais intenso quando atinge comunidades indígenas. Foi o que aconteceu, por exemplo, nas usinas de Balbina (com os Waimiri-Atroari) e Tucuruí (com os Paracanã).

Algumas das medidas obrigatórias e tradicionalmente adotadas pelos empreendedores para minimizar os impactos negativos da construção de usinas revelaram-se insuficientes ou equivocadas. Por exemplo, nas estações de piscicultura, inicialmente usadas como uma alternativa às construções de escadas de peixes, consideradas caras e ineficazes. As pisciculturas foram utilizadas por grande número de concessionárias, e em muitos casos houve a colocação de espécies exóticas em locais inadequados e com a utilização de métodos impróprios, o que invalidou os esforços para preservação da ictiofauna. Vários equívocos também marcaram a utilização de escadas para transposição de peixes, como por exemplo sua instalação em riachos onde só havia espécies sedentárias, como a que foi edificada no córrego dos Negros em São Carlos-SP (Martins, 2000). Além disso, há indicadores de que as escadas dificilmente seriam eficazes para preservar ou conservar as espécies devido a presença de barragens em série, como ocorre na bacia do Rio Paraná. Ainda que alguns rios afluentes sejam áreas propícias para a desova, são necessários locais sazonalmente alagados para o desenvolvimento inicial das grandes espécies migradoras da bacia, e a maioria dessas áreas estão reguladas pelos reservatórios ou foram drenadas para o desenvolvimento agrícola. Em relação às populações reassentadas, é um erro supor que o simples reassentamento, mesmo com indenização pela desapropriação, é suficiente para compensar transtornos e prejuízos decorrentes, sem esforços para requalificar a mão-de-obra e programas de assistência médica, educacional e financeira, ao menos no período de adaptação às novas condições.

Entre os problemas por enfrentar incluem-se ainda a carência de metodologias para avaliação adequada de impactos ambientais como mapas temáticos, listagens de verificação e matrizes de interação, e a deficiência de mecanismos para articular a atuação dos empreendedores com as instituições responsáveis pela política econômica e social das regiões atingidas e para garantir a participação dos grupos afetados na tomada de decisão desde a fase inicial do ciclo de planejamento da geração hidrelétrica, que compreende a estimativa do potencial, o inventário, o estudo de viabilidade, o projeto básico e o projeto executivo.

No que diz respeito as externalidades, são vários os problemas existentes para as estimativas originadas pela geração de energia elétrica. Pode-se citar a dependência para com as tecnologias utilizadas, a localização das usinas geradoras, as incertezas nas causas e natureza dos impactos para a saúde e o ambiente, os reduzidos estudos de avaliação econômica e as questões metodológicas envolvendo a utilização dos resultados econômicos e ambientais (http://www.pfilosofia.pop.com.br/04_misclanea/04_03_barsa/barsa_02.htm, 2005).

8.1.3 – Medidas mitigadoras

Especialistas apontam como providências imprescindíveis para minimizar alguns dos efeitos adversos da construção e uso de centrais hidrelétricas o reflorestamento das margens dos reservatórios e de seus afluentes; os programas de conservação da flora e da fauna e implantação de áreas protegidas; o inventário, resgate, relocação e monitoramento de espécies ameaçadas de extinção que ocorriam na área atingida; a avaliação dos efeitos do enchimento dos reservatórios sobre as águas subterrâneas; o monitoramento da qualidade da água; e a realização de estudos arqueológicos antes do enchimento do reservatório. Na usina de Samuel, no rio Jamari, esse procedimento levou ao resgate de fatos históricos da região, que remontam a dez mil anos ([www.miniweb.com.br/Geografia/Artigos/hidrografia/Pausa%20para%20a%20Filosofia%20\(Miscel%20nea-Barsa-%5B02%5D%20As%20hidrel%20E9tricas%20brasileiras\).htm](http://www.miniweb.com.br/Geografia/Artigos/hidrografia/Pausa%20para%20a%20Filosofia%20(Miscel%20nea-Barsa-%5B02%5D%20As%20hidrel%20E9tricas%20brasileiras).htm), 2005).

Outro consenso entre os estudiosos é a vantagem de realização de um plano de longo prazo que privilegie, sempre que possível, a abertura em seqüência das bacias de determinada região, por oposição à prática usual de construção de usinas dispersas em bacias distintas. Por esse método, só se iniciaria a exploração de uma bacia após estar quase concluído o aproveitamento de outra da região. Assim, por exemplo, a usina de Belo Monte, no rio Xingu, só seria construída após a implementação da maioria dos aproveitamentos do médio Tocantins; a bacia do Tapajós só seria explorada após estar quase esgotado o potencial do Xingu, e assim por diante. Além dos benefícios ambientais, sobretudo o gerenciamento mais eficaz dos ecossistemas, esse sistema acarreta uma série de benefícios econômicos, como a otimização do aproveitamento de estradas de acesso e sistemas de transmissão.

No que diz respeito a experiência no Estado de Minas Gerais, visando diminuir o impacto ambiental provocado pela construção de usinas hidrelétricas, a CEMIG desenvolve programas ecológicos com o objetivo de preservar o meio ambiente. Alguns destes projetos merecem destaque:

- Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental de Volta Grande, onde são reproduzidas várias espécies de peixes para repovoamento dos reservatórios das usinas da CEMIG. Para repovoar as represas os técnicos da estação de Volta Grande realizam a reprodução artificial de peixes como piau, dourado, jaú, matrinxã, tambaqui e outros,

através das técnicas de hipofisção e hormonização, conseguindo resultados surpreendentes;

- Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental de Peti, onde são desenvolvidos estudos de conhecimento da ecologia terrestre e aquática e programas de educação ambiental. Contando com a parceria da UFMG e do Centro Tecnológico de Minas Gerais, foi desenvolvido um completo inventário da fauna e flora da região e identificadas inúmeras espécies animais como mamíferos, aves, anfíbios, répteis, peixes e também espécies vegetais. Esse estudo possibilitou, ainda, a descoberta de novas espécies ainda não conhecidas pela ciência;
- A reserva de Galheiro encontra-se instalada às margens do reservatório da usina de Nova Ponte. Esta reserva é a maior unidade de conservação da CEMIG, com 2847 hectares, e faz parte do plano ambiental da área de influência da hidrelétrica de Nova Ponte, a primeira no país a ser construída cumprindo todas as determinações da nova legislação ambiental brasileira voltada para a construção de hidrelétricas;
- Nesta mesma região, a CEMIG implantou uma nova reserva, a unidade de Jacob, que ainda consta das ações ambientais do reservatório de Miranda. Em 1995, a reserva de Jacob foi reconhecida pela legislação federal como unidade de conservação. Ocupando uma área de 358 hectares, a unidade de Jacob está sendo utilizada para fins de pesquisa e preservação (www.cemig.com.br, 2004).

8.1.4 - Legislação

Entre os diversos instrumentos criados nos últimos anos para ordenar a exploração do potencial hidrelétrico brasileiro e aprimorar as práticas ambientais no setor, alguns dos principais são a Resolução Aneel 393/98 – que estabelece que os detentores de registro de estudos de inventário deverão fazer consulta formal aos órgãos estaduais e federais incumbidos da gestão dos recursos hídricos, e aos órgãos ambientais, para definir os estudos relativos a esses aspectos — e a Lei 9.433, de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A lei determina a articulação entre a atuação dos empreendedores, os usuários e os setores e órgãos regionais, estaduais e federais responsáveis pelo planejamento de recursos hídricos; estabelece

a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras; e estipula que os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados na bacia em que foram gerados e usados para financiar pesquisas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos. O gerenciamento de bacias hidrográficas por meio da integração e participação dos usuários de suas águas, de representantes dos municípios afetados e da administração federal é feito com sucesso nos Estados Unidos (com a Tennessee Valley Authority) e na França, que foi dividida em seis bacias hidrográficas, cada qual com agência financeira própria, encarregada de cobrar taxas pelo uso das águas e administrar esses recursos. Cada comitê de bacia tem a incumbência de aprovar periodicamente um programa plurianual, o orçamento anual e as tarifas a serem cobradas aos usuários.

8.2 – Conclusões

Verificou-se neste trabalho que as externalidades associadas as perdas agropecuárias e as doenças relacionadas a água, de acordo com a metodologia utilizada, apresentam valores pouco expressivos. No primeiro caso, o maior valor encontrado foi de 1,23%, relativo a UHE Nova Ponte, enquanto que no que diz respeito as doenças associadas à água, constatou-se que após a construção da usina de Miranda o número de internações devido à leishmaniose nas cidades de Uberaba e Uberlândia aumentou em 82%. Aparentemente pode existir uma correlação entre estes dois fatos, já que no Estado de Minas Gerais não ocorreu um aumento do número de internações associados a esta enfermidade. Verificou-se também um crescimento do número de internações de cólera e dengue; entretanto em ambos os casos este crescimento foi inferior as médias estaduais. Todavia, o valor total estimado para ambas as externalidades é muito baixo.

A ausência de alguns dados relevantes, tais como a fração da área alagada destinada a produção agropecuária para outras usinas que não a de Miranda, e o número de casos associados a doenças vinculadas a água que não resultaram em internações, dificultou sobremaneira que resultados mais precisos fossem encontrados. De qualquer forma, devido a inexistência de trabalhos similares e, conseqüentemente, de outras metodologias que pudessem ser empregadas para se estimar o valor da externalidade, estabeleceu-se um ponto de partida para que resultados numéricos pudessem efetivamente ser encontrados.

Constatou-se também que a externalidade associada à emissão de gases de efeito estufa é bem mais significativa do que as outras duas estudadas e anteriormente citadas. A emissão de carbono está relacionada a uma série de fatores, tais como a quantidade de biomassa inundada e a intensidade da luz solar que incide sobre o lago. Mas não há a possibilidade de se generalizarem os resultados, visto que os impactos ambientais e as externalidades associadas à geração hidrelétrica são totalmente dependentes das características do local do aproveitamento hidrelétrico. Verificou-se também que o valor total da externalidade é diretamente relacionado ao tamanho e localização do reservatório da usina. Isto se justifica, por exemplo, devido a quantidade de biomassa alagada e a intensidade da radiação solar que incide sobre o lago.

Em algumas usinas, as emissões de gases de efeito estufa são bastante significativas. Na usina de Porto Primavera 2491 t/dia, na de Tucuruí 6311 t/dia, na de Balbina 6763 t/dia e em Sobradinho, 7070 t/dia (Santos, 2000). No caso deste trabalho, as emissões mais significativas são oriundas das usinas de Três Marias – 522,27 toneladas de carbono diárias (valor medido) e de Nova Ponte – 585,96 toneladas de carbono diárias (valor calculado). Em termos econômicos, as externalidades associadas as emissões de gases de efeito estufa podem ser significativas. Para a usina de Três Marias, o valor da externalidade corresponde a 35% do valor do custo de geração. Conforme visto anteriormente, os valores para Camargos, Emborcação e Nova Ponte também são significativos.

Uma maneira de minimizar este impacto seria investir em projetos de reflorestamento em áreas cujo tamanho seja calculado para efetuar a captura de carbono proporcional às emissões oriundas dos reservatórios. No caso dos oito aproveitamentos hidrelétricos estudados neste trabalho, verificou-se que as UHEs Nova Ponte e Três Marias são aquelas que requerem uma maior área reflorestada para realizar o seqüestro do carbono (TAB. 7.4). O custo dos projetos de reflorestamento pode ter como base o valor calculado da externalidade associada às emissões de gases de efeito estufa.

Seria interessante efetuar um acompanhamento sistemático das emissões de gases de efeito estufa nos reservatórios hidrelétricos para que o valor da externalidade possa ser atualizado periodicamente, visto que a intensidade das emissões varia com o tempo. Se isto vier a ser realizado, é possível se avaliar a intensidade destas emissões em função da vida útil do reservatório. Conseqüentemente, se os valores de geração de energia elétrica e do seu custo

associado estiverem disponíveis, torna-se possível também avaliar a variação temporal do custo da externalidade.

Apesar de ser difícil se encontrar um valor econômico para o valor da externalidade social, este impacto é bastante significativo. A usina de Irapé, situada no Vale do Jequitinhonha, na região Nordeste de Minas Gerais, trouxe grande prejuízo a comunidade local, visto que duas safras agrícolas foram perdidas. Os lavradores não puderam plantar na região que seria alagada, e o processo de reassentamento não foi concluído no prazo previsto devido a problemas relativos a documentação de posse de terra e a sua aquisição, de acordo com o termo de ajuste intermediado pelo Superior Tribunal Federal (CREA-MG, 2005).

Assim sendo, os estudos das externalidades constituem-se em uma linha de pesquisa que, apesar de pouco explorada, pode fornecer subsídios importantes para estudos comparativos dentre as diversas possibilidades existentes para a geração de energia elétrica, ainda mais quando considerados como um todo, e não apenas de forma isolada.

8.3 – Trabalhos futuros

Durante o desenvolvimento deste trabalho observou-se que várias áreas poderiam ser mais aprofundadas com possíveis elaborações de outros trabalhos complementares. Entre estes possíveis novos desenvolvimentos, citam-se, entre outros:

- buscar informações detalhadas sobre a configuração da área alagada dos reservatórios estudados neste trabalho, e também sobre outros, para se trabalhar com o percentual utilizado para a agricultura e a pecuária de cada área, visto que o valor de Miranda foi usado para todos os oito aproveitamentos hidrelétricos. Desta forma, trabalhar-se-ia com o valor real da área ;
- efetuar uma análise espacial georeferenciada para estudo das doenças associadas à água utilizando outras faixas de distância que não as usadas no capítulo 5;
- procurar dados relativos às doenças associadas à água em períodos anteriores a 1992, de modo que se possa efetuar uma análise temporal em outras hidrelétricas e em intervalos maiores de tempo;

- investigar qual a rota de migração dos reassentados na região de Miranda, e verificar se eles se deslocaram para regiões nas quais a leishmaniose era endêmica;
- realizar um estudo específico sobre o aumento das taxas de leishmaniose na região alagada pelo reservatório de Miranda, visto que, conforme apresentado na seção 7.5, após a construção da UHE Miranda o número de internações devido a esta enfermidade cresceu cerca de 82%, enquanto que no Estado de Minas Gerais este número decresceu;
- investigar o motivo das altas taxas de emissão de metano no lago de Três Marias;
- efetuar estudos de externalidades para usinas termelétricas a carvão mineral, óleo combustível e a gás natural, e realizar uma avaliação comparativa das externalidades entre diferentes opções de geração de energia elétrica. Por exemplo, de acordo com dados meteorológicos, poder-se-ia descobrir quais os municípios que se encontram na direção da dispersão dos poluentes lançados pelas chaminés das termelétricas, e efetuar uma pesquisa das enfermidades associadas a moléstias respiratórias nestes municípios. A análise poderia ser temporal e espacial;
- realizar estudar de outras externalidades associadas à geração hidrelétrica como por exemplo perda de potencial mineral;
- efetuar medidas das emissões de gases de efeito estufa em todos os reservatórios das usinas hidrelétricas da CEMIG e de FURNAS, em diversos pontos, e ao longo de vários meses do ano;
- uma vez que atualmente há grande interesse na despoluição da Lagoa da Pampulha, em Belo Horizonte, seria interessante realizar medidas das emissões de gases de efeito estufa pela lagoa, procurando relacionar as emissões com a quantidade de poluentes despejados na mesma;
- verificar possíveis fontes de emissão de gases de efeito estufa, além da biomassa alagada, tais como resíduos de agrotóxicos lançados no leito dos rios, acumulando-se a montante dos reservatórios;
- investigar se existem emissões de material orgânico oriundo da bovinocultura no leito dos rios, visto que segundo relatório da EMBRAPA, 80,9% do metano emitido da pecuária é

proveniente do gado de corte, e 13,5%, do gado leiteiro. Também segundo a EMBRAPA (EMBRAPA, 2002), o Estado de Minas Gerais possui o segundo maior rebanho de gado de corte do país, e o primeiro maior rebanho leiteiro.

9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADITJONDRO, G. e KOWALEWSKI, D. Damning the Dams in Indonesia. *Asian Survey* 34:381-395. 1994.
- AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA Comparison of energy sources in terms of their full-energy-chain emission factors of greenhouse gases. Proceedings of an AIEA Advisory Meeting/Workshop. China, outubro de 1994.
- AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA Guidelines for comparative assessment of the environmental impacts of wastes from electricity generation systems. A framework for the assessment and comparison of environmental impacts. Fevereiro de 1995.
- AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA VALORAGUA: A model for the optimal operating strategy of mixed hydrothermal generating systems – Users’ manual for the mainframe computer version. Vienna. 1-400. (Computer manual series, 4), 1992.
- AGRICULTURA NO CERRADO - <http://www.altiplano.com.br/FogAgro.html>. Acessado em 08/06/2004.
- AGYEMAN, P. K., Dams, People and Ecosystems: A case study of the Kariba, Tukurui and Akosombo Dams. Gana, maio de 2001. Acessado em 22/02/2004. <http://www.dhi.dk/Courses/AlumniCafe/LecturesNotes/Files/People%20and%20Dams.pdf>.
- ALVES, C. B. M., GODINHO, A. L., GODINHO, H. P. e TOQUATO, V. C. A Ictiofauna da represa de Itutinga, Rio Grande (Minas Gerais – Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, 58 (1):121-129, 1998.
- ANDERSON, D. A., BEAMESDERFER; R., WOODARD, B., ROWE, M., CHRISTOFFERSON, G. e HANSEN, J. Report on the status of salmon & Steelhead in the Columbia River basin - 1995, Rep. No. BP 88-108-04. Northwest Power Planning Council. 1996.
- ANDRADE, R. Da transposição das águas do Rio São Francisco - À revitalização da bacia: as várias visões de um rio. Fórum permanente de defesa do São Francisco /International Rivers Network. Agosto de 2002. Acessado em 22/02/2004. http://www.fundaj.gov.br/docs/tropico/desat/renata_andrade.pdf
- ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – www.aneel.gov.br. Acessado em 12/11/2001.
- AYYUB, B. M. e MCCUEN, R. H. Probability, Statistics and Reliability for Engineers. CRC Press, New York. 1997
- BALMER, M., SEMADENI, M. e SPRENG, D. Typology of hydropower schemes in view of their external costs. CEPE - Centre for Energy Policy and Economics, ETH Zürich, 2002. http://www.cepe.ethz.ch/research/projects/Typology_Hydropower.htm. Acessado em 22/04/2003.
- BANDYOPADHYAY, J. From Environmental Conflicts to Sustainable Mountain Transformation: Ecological Action in the Garhwal Himalaya. In *Grassroots Environmental Action: People’s participation in sustainable development*, ed. D. Ghai and J. M. Vivian. Routledge, London, 1992.

- BAWE, L. Private Profit at Public Expense: The Bakun Hydroelectric Project. *The Ecologist* 26: 229-233. 1996.
- BCB – Banco Central do Brasil. www.bcb.gov.br. Site acessado em 04/12/2003.
- BEASLEY, C.A. e HIGHTOWER, J. E. Effects of the Quaker Neck Dam on the distribution and characteristics of spawning habitat selected by Striped Bass and American Shad in the neuse River, North Carolina. Maine Fisheries Commission. 1998.
- BEN-DAVID, M., HANLEY, T. A., e SCHELL, D. M. Fertilization of terrestrial vegetation by spawning pacific salmon: the role of flooding and predator activity. *Oikos* 83: 47-55. 1998
- BERTEL, E. e FRASER, P. Energy policy and externalities. *NEA Updates, NEA News* 2002 – No. 20.1
- BICKFORD, S. A. & SKALSKI J. R. Reanalysis and interpretation of 25 years of Snake-Columbia River juvenile salmonid survival studies. *North American Journal of Fisheries Management* 20, 53-68. 2000.
- BRAZILIAN COMMITTEE ON LARGE DAMS Main Brazilian Dams pág. 409, Brasil, 1982.
- BROWN, C. A., GRAHAM, W. J. Assessing the Threat to Life from Dam Failure *Water Resources Bulletin*, Vol. 24, No. 6, pp. 1303-1309, 1988. <http://www.simsience.org/cracks/advanced/death.html>. Acessado em 15/03/2002.
- BRYANT, M. D., FRENETTE, B. J. e MCCURDY, S. J. Colonization of a Watershed by Anadromous Salmonids Following the Installation of a Fish Ladder in Margaret Creek, Southeast Alaska. *North American Journal of Fisheries Management* 19: 1129-1136. 1999.
- CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia prática. Rio de Janeiro: CPRM. 1994, 372 pag.
- CAUFIELD, C. *Masters of Illusion: The World Bank and the Poverty of Nations*. Henry Holt and Company, New York, 1996
- CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Mercado de Crédito de Carbono fora do Protocolo de Quioto. Dezembro de 2003.
- CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. www.cemig.com.br. Acessado em 18/02/2004.
- CEMIG – Boletim Estatístico Fevereiro de 2002: Acompanhamento de Mercado. Gerência de Planejamento de Mercado/Superintendência de Marketing. Ano 36, nº. 420. Março de 2002.
- CENERGIA – Centro de Economia Energética e Ambiental - Metodologias de Valoração de Danos Ambientais Causados pelo Setor Elétrico - <http://www.cenergia.org.br/publicacoes/down/metodologias.doc>. Acessado em 22/04/2004.
- CIRCUITO TURÍSTICO DO LAGO DE FURNAS – Acessado em 02/02/2005. <http://www.turismo.mg.gov.br/Circuitos/sul/lagodefurnas.htm>
- COGELS, F.X., COLY, A. e NIANG, A. Impact of Dam Construction on the Hydrological Regime and Quality of a Sahelian Lake in the River Senegal Basin. *Regulated Rivers: Research & Management* 13: 27-41. 1997.

- COMASE – Comitê Coordenador das Atividades do Meio Ambiente do Setor Elétrico – Referencial para Orçamentação dos Programas Sócio Ambientais. Volume 1 – Usinas Hidrelétricas. Rio de Janeiro, 1994.
- COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS Barragens do Brasil pg. 134 Brasil 1982 .
- COUNIHAN, T. D., MILLER, A. I., MESA, M. G., e PARSLEY, M. J. The effects of Dissolved Gas Supersaturation on White Sturgeon Larvae. Transactions of the American Fisheries Society 127: 316-322. 1998.
- COUTANT, C.C. e R.R. WHITNEY R. R. Fish Behavior in Relation to Passage through Hydropower Turbines: A Review. Transactions of the American Fisheries Society 129: 351-380. 2000.
- CREA-MG – Jornal Vértice. Janeiro de 2005, páginas 4 e 5.
- DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. www.datasus.gov.br. Acessado em 21/05/2004.
- DAUBLE, D. D.; JOHNSON, R. L. e GARCIA, A. P. Fall Chinook Salmon Spawning in the Tailraces of Lower Snake River Hydroelectric Projects. Transactions of the American Fisheries Society 128: 672-679. 1999.
- DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E ENERGIA VELHA NO BRASIL – Acessado em 03/02/2005. www.ilumina.org.br/zpublisher/materias/Estudos_Especiais.asp?id=15870
- DEU NO SPBC HOJE - <http://www.sbg.org.br/PN-NET/pn-net97/msg00027.html>. Acessado em 17/09/2004.
- DOI – DEPARTMENT OF THE INTERIOR. The Elwha Report: Restoration of the Elwha River Ecosystem & Native Anadromous Fisheries. A report submitted pursuant to Public Law 102-495. Department of the Interior. 1994
- DOI – DEPARTMENT OF THE INTERIOR. Elwha River ecosystem restoration implementation. Final environmental impact statement, Rep. No. NPS D-271A. Department of the Interior. 1996.
- DOLPHIN, C. The Environmental Effects of Damming Rivers and Removing Dams. <http://www.geocities.com/craigdolphins/Essays/DamEssay.html> Acessado em 17/06/2003.
- DONNES, R e GANTNER, U. Greenhouse Gas Emissions from Hydropower Full Energy Chain in Switzerland. Assessment of Greenhouse Gas Emission from the Full Energy Chain for Hydropower, Nuclear Power and Other Energy Sources - IAEA Advisory Group Meeting. Hydro-Quebec, Montreal, Canada, 12-14 de março de 1996.
- EDMONDS, R. L. The Sanxia (Three Gorges) Project: the Environmental Argument Surrounding China's Super Dam. Global Ecology and Biogeography Letters 2: 105-125. 1992.
- ELETROBRAS – SIPOT – Sistema de Informação do Potencial Hidrelétrico Brasileiro. 1997. <http://www.eletrobras.gov.br/atuacao/sipot.htm>. Acessado em 21/11/2000.
- ELETROBRAS – O tratamento do impacto das hidrelétricas sobre a fauna terrestre. Rio de Janeiro, 1999. 53 pp. Acessado em 05/11/2004. http://www.eletrobras.gov.br/mostra_arquivo.asp?id=http://www.eletrobras.gov.br/downloads/EM_MeioAmbiente/tratamento.pdf&tipo=trabMeioAmbiente

- EMBRAPA – Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa: Emissões de Metano da Pecuária. Relatório de Referência, 2002. http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/pdf/pecuaria_p.pdf. Acessado em 28/06/2004.
- EMISSIONS DE GASES DE EFEITO ESTUFA DERIVADOS DE RESERVATÓRIOS HIDRELÉTRICOS - http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/methid.htm Acessado em 23/06/2004.
- EPAT - THE ENVIRONMENTAL AND NATURAL RESOURCES POLICY AND TRAINING PROJECT. Acessado em 26/03/2003. <http://www.wisc.edu/epat/.pop-env/.schis/.format/.review.html>.
- EXTERNE – EXTERNALITIES OF ENERGY. A RESEARCH PROJECT OF THE EUROPEAN COMMISSION. <http://externe.jrc.es/overview.html>. Acessado em 21/12/2004
- FBDS FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Avaliação das Emissões de Gases de Efeito Estufa devido as Mudanças nos Estoques de Florestas Plantadas. http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/forest.htm. Acessado em 12/01/2004.
- FEARNSIDE, P. M. Environmental Impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned Lessons for Hydroelectric Development in Amazonia. Environmental Management Vol. 27, No. 3, pp. 377-396, 2001.
- FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. Water, Air and Soil Pollution 133: 69-96. 2002.
- FGV – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Site acessado em 01/12/2003. http://fgvdados.fgv.br/dsp_frs_pai_ferramentas.asp
- FRIENDS OF LAKE POWELL <http://www.lakepowell.org>. Acessado em 4/10/2000.
- FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Guia Brasileiro de Vigilância Epidemiológica 1998. Ministério da Saúde.
- FUNDAMENTOS DA DIGESTÃO ANAERÓBIA – Acessado em 23/06/2004. <http://www.flipper.ind.br/fundamentoshtml.htm>
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S. A. www.furnas.gov.br Acessado em 19/04/2004.
- GLEICK, P. H. Dirty Water: Estimated Deaths from Water Related Diseases 2000-2020. Pacific Institute Research Report. 2002
- GLEICK, P. H., SINGH, A., SHI, H. Emerging Threats to the World's Freshwater Resources. A Report of the Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security. Oakland, California. 2001.
- GODOY, M. P. Aquicultura. ELETROSUL. Florianópolis, 1985. 77 pp.
- GOLDEMBERG, J., REID, W. Greenhouse Gas Emissions and Development: A Review of Lessons Learned. In: GOLDEMBERG, José, REID, Walter. Promoting development while limiting greenhouse gas emission: Trends & Baselines. World Resources Institute, 1998, Introduction, p. 11-27.
- GREGORY, R. S. e LEVINGS, C. D. Turbidity reduces predation on migrating juvenile pacific salmon. Transactions of the American Fisheries Society 127: 275-285. 1998.

- HAWKEN, P. Capitalismo Natural. 1.ed. São Paulo: Editora Cultrix Ltda., 1999.
- HIDRELÉTRICAS AUMENTAM O EFEITO ESTUFA, DIZ ESTUDO.
<http://www.an.com.br/2002/jan/10/0pai.htm>. Acessado em 23/06/2004.
- HIDRELÉTRICAS BRASILEIRAS (a) – Acessado em 04/02/2005.
http://www.pfilosofia.pop.com.br/04_misclanea/04_03_barsa/barsa_02.htm
- HIDRELÉTRICAS BRASILEIRAS (b) – Acessado em 15/04/2005.
(http://www.pfilosofia.pop.com.br/04_misclanea/04_03_barsa/barsa_02.htm, 2005).
- HIDROVIA DO SÃO FRANCISCO – Acessado em 23/06/2004.
<http://www.transportes.gov.br/Modal/Hidroviario/SaoFrancisco.htm>
- HILDERBRAND, R.H. e KERSHNER, J. L. Conserving inland Cutthroat Trout in small streams: How much stream is enough? North American Journal of Fisheries Management 20: 513-520. 2000.
- IBANEZ, C., PRAT, N. e CANICIO A. Changes in the hydrology and sediment transport produced by large dams on the lower Ebro River and its estuary. Regulated Rivers: Research & Management 12: 51-62. 1998.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -
www.ibge.gov.br. Acessado em 25/07/2003.
- IER – INSTITUT FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT UND RATIONELLE ENERGIEANWENDUNG/UNIVERSITY OF STUTTGARD ExternE National Implementation – Germany/Summary Report, Stuttgart, 1997.
- IER – INSTITUT FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT UND RATIONELLE ENERGIEANWENDUNG/UNIVERSITY OF STUTTGARD. EcoSense Brazil/Latin America. Stuttgart. User Guide version 2.0. 1999.
- IMPACTOS, RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS –
http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/doce/index.html&cont_eudo=./agua/doce/artigos/eco_aquaticos.html Acessado em 17/09/2004
- INTERNATIONAL RIVERS NETWORK http://www.rivernet.org/press_e7.htm#04.08.98, 1998. Acessado em 04/02/2002.
- JACOMINO, V. M. F., FIELDS, D., SOUZA, J. A. M. Estimation of Externalities: A Review from the point of view of Energy planning in Brazil. 5th International Symposium on Environmental Geotechnology and Global Sustainable Development. Belo Horizonte, 2000a. CD-Rom.
- JACOMINO, V. M. F., BARRETO, A. A., BRANCO, O. E. A., ARONNE, I. D., PERERA, C. Estimativa das Externalidades Associadas às Emissões Atmosféricas do Ciclo de Produção de Energia Elétrica. V ENAN – Encontro Nacional de Aplicações Nucleares. Rio de Janeiro, 2000b. CD-Rom.
- JEPSEN, N., PEDERSEN S. e E. THORSTAD E. Behavioural interactions between prey (trout smolts) and predators (Pike and Pikeperch) in an impounded river. Regulated Rivers: Research & Management 16: 189-198. 2000
- JOHNSON, G. E., ADAMS, N. S., JOHNSON, R. L., RONDORF, D. W., DAUBLE, D. D. e BARILA, T. Y. Evaluation of the prototype surface bypass for salmonid smolts in spring 1996 and 1997 at Lower Granite Dam on the Snake River, Washington. Transactions of the American Fisheries Society 129: 381-397. 2000.

- JUNQUEIRA, M. S. D. Histórico e Mercado de Créditos de Carbono. Workshop Mudanças Climáticas. Belo Horizonte, 2002.
- KANEHL, P. D. e LYONS, J. Changes in the habitat and fish community of the Milwaukee River, Wisconsin, following removal of the Woolen Mills Dam. *North American Journal of Fisheries Management* 17: 387-400. 1997.
- LANSING, P. S. An Economic Analysis of Four Federal Dams on the Lower Snake River. 1995. <http://www.cyberlearn.com/lansing.htm>. Acessado em 14/07/2002.
- LEPRESTE, P. The World Bank and the Environmental Challenge. London Associated University Press. 1989.
- LEWINSOHN, R. Três Epidemias. Editora UNICAMP. Campinas, 2003.
- LINDEN, E. The Big Meltdown. *Time*, The Netherlands, p. 54-58, setembro, 2000.
- LOHMANN, L. Remaking the Mekong. *The Ecologist* 20: 61-66. 1990.
- MARTINS, S. L. Sistema para Transposição de Peixes. Dissertação. São Paulo: USP, 2000, 170 pp.
- MATRIZ HIDRELÉTRICA BRASILEIRA: HIDRELÉTRICAS AINDA TEM PREFERÊNCIA. http://geocities.yahoo.com.br/sousaraujo/matriz_energetica.html. Acessado em 02/02/2005.
- MCCULLY, P. Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams. London, Zed Books, 1996.
- MEIO AMBIENTE – REUNIÃO CIENTÍFICA DE BELÉM. Acessado em 05/11/2004. http://www.amazonialegal.com.br/textos/meio_ambiente/Reuniao_Cientifica_Belem.htm
- MILLER, S. Undamming Glen Canyon: Lunacy, Rationality, or Prophecy. *Stanford Environmental Law Journal* 19 (1), 2000.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – Convenção sobre a mudança do clima - (<http://www.mct.gov.br/Clima/negoc/Default.htm>). Acessado em 27/04/2004
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS; SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL; INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS; MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA Atlas Hidrológico do Brasil, 1998. CD Rom.
- MORRISH, M. The Living Geography of China. *Geography* 82:3-16. 1997
- MURPHY, B. The Politics and Economics of Large-Scale Hydropower Dams. California State University Fullerton Graduate Seminar on Cultural Ecology. USA, 2001.
- OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY Estimating Externalities of Hydro Fuel Cycles. USA, dezembro de 1994.
- OECD ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT Estimating of Greenhouse Gas Emissions and Sinks. OECD Expert Meeting, Background Report, 1991.
- OLDANI, N. O., Environmental and Social Dimensions of Reservoir Development and Management in the La Plata River Basin. UNCRD Research Report Series No. 4.

- UNITED NATIONS CENTRE FOR REGIONAL DEVELOPMENT. Nagoya, Japan, 1994.
- PATH – PLAN FOR ANALYZING AND TESTING HYPOTHESES Partial dam removal vital for fall Chinook: No evidence for recovery without it. *Salmon Science* 1-4. 1999.
- PEARCE, F., Building a Disaster: The Monumental Folly of India's Tehri Dam. *The Ecologist* 21:123-128. 1991.
- PEREIRA, M. G., *Epidemiologia: Teoria e Prática*. Editora Guanabara Koogan S. A. Rio de Janeiro, 1995.
- PIRES, S. H., LACORTE, A. C., FARAH, P. C., Incorporação da Metodologia para Análise Integrada de Impactos de Usinas Hidrelétricas ao Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas. Workshop "A dimensão ambiental nos estudos de inventário nos estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas", Rio de Janeiro, 1997.
- POMPEU, P. S. Estudo da regra operativa e avaliação de um mecanismo de transposição de peixes do tipo elevador com caminhão-tanque. Tese de Doutorado. Belo Horizonte, UFMG, 2005. 190p.
- PORTO, L. M., MCLAUGHLIN, R. L. e NOAKES, D. L. G. Low-head Barrier Dams Restrict the Movements of Fishes in Two Lake Ontario Streams. *North American Journal of Fisheries Management* 19: 1028-1036. 1999.
- PROBE INTERNATIONAL'S THREE GORGES CAMPAIGN 1997. <http://www.probeinternational.org/pi/3g/index.cfm?DSP=content&ContentID=705>. Acessado em 11/02/2002.
- PROTOTYPE CARBON FUND. <http://prototypecarbonfund.org>. Acessado em 30/03/2004.
- REDDY, D. N. Recent Water Management Strategies. Water: will there be enough for all? - III 2002. <http://www.indiatogether.org/environment/water/cre-water3.htm>. Acessado em 28/08/2003.
- REINHOLD, J. O.; HENDRIKS, A. J., SLAGER, L. K. e OHM, M. Transfer of Microcontaminants from Sediment to Chironomids, and the Risk for the Pond Bat *Myotis Dasycneme* (Chiroptera) Preying on them. *Aquatic Ecology* 33: 363-376. 1999
- REIS, M. M., Custos Ambientais Associados a Geração Elétrica: Hidrelétricas x Termelétricas a Gás Natural. Dissertação. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 200pag. 2001.
- ROCHA, M. T. Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT. Tese (Doutorado). USP, janeiro de 2003, 214pag.. Piracicaba, SP. http://www.cepea.esalq.usp.br/zip/tese_marcelo.pdf
- ROSA, L. P., SANTOS, M.A., SIKAR, E. M., SIKAR, B. M., Emissões de Dióxido de Carbono e de Metano pelos Reservatórios Hidrelétricos Brasileiros. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Relatório de Referência Ministério da Ciência e da Tecnologia e COPPE/UFRJ, 2002. http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/pdf/metano_p.pdf. Acessado em 12/09/2003.
- ROSA, L. P., SANTOS, M.A., SIKAR, E. M., SIKAR, B. M., Emissões de Gases de Efeito Estufa Derivados de Reservatórios Hidrelétricos. COPPE/UFRJ e COPPETEC, 1998. http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/method.htm. Acessado em 04/02/2003.

- ROSA, L. P., SANTOS, M. A., SHERILL, E. I., Emissões de Metano e Dióxido de Carbono de Hidrelétricas Comparadas às de Termelétricas Equivalentes. Edição Especial do Centro de Estudos de Energia - ENERGE, cadernos de Energia, nº 9, março de 1996.
- RYAN, B. A., DAWLEY, E. M., e NELSON, R. A. Modeling the effects of supersaturated dissolved gas on resident aquatic biota in the main-stem Snake and Columbia Rivers. *North American Journal of Fisheries Management* 20: 192-204. 2000.
- SANTOS, M. A., Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa Derivadas de Hidrelétricas. Tese (Doutorado). COPPE/UFRJ, março de 2000. 148 pag.
- SCUDER, T. Development-induced Relocation and Refugee Studies: 37 Years of Change and Continuity among Zambia's Gwembe Tonga. *Journal of Refugee Studies* 6:123-152. 1993
- SEAR, D. A. Morphological and sedimentological changes in a gravel-bed river following 12 years of flow regulation for hydropower. *Regulated Rivers: Research & Management* 10: 247-264. 1995.
- SEAWEB Dams: Their Impacts on Coastal Environments. <http://www.seaweb.org/background/book/dams.html> Acessado em 16/07/2003.
- SES-MG: SECRETARIA DE SAÚDE DO GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - <http://www.saude.mg.gov.br:8180/saude/viewController.jsp?page=168> Acessado em 10/06/2003.
- SES-PR: SECRETARIA DE SAÚDE DO GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ http://www.saude.pr.gov.br/Vigiepi/agravos/Outras_doencas/index.html. Acessado em 10/06/2003.
- SIMON, D. Bujagali Falls: Magic on the Nile to Disappear? 2002. <http://www.gg.rhbnc.ac.uk/simon/bujagali.htm/>. Acessado em 16/07/2003.
- SOLUK, D. A. & RICHARDSON, J. S. The Role of Stoneflies in Enhancing Growth of Trout: a Test of the Importance of Predator-Predator Facilitation within a Stream Community. *Oikos* 80:214-219. 1997.
- SOUZA, W. L. Impacto Ambiental de Hidrelétricas: uma Análise Comparativa de Duas Abordagens. Dissertação. COPPE/UFRJ, 160 pag. 2000.
- SPAIN, G. e GRADER, Z. Ending the Era of Big Dams – Why Some Dams Must Go. The Pacific Coast Federation of Fishermen's Associations. From Fishermen's News, Agosto, 1999. <http://www.pcffa.org/fn-aug99.htm>. Acessado em 23/07/2003.
- SPIEKERMAN, G. e HIRSCHBERG, S. Risk Analysis for Hydro Power. International Symposium on New Trends and Guidelines on Dam Safety. Barcelona – Spain. 1998.
- SSM-SP: SECRETARIA DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO http://www6.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/saude/vigilancia_saude/0003 e http://www6.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/saude/vigilancia_saude/0007. Acessado em, 10/06/2003.
- STEVENS, L. E., BUCK, K. A., BROWN, B. T. e KLINE, N. C. Dam and Geomorphological Influences on Colorado River Waterbird Distribution, Grand Canyon, Arizona, USA. *Regulated Rivers: Research & Management* 13: 151-169. 1998.

- THE PROS AND CONS OF LARGE DAMS – Acessado em 02/09/2003.
www.caa.org.au/campaigns/adb/fact_sheets/dams.html.
- THOMPSON, P. D. e RAHEL, F. J. Evaluation of Artificial Barriers in Small Rocky Mountain Streams for Preventing the Upstream Movement of Brook Trout. *North American Journal of Fisheries Management* 18: 206-210. 1998.
- TOPPING, A. R. Daí Qing, Voice of the Yangtze River Gorges. *Earth Times News Service*, 1996. http://weber.ucsd.edu/~dmccubi/chinadaiqingjan11_97.htm Acessado em 19/09/2003.
- UFRJ - CENTRO DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE PARA VIAJANTES
<http://www.cives.ufrj.br/informacao/viagem/infecoes.html>. Acessado em 10/06/2003.
- UFPA: DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA - Pesquisa sobre balneabilidade e ocorrência de enteropatógenos em águas de praias, na ilha do Mosqueiro, Belém-PA.
<http://balneabilidade.vilabol.uol.com.br/doencas.htm>, 1997. Acessado em 10/06/2003.
- UNDERWOOD, A. J. e FAIRWETHER, P. G. Supply-side ecology and benthic marine assemblages. *Trends in Ecology and Evolution*. 4:16-20. 1989.
- UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA – FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA.http://www.fmv.utl.pt/departamentos/dsa/biomatematica/files/aulas/aulas015e016_20e21Abr2004.pdf. Acessado em 06/08/2004.
- USHER, A. D. Damming the Theun River: Nordic Companies in Laos. *The Ecologist* 26: 85-92. 1996.
- VAN KIRK, R.W. e GRIFFIN, C. B. Building a collaborative process for restoration: Henry's Fork of Idaho and Wyoming. Pages 253-276 in J.E. Williams, C.A. Wood, and M.P. Doombeck, editors. *Watershed Restoration: Principles and Practices*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 1997.
- VATE, J. F. V. Hydropower: Potential Sources of Greenhouse Gases. Assessment of Greenhouse Gas Emission from the Full Energy Chain for Hydropower, Nuclear Power and Other Energy Sources - IAEA Advisory Group Meeting. Hydro-Quebec, Montreal, Canada, 12-14 de março de 1996.
- VIANA, E. M. F., Mapeamento do campo de velocidades em mecanismo de transposição de peixes do tipo slot vertical em diferentes escalas. Tese de Doutorado. Belo Horizonte, UFMG, 251 pag, 2005.
- WEIST, K. M. Development Refugees: Africans, Indians and Big Dams. *Journal of Refugee Studies* 8: 163-184. 1995.
- WILKES, A. More Evictions at Naum Theun 2 in Laos. *The Ecologist* 26:c4. 1996
- WILKES, A. Dam Affected People Call for End to Large Dams. *The Ecologist* 27:c2. 1997.
- WINSTON, M. R., TAYLOR, C. M., & PIGG J. 1991. Upstream extirpation of four minnow species due to damming of a prairie stream. *Transactions of the American Fisheries Society* 120: 98-105. 1991.
- WISCONSIN STATE DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, 2000.
<http://www.dnr.state.wi.us/org/caer/cc/news/on/on990921.htm#art5> Acessado em 28/09/2002.
- WOOD, J. Tibetans Oppose Hydroelectric Dam. *The Ecologist* 26:c4. 1996.

- WORLD COMMISSION ON DAMS – China Country Review Paper 2000. Acessado em 25/04/2003. <http://www.dams.org/docs/kbase/studies/drafts/cndraft.pdf>
- WORLD COMMISSION ON DAMS Dams and development: a new framework for decision making. Earthscan Ltd., Londres, novembro de 2001.
- WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE RESERVATÓRIOS HIDRELÉTRICOS, LAGOS E EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. Organização: COPPE/UFRJ, ANEEL e MCT. Rio de Janeiro, dezembro de 1998. <http://www.mct.gov.br/clima/brasil/dams.htm>.
- ZHONG, Y. e POWER, G. Environmental Impacts of Hydroelectric Projects on Fish Resources in China. Regulated Rivers: Research & Management 12: 81-98. 1996.

10 – ANEXOS 1

Os dados apresentados nas tabelas A-3 a A-106 foram obtidos na home page do IBGE, utilizando o SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática (www.sidra.ibge.gov.br). As informações foram extraídas das tabelas que compõem o acervo do [Censo Agropecuário](#) (ano 1940, 1950, 1960, 1970, 1975, 1980, 1985, 1996), da [Produção Agrícola Municipal \(PAM\)](#) (ano 1990 a 2003), da [Pesquisa Pecuária Municipal \(PPM\)](#) (ano 1990 a 2003), da [Pesquisa Trimestral do Leite](#) (mês janeiro 1997 a dezembro 2004), da [Pesquisa Trimestral de Abate de Animais](#) (mês janeiro 1997 a dezembro 2004), da [Pesquisa Trimestral do Couro](#) (mês janeiro 2000 a dezembro 2004), da [Silvicultura](#) (ano 1990 a 2003), e da [Produção Extrativa Vegetal](#) (ano 1990 a 2003), e representam uma pequena amostra dos dados disponíveis.

O link no cabeçalho de cada quadro permite acessar a tabela de origem, onde o usuário pode escolher os dados de interesse e montar a sua própria tabela. O resultado obtido poderá ser gravado em arquivo, para uso em planilha.

TABELA A- 1 - Dados técnicos das usinas da CEMIG

Nome da UHE	Miranda	Itutinga	Camargos	Piau
Rio	Araguari	Grande	Grande	Piau/Pinho
Início da operação	1998	1955	1960	1955
Potência instalada - MW	408	52	46	18,012
N unidade geradoras	3	4	2	2
Comprimento total da barragem - m	2050	550	598	95
Altura máxima da Barragem – m	79	25	37	24
Volume útil do Reservatório-m ³	145,60 milhões	7 milhões	672 milhões	420 mil

Fonte: www.cemig.com.br, 2004

TABELA A- 2 – Dados técnicos das usinas da CEMIG

Nome da UHE	Emborcação	Nova Ponte	Salto Grande	Três Marias
Rio	Paranaíba	Araguari	Sto. Antônio	São Francisco
Início da operação	1982	1994	1956	1962
Potência instalada – MW	1192	510	102	396
N unidade geradoras	4	3	4	6
Comprimento total da barragem – m	1611	1600	548,8	3250
Altura máxima da Barragem – m	158	141	31	56,9
Volume útil do reservatório-m ³	12,512 bilhões	10,375 bilhões	69 milhões	15,278 bilhões

Fonte: www.cemig.com.br, 2004

TABELA A- 3 – UHE Miranda. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001

Tipo de rebanho	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Bovino	22351	28625	256470	222621
Suíno	11499	3632	12616	358435
Eqüino	453	682	5484	4581
Asinino	2	4	150	244
Muar	16	10	130	368
Bubalino	0	6	130	63
Coelhos	0	0	0	536
Ovino	45	21	1510	1978
Galinhas	784154	10792	717348	5927454
Pintos, Galos e Frangas	363179	740000	2149660	8503126
Codornas	0	0	3400	56284
Caprino	40	24	170	840

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 4 – UHE Miranda: Quantidade produzida – Ano 2001

Produto	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Leite (mil litros)	2826	10497	47981	61981
Lã (quilograma)	0	16	0	0
Ovos de Galinha (mil dúzias)	2565	29	8007	30688
Ovos de Codorna (mil dúzias)	0	0	79	1879
Mel de Abelha (quilograma)	529	0	760	970

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 5 - UHE Miranda: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001

Produtos de origem animal	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Leite	910,58	3382,29	15460,18	19971,19
Lã	0,00	31,24	0,00	0,00
Ovos de Galinha	2211,17	25,00	6902,47	26454,74
Ovos de Codorna	0,00	0,00	35,96	855,22
Mel de Abelha	2276,01	0	3269,89	4173,41

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 6 – UHE Miranda: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Carvão vegetal (Tonelada)	67	0	321	1320
Lenha (m ³)	111882	29960	40500	7423
Madeira em tora (m ³)	27843	149550	40500	0
Madeira em tora para outras finalidades (m ³)	27843	149550	40500	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 7 – UHE Miranda: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Carvão vegetal	11	0	128	660
Lenha	1678	449	486	41
Madeira em tora	139	748	203	0
Madeira em tora para outras finalidades	139	748	203	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 8 – UHE Miranda: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da silvicultura	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Carvão vegetal	17820	0	91000	92168
Lenha	196688,08	854834,4	387686,2	285377,17
Madeira em toras	0	206727,53	111815	231000
Outros produtos	0	0	0	4000
Resinas (óleos e graxas vegetais)	0	0	0	1688520
Mudas de eucalipto	0	0	4840	0
Mudas de pinus americano	0	0	2400	0
Mudas de outras espécies	0	0	10600	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 9 – UHE Miranda: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura temporária	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Abacaxi (mil frutos)	0	0	0	319
Algodão herbáceo (em caroço) (tonelada)	0	1162	0	144
Amendoim (em casca) (tonelada)	0	0	6000	0
Arroz (em casca) (tonelada)	288	300	2700	540
Batata – inglesa (tonelada)	3930	0	40600	0
Cana-de-açúcar (tonelada)	0	0	585000	0
Cebola (tonelada)	0	0	4000	0
Feijão (em grão) (tonelada)	270	3000	1494	318
Mandioca (tonelada)	960	120	4500	2250
Milho (em grão) (tonelada)	17100	138000	214500	87000
Soja (em grão) (tonelada)	28842	40500	139104	84400
Sorgo granífero (em grão) (tonelada)	0	0	2250	126
Tomate (tonelada)	15000	0	825	6000

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 10 – UHE Miranda: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura temporária	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Abacaxi (Mil frutos)	0	0	0	96
Algodão herbáceo (em caroço) (tonelada)	0	627	0	72
Amendoim (em casca) (tonelada)	0	0	3360	0
Arroz (em casca) (tonelada)	92	75	648	146
Batata - inglesa (tonelada)	1729	0	14210	0
Cana-de-açúcar (tonelada)	0	0	16146	0
Cebola (tonelada)	0	0	920	0
Feijão (em grão) (tonelada)	240	2388	1061	286
Mandioca (tonelada)	384	18	1238	450
Milho (em grão) (tonelada)	2394	17250	35393	17400
Soja (em grão) (tonelada)	8653	12960	40062	30890
Sorgo granífero (em grão) (tonelada)	0	0	248	25
Tomate (tonelada)	8775	0	338	2460

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 11– UHE Miranda: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da extração vegetal	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Babaçu (amêndoa)	0	0	0	15030
Borracha líquida	0	0	0	9100
Borracha coagulada	91400,4	0	0	9000
Carvão vegetal	24480	3000	6720	285320
Estacas de madeira	0	6000	0	0
Lenha	18	449	59075,55	592869
Moirões de madeira	0	0	0	510
Pequi (côco)	0	0	0	2300

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 12– UHE Miranda: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da horticultura	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Abobrinha verde	6407	682,2	76729,25	665843,5
Açafrão	900	0	0	17734
Acelga	0	0	2312,76	84677
Agrião	0	55	5666,5	40032
Alface	10526,5	4232,31	131850,6	223219,08
Alho porro	0	188	560,44	830
Almeirão	146	166,9	10962,1	28638,1
Aspargo	0	0	0	600
Batata-baroa (mandioquinha)	0	0	12672	4710
Beringela	15	4	1109,5	160570
Bertalha	0	65	0	0
Beterraba	175,5	687	5489,81	502064,7
Brócolis	0	200	14066,9	97607
Bucha (esponja vegetal)	0	109	0	0
Cebolinha (folha)	67,2	438,5	13993,95	11502,27
Cenoura	2273,8	923	102747,3	331584,8
Cheiro verde	0	735,2	1284,1	34688
Chicória	0	0	7226,28	19680,1
Chuchu	1537	2207,8	43152,39	717070,47
Coentro	0	0	108	8393,6
Couve	3527,4	2389,7	92459,48	98019,97
Couve-flor	97755	70	6685,78	230201,5
Ervilha (vagem)	0	0	100000	0
Espinafre	10	20	7389,3	31822,5
Hortelã	0	0	1535,33	0
Jiló	10355,5	44	25586,7	499852
Mostarda	18	0	2398	12730,6
Nabo	0	0	48	1200
Outros produtos	0	0	0	40
Pepino	137680	81,95	12982,29	296825,1
Pimenta	2430	163	56342,08	28281
Pimentão	65195,5	24,1	17518,56	248928,7
Quiabo	43488,8	22599,8	20160,56	491343,1
Rabanete	18,4	51	1994,8	14938,75
Repolho	6769,9	1141,5	15398,5	107794,4
Rúcula	6,75	0	3268,18	15857,6
Salsa	36	40,9	11921,65	4917
Vagem (feijão vagem)	73990	653,4	7468	243825,2

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 13 – UHE Miranda: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996

Valor das cabeças abatidas	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Bovinos	41495	23346	115915	115398
Suínos	32506	58880	99550	211237
Aves	47638	29845	49718	243773

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 14– UHE Miranda: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura permanente	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Banana (mil cachos)	960	24	396	980
Borracha (látex coagulado) (tonelada)	308	0	0	146
Café (em côco) (tonelada)	6624	728	1350	1404
Laranja (mil frutos)	60	54	18000	22200
Limão (mil frutos)	0	0	20	0
Mamão (mil frutos)	0	0	81	0
Manga (mil frutos)	0	0	313	0
Maracujá (mil frutos)	420	22	29	0
Tangerina (mil frutos)	0	0	72	0
Uva (tonelada)	0	0	40	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 15– UHE Miranda: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura permanente	Indianópolis	Nova Ponte	Uberaba	Uberlândia
Banana (mil cachos)	384	7	143	294
Borracha (látex coagulado) (tonelada)	260	0	0	321
Café (em côco) (tonelada)	6072	601	890	1404
Laranja (mil frutos)	25	16	5760	3330
Limão (mil frutos)	0	0	2	0
Mamão (mil frutos)	0	0	54	0
Manga (mil frutos)	0	0	80	0
Maracujá (mil frutos)	134	7	16	0
Tangerina (mil frutos)	0	0	7	0
Uva (tonelada)	0	0	47	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 16- UHE Itutinga. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001

Tipo de rebanho	Itutinga	Nazareno
Bovino	13700	19466
Suíno	1520	2114
Eqüino	660	601
Asinino	6	6
Muar	80	39
Bubalino	5	2
Coelhos	0	38
Ovino	25	58
Galinhas	5300	4941
Pintos, Galos e Frangas	8300	3705
Codornas	0	79
Caprino	30	5

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 17- UHE Itutinga: Quantidade produzida – Ano 2001

Fonte: home page do IBGE, 2004

Produtos de origem animal	Itutinga	Nazareno
Leite (mil litros)	8700	10577
Lã (quilograma)	0	18
Ovos de Galinha (mil dúzias)	78	36
Ovos de Codorna (mil dúzias)	0	1
Mel de Abelha (quilograma)	300	320

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 18- UHE Itutinga: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001

Produtos de origem animal	Itutinga	Nazareno
Leite	2803,27	3408,06
Lã	0,00	35,15
Ovos de Galinha	67,24	31,03
Ovos de Codorna	0,00	0,46
Mel	1.290,75	1.376,80

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 19– UHE Itutinga: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Itutinga	Nazareno
Carvão vegetal (tonelada)	0	276
Lenha (m ³)	450	25584
Madeira em tora (m ³)	3800	0
Madeira em tora para outras finalidades (m ³)	3800	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 20– UHE Itutinga: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Itutinga	Nazareno
Carvão vegetal (tonelada)	0	83
Lenha (m ³)	7	384
Madeira em tora (m ³)	19	0
Madeira em tora para outras finalidades (m ³)	19	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 21 – UHE Itutinga: Valor da produção – Ano 1996

Tipo de produto da silvicultura	Itutinga	Nazareno
Carvão vegetal	0	16400
Estacas	0	25
Lenha	1500	160000
Madeira em toras	60000	0
Moirões	0	240

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 22 - UHE Itutinga: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura temporária	Itutinga	Nazareno
Arroz (em casca) (tonelada)	620	100
Batata - inglesa (tonelada)	0	1029
Cana-de-açúcar (tonelada)	2100	1757
Feijão (em grão) (tonelada)	348	293
Mandioca (tonelada)	540	112
Milho (em grão) (tonelada)	5600	6480
Tomate (tonelada)	0	45

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 23– UHE Itutinga: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura temporária	Itutinga	Nazareno
Arroz (em casca) (tonelada)	217	30
Batata - inglesa (tonelada)	0	309
Cana-de-açúcar (tonelada)	29	35
Feijão (em grão) (tonelada)	278	117
Mandioca (tonelada)	184	20
Milho (em grão) (tonelada)	1064	1296
Tomate (tonelada)	0	9

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 24 - UHE Itutinga: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura permanente	Itutinga	Nazareno
Abacate (mil frutos)	0	22
Banana (mil cachos)	100	276
Café (em côco) (tonelada)	360	300
Goiaba (mil frutos)	0	240
Laranja (mil frutos)	229	304
Mamão (mil frutos)	0	15
Maracujá (mil frutos)	120	0
Tangerina (mil frutos)	60	0
Uva (tonelada)	0	2

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 25 - UHE Itutinga: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura permanente	Itutinga	Nazareno
Abacate (mil frutos)	0	11
Banana (mil cachos)	30	166
Café (em côco) (tonelada)	360	270
Goiaba (mil frutos)	0	48
Laranja (mil frutos)	57	73
Mamão (mil frutos)	0	3
Maracujá (mil frutos)	48	0
Tangerina (mil frutos)	14	0
Uva (tonelada)	0	1

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 26 - UHE Itutinga: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da extração vegetal	Itutinga	Nazareno
Lenha	20247	35959

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 27 - UHE Itutinga: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da horticultura	Itutinga	Nazareno
Abobrinha verde	241,4	9030
Alface	2303,25	1770,59
Alho porro	578	0
Almeirão	72,3	11
Bertalha	160	0
Beterraba	214,6	102320
Cebolinha (folha)	691,4	10
Cenoura	340,45	95431,5
Chicória	131	0
Chuchu	742,1	485
Couve	2636,85	962,5
Couve-flor	188,5	170
Jiló	81,5	0
Outros produtos	5	0
Pepino	20,8	25
Pimenta	4	0
Pimentão	68,9	6
Quiabo	648,5	1229
Rabanete	32	0
Repolho	1974,3	10260
Salsa	2	0
Vagem (feijão vagem)	6013	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 28 - UHE Itutinga: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996

Valor das cabeças abatidas	Itutinga	Nazareno
Bovinos	6900	19730
Suínos	25115	22240
Aves	18720	2649

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 29- UHE Salto Grande: Quantidade produzida – Ano 2001

Produtos de origem animal	Braúnas	Dores de Guanhões	Guanhões
Leite (mil litros)	3094	3720	11148
Ovos de Galinha (mil dúzias)	72	10	46
Mel de Abelha (quilograma)	1750	2118	4400

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 30 – UHE Salto Grande. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001

Tipo de rebanho	Braúnas	Dores de Guanhões	Guanhões
Bovino	12290	10338	29863
Suíno	1300	944	4375
Eqüino	470	497	1080
Asinino	15	12	30
Muar	320	291	325
Bubalino	2	33	220
Ovino	8	31	75
Galinhas	12180	213	16200
Pintos, Galos e Frangas	10190	9282	25950
Codornas	160	0	0
Caprino	12	5	180

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 31- UHE Salto Grande: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001

Produtos de origem animal	Braúnas	Dores de Guanhões	Guanhões
Leite	996,93	1198,64	3592,05
Ovos de Galinha	62,07	8,62	39,65
Mel de Abelha	7529,36	9112,68	18930,97

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 32 – UHE Salto Grande: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Braúnas	Dores de Guanhões	Guanhões
Carvão vegetal (tonelada)	ND	968	0
Madeira em tora (m ³)	ND	3006	45
Madeira em tora para papel e celulose (m ³)	ND	0	45
Madeira em tora para outras finalidades (m ³)	ND	3006	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

ND = Não Disponível

TABELA A- 33 – UHE Salto Grande: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Braúnas	Dores de Guanhões	Guanhões
Carvão vegetal (tonelada)	ND	155	0
Madeira em tora (m ³)	ND	15	0
Madeira em tora para outras finalidades (m ³)	ND	15	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

ND = Não Disponível

TABELA A- 34 – UHE Salto Grande: Valor da produção – Ano 1996

Valor da produção	Braúnas	Dores de Guanhões	Guanhões
Carvão vegetal	ND	44040	480682,5
Lenha	ND	0	1760
Madeira para papel	ND	0	2519,41
Sementes (vendidas para plantio)	ND	4500	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

ND = Não Disponível

TABELA A- 35 – UHE Salto Grande: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura temporária	Braúnas	Dores de Guanhões	Guanhões
Abacaxi (mil frutos)	0	6	0
Amendoim (em casca) (tonelada)	0	1	3
Arroz (em casca) (tonelada)	62	17	17
Cana-de-açúcar (tonelada)	1908	5565	12500
Feijão (em grão) (tonelada)	115	282	276
Mandioca (tonelada)	0	130	180
Milho (em grão) (tonelada)	1011	1905	2000
Tomate (tonelada)	0	0	40

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 36– UHE Salto Grande: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura temporária	Braúnas	Dores de Guanhões	Guanhões
Abacaxi (mil frutos)	0	4	0
Amendoim (em casca) (tonelada)	0	1	4
Arroz (em casca) (tonelada)	12	6	4
Batata – inglesa (tonelada)	0	0	18
Cana-de-açúcar (tonelada)	42	99	313
Feijão (em grão) (tonelada)	90	240	208
Mandioca (tonelada)	0	58	52
Milho (em grão) (tonelada)	172	305	406
Tomate (tonelada)	0	0	18

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 37 – UHE Salto Grande: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura permanente	Braúnas	Dores de Guanhões	Guanhões
Banana (mil cachos)	250	4995	1320
Café (em côco) (tonelada)	45	9	96
Laranja (mil frutos)	129	119	142
Tangerina (mil frutos)	0	0	17

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 38 – UHE Salto Grande: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura permanente	Braúnas	Dores de Guanhões	Guanhões
Banana (mil cachos)	63	1576	330
Café (em côco) (tonelada)	90	11	108
Laranja (mil frutos)	23	30	45
Tangerina (mil frutos)	0	0	5

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 39 – UHE Salto Grande: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da extração vegetal	Braúnas	Dores de Guanhões	Guanhões
Carvão vegetal	1280	13665	236280
Lenha	38400	85412,35	13154

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 40 – UHE Salto Grande: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da horticultura	Braúnas	Dores de Guanhães	Guanhães
Abobrinha verde	488,3	10	371,5
Açafrão	0	100	50
Agrião	488	230	138
Alface	4574,15	2657,8	15587,8
Alho porro	5937,5	4378,5	12723,7
Almeirão	314,5	0	466
Batata-baroa (mandioquinha)	0	0	800
Bertalha	0	0	14
Beterraba	396,3	216	633,9
Brócolis	0	0	56
Bucha (esponja vegetal)	0	3	0
Cebolinha (folha)	1411,9	35,2	109,3
Cenoura	768,75	1504,7	4277,77
Cheiro verde	0	0	10,5
Chicória	0	0	60
Chuchu	2776,66	1904,75	5167,3
Coentro	0	0	2
Cogumelos comestíveis	0	0	15
Couve	3800,2	4757,8	8240,83
Couve-flor	43	165,2	771,1
Espinafre	0	0	41
Hortelã	1,5	0	2
Jiló	49,9	0	18,5
Maxixe	4	0	0
Mostarda	24,5	0	221
Outros produtos	0	0	111,76
Pepino	75,9	130,2	139,8
Pimenta	0	16,8	20
Pimentão	184,2	304,85	349,1
Quiabo	3620,6	2387,8	11490
Rabanete	0	0	10
Repolho	2172,3	4879,5	6701,2
Salsa	25	0	40,6
Sementes (vendidas para plantio)	0	6	0
Taioba	79,5	20	76
Vagem (feijão vagem)	0	0	4

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 41 – UHE Salto Grande: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996

Valor das cabeças abatidas	Braúnas	Dores de Guanhães	Guanhães
Bovinos	7040	9499	8767
Suínos	53277	11730	131843
Aves	29029	6744	124752

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 42 – UHE Camargos. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001

Tipo de rebanho	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Bovino	19500	13700	10529	19466	39776
Suíno	1800	1520	2102	2114	3814
Eqüino	1100	660	1144	601	1328
Asinino	11	6	4	6	11
Muar	120	80	31	39	170
Bubalino	0	5	0	2	0
Coelhos	0	0	0	38	328
Ovino	95	25	14	58	52
Galinhas	4250	5300	4036	4941	17109
Pintos, Galos e Frangas	5450	8300	2187	3705	61412
Codornas	0	0	0	79	2373
Caprino	0	30	9	5	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 43- UHE Camargos: Quantidade produzida – Ano 2001

Produtos de origem animal	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Leite (mil litros)	11200	8700	6800	10577	25435
Lã (quilograma)	0	0	0	18	26
Ovos de Galinha (mil dúzias)	48	78	22	36	198
Ovos de Codorna (mil dúzias)	0	0	0	1	15
Mel de Abelha (quilograma)	750	300	130	320	5620

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 44- UHE Camargos: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001

Produtos de origem animal	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Leite (mil litros)	3608,80	2803,26	2191,06	3408,06	8195,53
Lã (quilograma)	0	0	0	35,14	50,76
Ovos de Galinha (mil dúzias)	41,37	67,24	18,96	31,03	170,68
Ovos de Codorna (mil dúzias)	0	0	0	0,45	6,82
Mel de Abelha (quilograma)	3226,87	1290,74	559,32	1376,79	24180,02

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 45 – UHE Camargos: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Carvão vegetal (tonelada)	0	0	0	276	194
Lenha (metro cúbico)	800	450	9590	25584	3712
Madeira em tora (metro cúbico)	500	3800	25	0	8395
Madeira em tora para outras finalidades (metro cúbico)	500	3800	25	0	8395

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 46 – UHE Camargos: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Carvão vegetal (tonelada)	0	0	0	83	58
Lenha (metro cúbico)	12	7	144	384	56
Madeira em tora (metro cúbico)	3	19	0	0	42
Madeira em tora para outras finalidades (metro cúbico)	3	19	0	0	42

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 47 – UHE Camargos: Valor da produção – Ano 1996

Valor da produção	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Carvão vegetal	ND	0	0	16400	1014,86
Estacas	ND	0	0	25	0
Lenha	ND	1500	40065	160000	7886
Madeira em toras	ND	60000	300	0	43713,75
Moirões	ND	0	0	240	482,26
Vigas	ND	0	0	0	15

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

ND = Não Disponível

TABELA A- 48 – UHE Camargos: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura temporária	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Arroz (em casca) (tonelada)	357	620	110	100	546
Batata – doce (tonelada)	0	0	0	0	7
Batata – inglesa (tonelada)	0	0	1340	1029	2164
Cana-de-açúcar (tonelada)	2400	2100	1170	1757	1182
Feijão (em grão) (tonelada)	267	348	320	293	695
Mandioca (tonelada)	340	540	169	112	980
Milho (em grão) (tonelada)	2560	5600	1460	6480	10800
Tomate (tonelada)	0	0	0	45	182

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 49– UHE Camargos: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura temporária	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Arroz (em casca) (tonelada)	125	217	26	30	164
Batata – doce (tonelada)	0	0	0	0	1
Batata – inglesa (tonelada)	0	0	442	309	649
Cana-de-açúcar (tonelada)	34	29	28	35	24
Feijão (em grão) (tonelada)	214	278	173	117	278
Mandioca (tonelada)	112	184	39	20	176
Milho (em grão) (tonelada)	486	1064	292	1296	2160
Tomate (tonelada)	0	0	0	9	36

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 50 – UHE Camargos: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura permanente	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Abacate (mil frutos)	0	0	0	22	135
Banana (mil cachos)	20	100	240	276	1013
Café (em côco) (tonelada)	108	360	13	300	81
Goiaba (mil frutos)	1	0	0	240	15
Laranja (mil frutos)	210	229	205	304	1190
Maçã (mil frutos)	0	0	0	0	19
Mamão (mil frutos)	0	0	0	15	30
Manga (mil frutos)	0	0	2	0	30
Maracujá (mil frutos)	0	120	0	0	0
Pêssego (mil frutos)	0	0	0	0	64
Tangerina (mil frutos)	67	60	4	0	252
Uva (tonelada)	0	0	0	2	2

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 51 – UHE Camargos: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura permanente	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Abacate (mil frutos)	0	0	0	11	68
Banana (mil cachos)	5	30	144	166	608
Café (em côco) (tonelada)	108	360	14	270	73
Goiaba (mil frutos)	0	0	0	48	3
Laranja (mil frutos)	53	57	49	73	286
Maçã (mil frutos)	0	0	0	0	8
Mamão (mil frutos)	0	0	0	3	6
Manga (mil frutos)	0	0	1	0	15
Maracujá (mil frutos)	0	48	0	0	0
Pêssego (mil frutos)	0	0	0	0	32
Tangerina (mil frutos)	17	14	1	0	63
Uva (tonelada)	0	0	0	1	1

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 52 – UHE Camargos: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da extração vegetal	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Lenha	12897	20247	6555	35959	516373,9
Madeira em toras	0	0	0	0	800
Moirões de madeira	0	0	0	0	840
Outros produtos	0	0	0	0	4

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 53 – UHE Camargos: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da horticultura	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Abobrinha verde	0	241,4	520	9030	4318,1
Acelga	0	0	0	0	63
Agrião	0	0	0	0	660,8
Alface	770,5	2303,25	14757,1	1770,59	512558,5
Alho porro	0	578	0	0	514
Almeirão	0	72,3	26,5	11	314,5
Azedinha	0	0	0	0	8
Batata-baroa (mandioquinha)	0	0	18	0	13985,6
Berinjela	0	0	6	0	40
Bertalha	0	160	0	0	0
Beterraba	1233,5	214,6	1587,3	102320	275150,1
Brócolis	0	0	4,2	0	548,2
Cebolinha (folha)	27,5	691,4	139,2	10	9497,96
Cenoura	1886	340,45	23845,75	95431,5	342690,2
Cheiro verde	0	0	0	0	81
Chicória	15	131	7,5	0	643,1
Chuchu	823	742,1	3733,6	485	12803,85
Coentro	0	0	0	0	3
Couve	562,5	2636,85	1532,5	962,5	38618,75
Couve-flor	64,5	188,5	231,2	170	77792,9
Ervilha (vagem)	0	0	1338	0	173
Espinafre	0	0	1,2	0	742,2
Hortelã	0	0	0	0	4
Jiló	10	81,5	433,9	0	2145
Mostarda	0	0	3	0	555,1
Nabo	0	0	0	0	507,8
Outros produtos	32	5	0	0	112,8
Pepino	135	20,8	61,55	25	470,5
Pimenta	0	4	0	0	49
Pimentão	108	68,9	7599,6	6	54108,7
Quiabo	122	648,5	940,25	1229	8060,4
Rabanete	0	32	0	0	320
Repolho	1336	1974,3	7135,1	10260	334492,4
Rúcula	0	0	0	0	18,25
Salsa	0	2	0,5	0	165
Taioba	0	0	0	0	715
Vagem (feijão vagem)	0	6013	0	0	2645

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 54 – UHE Camargos: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996

Valor das cabeças abatidas	Carrancas	Itutinga	Madre de Deus de Minas	Nazareno	São João del Rei
Bovinos	14855	6900	3130	19730	120087
Suínos	25876	25115	20572	22240	89113
Aves	7574	18720	6727	2649	43218

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 55 – UHE Emborcação. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001

Tipo de rebanho	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Bovino	44358	133713	23470	16320	44352	10418	48246
Suíno	4701	24881	170	1347	1309	460	16865
Eqüino	1827	3361	362	485	1185	290	1697
Asinino	7	30	6	4	10	4	5
Muar	53	109	32	15	88	3	57
Bubalino	23	21	2	17	0	16	2
Ovino	29	118	0	8	42	46	95
Galinhas	18320	72459	18834	4038	18520	2545	51015
Pintos, Galos e Frangas	23390	220633	81475	5062	95528	3395	952000
Caprino	17	17	0	43	16	37	34

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 56- UHE Emborcação: Quantidade produzida – Ano 2001

Produtos de origem animal	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Leite (mil litros)	15211	15210	2870	3881	6835	1473	21513
Lã (quilograma)	0	0	0	0	38	0	58
Ovos de Galinha (mil dúzias)	145	362	94	38	97	14	185
Mel de Abelha (quilograma)	110	4500	1000	120	370	0	1390

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 57- UHE Emborcação: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001

Produtos de origem animal	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Leite (mil litros)	4901,21	4900,89	924,76	1250,52	2202,34	474,62	6931,80
Lã (quilograma)	0,00	0,00	0,00	0,00	74,20	0,00	113,25
Ovos de Galinha (mil dúzias)	125,00	312,06	81,03	32,76	83,62	12,07	159,48
Mel de Abelha (quilograma)	473,27	19361,22	4302,49	516,30	1591,92	0,00	5980,47

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 58 – UHE Emborcação: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Lenha (m ³)	600	15406	0	80	1283	50	0
Madeira em tora (m ³)	80	1825	0	8	71839	2	0
Madeira em tora para outras finalidades (m ³)	80	1825	0	8	71839	2	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 59 – UHE Emborcação: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Lenha	5	231	0	1	19	0	0
Madeira em tora	0	9	0	0	359	0	0
Madeira em tora para outras finalidades	0	9	0	0	359	0	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 60 – UHE Emborcação: Valor da produção – Ano 1996

Valor da produção	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Carvão vegetal	0	0	ND	0	197680	0	0
Estacas	0	0	ND	900	0	0	0
Lenha	990	14220	ND	1272	3201118	400	91,25
Madeira em toras	0	0	ND	0	273839,9	0	4756
Moirões	0	0	ND	200	0	0	120
Outros produtos	0	0	ND	120	63410	0	0
Postes	0	0	ND	0	240	0	0
Mudas de eucalipto	0	0	ND	0	0	0	4000
Mudas de outras espécies	0	0	ND	0	0	0	750

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

ND = Não Disponível

TABELA A- 61 – UHE Emborcação: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura temporária	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Algodão herbáceo (em caroço) (tonelada)	0	0	0	0	0	0	840
Alho (tonelada)	0	0	0	0	995	0	198
Arroz (em casca) (tonelada)	247	60	0	12	36	0	120
Feijão (em grão) (tonelada)	50	120	0	3	847	0	1440
Mandioca (tonelada)	241	2400	135	62	600	82	1800
Melancia (mil frutos)	66	0	0	30	0	0	0
Milho (em grão) (tonelada)	7000	46883	3500	1620	14560	1839	26000
Soja (em grão) (tonelada)	1152	30895	2106	0	5760	0	12000
Sorgo granífero (em grão) (tonelada)	10	0	0	0	0	0	0
Tomate (tonelada)	0	63975	950	0	750	0	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 62– UHE Emborcação: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura temporária	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Algodão herbáceo (em caroço) (tonelada)	0	0	0	0	0	0	454
Alho (tonelada)	0	0	0	0	2488	0	495
Arroz (em casca) (tonelada)	66	19	0	3	9	0	30
Feijão (em grão-tonelada)	45	107	0	3	674	0	1146
Mandioca (tonelada)	79	960	54	20	90	8	270
Melancia (mil frutos)	8	0	0	4	0	0	0
Milho (em grão-tonelada)	1036	6564	490	240	1820	272	3250
Soja (em grão) (tonelada)	384	9269	632	0	1843	0	3840
Sorgo granífero (em grão) (tonelada)	1	0	0	0	0	0	0
Tomate (tonelada)	0	37425	556	0	240	0	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 63 – UHE Emborcação: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura permanente	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Abacate (mil frutos)	0	180	28	0	0	0	0
Banana (mil cachos)	120	1560	60	30	162	50	378
Borracha (látex coagulado) (tonelada)	24	240	0	0	10	0	120
Café (em côco) (tonelada)	154	45000	2490	154	5600	53	42000
Laranja (mil frutos)	314	2400	60	64	232	40	290
Limão (mil frutos)	0	90	14	0	0	0	0
Maracujá (mil frutos)	250	3840	21	13	308	12	720
Palmito (tonelada)	0	600	0	0	0	0	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 64 – UHE Emborcação: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura permanente	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Abacate (mil frutos)	0	54	8	0	0	0	0
Banana (mil cachos)	48	624	24	7	49	7	113
Borracha (látex coagulado) (tonelada)	22	174	0	0	8	0	98
Café (em côco) (tonelada)	129	41247	2282	129	4620	44	34650
Laranja (mil frutos)	111	1002	25	17	70	12	87
Limão (mil frutos)	0	27	4	0	0	0	0
Maracujá (mil frutos)	80	1229	7	4	99	4	230
Palmito (tonelada)	0	720	0	0	0	0	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 65 - UHE Emborcação: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da horticultura	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Abobrinha verde	3472	123019	24	7,5	680	152	7018,5
Açafrão	60	800	0	1,05	1,2	0	15
Acelga	0	0	0	0	0	0	50
Agrião	0	12,8	0	0	0	0	8,7
Alface	7623,95	16996	2314	219	12244	1123	42529,4
Alho porro	479	69,4	46	9,5	157	68	110,5
Almeirão	146,3	510	9	48	259,1	4,5	286,6
Batata-baroa (mandioquinha)	72	0	0	0	0	0	0
Berinjela	0	11430	0	0	0	0	47
Beterraba	179,7	617069	44,5	2,4	63951,6	855,6	2484,9
Brócolis	0	540	0	0	150	0	418
Bucha (esponja vegetal)	20	0	0	0	0	0	0
Cebolinha (folha)	22,5	1012	0	7	304,3	30	625,78
Cenoura	4350,13	473132	248,2	70,5	49440,2	815	3626,9
Cheiro verde	0	1000	0	0	0	0	25
Chicória	0	0	6	0	0	0	0
Chuchu	2594,95	58068	746,6	63	2338,05	416	2308,85
Coentro	0	0	6	0	1,5	0	0
Couve	1566,35	11717,4	457,3	37	5040,3	598,5	10384
Couve-flor	148,5	12938,3	1542	0	1001,25	245	156
Espinafre	0	7	0	0	0	0	95,66
Hortelã	35	0	0	0	0	0	0
Jiló	292,45	61540,4	3229,32	25	2038,75	0	1017,7
Mostarda	0	0	0	0	50	24	115,2
Nabo	0	0	0	0	0	0	7,5
Outros produtos	0	1000	0	0	0	0	0
Pepino	2411,91	221753	47462,5	283,2	934,45	1602,2	5823
Pimenta	44	0	57,35	0	31739	1660	271,73
Pimentão	498,44	327712,4	12882,6	10	2198,8	509	332,4
Quiabo	4444,95	188750,2	26046,1	138,7	3198,3	1696,5	7535,1
Rabanete	0	650	0	1,5	32,5	16	150
Repolho	3198,3	13333	135	110,5	6794,35	1603,2	11545,27
Rúcula	0	2500	5	0	30	0	0
Salsa	37	1380	3,6	4	732,5	47,3	299,5
Taioba	16	0	0	0	0	0	0
Vagem (feijão vagem)	0	662399	46248	0	7183	0	3150

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 66 - UHE Emborcação: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996

Valor das cabeças abatidas	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Bovinos	19797	554723	11730	8605	41912	7372	66265
Suínos	121885	116968	26100	27108	31533	16102	82592
Aves	101182	69939	46177	35397	46595	14225	319595

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 67 - UHE Emborcação: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da extração vegetal	Abadia dos Dourados	Araguari	Cascalho Rico	Douradoquara	Estrela do Sul	Grupiara	Monte Carmelo
Babaçu (amêndoa)	10,5	0	0	9	0	0	0
Bacuri	0	0	0	0	0	0	767,2
Bambú (taquara)	0	0	0	90	0	0	0
Carvão vegetal	56800	0	0	460	45	42183	34200
Estacas de madeira	6788	0	0	1000	0	0	4801,9
Lenha	75453,2	20753,5	12798,8	27486,72	13026	10328	64888,6
Madeira em toras	3164	0	8415	940	147	1600	7938,68
Moirões de madeira	0	0	0	0	250	0	3771
Açaí (palmito ou guariroba)	0	0	0	240	148	392	0
Postes de madeira	150	200	0	0	15141	0	1300
Vigas	0	0	0	0	0	0	240

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 68 – UHE Piau. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001

Tipo de rebanho	Santos Dumont
Bovino	19333
Suíno	2431
Eqüino	592
Asinino	18
Muar	239
Galinhas	5216
Pintos, Galos e Frangas	3940
Caprino	29

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 69- UHE Piau: Quantidade produzida – Ano 2001

Produtos de origem animal	Santos Dumont
Leite (mil litros)	8230
Ovos de Galinha (mil dúzias)	95

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 70- UHE Piau: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001

Produtos de origem animal	Santos Dumont
Leite (mil litros)	2651,83
Ovos de Galinha (mil dúzias)	81,90

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 71 – UHE Piau: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Santos Dumont
Carvão vegetal (tonelada)	4051
Lenha (metro cúbico)	24620

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 72 – UHE Piau: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Santos Dumont
Carvão vegetal	689
Lenha	369

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 73 – UHE Piau: Valor da produção – Ano 1996

Valor da produção	Santos Dumont
Carvão vegetal	121825
Lenha	1000
Madeira em toras	105
Madeira para papel	2000
Moirões	500
Mudas de eucalipto	196000

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 74 – UHE Piau: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura temporária	Santos Dumont
Arroz (em casca) (tonelada)	8
Cana-de-açúcar (tonelada)	258
Feijão (em grão) (tonelada)	206
Mandioca (tonelada)	126
Milho (em grão) (tonelada)	1456

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 75– UHE Piau: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura temporária	Santos Dumont
Arroz (em casca) (tonelada)	3
Cana-de-açúcar (tonelada)	6
Feijão (em grão) (tonelada)	202
Mandioca (tonelada)	34
Milho (em grão) (tonelada)	233

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 76 – UHE Piau: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura permanente	Santos Dumont
Banana (mil cachos)	572
Café (em côco) (tonelada)	10
Pêssego (mil frutos)	759

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 77 – UHE Piau: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura permanente	Santos Dumont
Banana (mil cachos)	212
Café (em côco) (tonelada)	8
Pêssego (mil frutos)	531

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 78 - UHE Piau: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da horticultura	Santos Dumont
Abobrinha verde	4
Agrião	1151,69
Alface	19147,4
Alho porro	80
Almeirão	5164,68
Beterraba	1685,52
Cebolinha (folha)	17889,97
Cenoura	3294,2
Chuchu	2537,85
Couve	29164,4
Couve-flor	3010
Ervilha (vagem)	164,8
Espinafre	74,5
Jiló	462,65
Mostarda	1766,4
Pepino	297,6
Pimentão	312,97
Quiabo	1017,74
Rabanete	120
Repolho	1080
Salsa	158,02
Taioba	672,5
Vagem (feijão vagem)	64

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 79 - UHE Piau: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996

Valor das cabeças abatidas	Santos Dumont
Bovinos	51444
Suínos	16321
Aves	7775

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 80 - UHE Piau: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da extração vegetal	Santos Dumont
Lenha	13476
Madeira em toras	30

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 81- UHE Três Marias: Quantidade produzida – Ano 2001

Produtos de origem animal	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Leite (mil litros)	37635	9553	20834	9391	12026	48930	5893	13170
Lã (quilograma)	0	0	0	0	0	0	13	0
Ovos de Galinha (mil dúzias)	163	40	106	46	75	192	66	87
Mel de Abelha (quilograma)	9750	0	920	0	1840	740	52	2000

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 82- UHE Três Marias: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001

Produtos de origem animal	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Leite (mil litros)	12126,55	3078,11	6713,02	3025,91	3874,95	15765,97	1898,81	4243,56
Lã (quilograma)	0	0	0	0	0	0	25,38	0
Ovos de Galinha (mil dúzias)	140,51	34,48	91,37	39,65	64,65	165,51	56,89	74,99
Mel de Abelha (quilograma)	41949,3	0	3958,29	0	7916,58	3183,84	223,72	8604,98

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 83 – UHE Três Marias. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001

Tipo de rebanho	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Bovino	78910	16930	59447	53820	28945	93280	33634	34838
Suíno	8235	3365	3100	3117	2303	2813	2590	1180
Eqüino	3110	915	1900	1542	1289	2646	1510	1400
Asinino	25	0	20	4	8	7	25	14
Muar	91	10	45	14	75	132	142	60
Bubalino	37	0	0	31	0	9	0	0
Ovino	42	11	50	32	6	216	42	30
Galinhas	40638	12085	14100	8827	14102	38318	7323	12100
Pintos, Galos e Frangas	58873	13885	19000	10347	12090	22507	9532	13500
Caprino	150	60	40	82	48	30	36	40

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 84 – UHE Três Marias: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Carvão vegetal (tonelada)	30251	ND	9138	447	11728	18763	7024	52713
Lenha (m ³)	0	ND	40	0	0	0	70	0
Madeira em tora (m ³)	3770	ND	0	0	0	0	50	0
Madeira em tora para outras finalidades (m ³)	3770	ND	0	0	0	0	50	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

ND = Não Disponível

TABELA A- 85 – UHE Três Marias: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Carvão vegetal	3933	ND	1188	58	1525	2439	913	6853
Lenha	0	ND	0	0	0	0	1	0
Madeira em tora	19	ND	0	0	0	0	0	0
Madeira em tora para outras finalidades	19	ND	0	0	0	0	0	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

ND = Não Disponível

TABELA A- 86 – UHE Três Marias: Valor da produção – Ano 1996

Valor da produção	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Carvão vegetal	5047132	ND	771375	0	2000	2062180	776250	1458515
Estacas	0	ND	0	0	0	1200	0	0
Lenha	1068600	ND	300072,5	0	0	1692	160	1476848
Madeira em toras	0	ND	0	0	0	766,66	0	0
Moirões	0	ND	0	0	0	32	0	0
Palanque ou Palanca	0	ND	0	0	0	800	0	0
Sementes (vendidas para plantio)	0	ND	0	1050	0	0	0	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

ND = Não Disponível

TABELA A- 87 – UHE Três Marias: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura temporária	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Abacaxi (mil frutos)	96	0	60	0	0	240	240	50
Arroz (em casca) (t)	55	80	0	0	72	0	154	9
Cana-de-açúcar (t)	15000	3600	8000	2360	4800	650920	0	2000
Feijão (em grão) (t)	66	4	36	904	6	39	825	51
Mamona (baga) (t)	0	0	0	2	0	0	0	0
Mandioca (t)	3290	910	0	560	910	2170	1800	630
Melancia (mil frutos)	0	0	0	3356	0	0	0	0
Milho (em grão) (t)	6000	2760	1500	5208	3080	3900	9870	5041
Soja (em grão) (t)	0	0	0	0	0	0	7700	0
Tomate (t)	96	0	0	0	0	128	17040	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 88– UHE Três Marias: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura temporária	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Abacaxi (mil frutos)	84	0	36	0	0	209	121	30
Arroz (em casca) (t)	21	31	0	0	27	0	34	3
Cana-de-açúcar (t)	210	50	240	33	67	13018	0	54
Feijão (em grão) (t)	61	4	22	832	5	36	813	31
Fumo (em folha) (t)	0	0	0	0	32	0	0	0
Mamona (baga) (t)	0	0	0	1	0	0	0	0
Mandioca (t)	1375	369	0	228	375	901	288	158
Melancia (mil frutos)	0	0	0	436	0	0	0	0
Milho (em grão) (t)	1500	690	225	1302	770	975	1570	756
Soja (em grão) (t)	0	0	0	0	0	0	2224	0
Tomate (t)	59	0	0	0	0	80	2556	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 89 – UHE Três Marias: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura permanente	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Abacate (mil frutos)	0	0	0	0	0	24	0	0
Banana (mil cachos)	450	42	135	36	48	252	120	0
Café (em côco) (t)	0	0	0	0	0	0	228	0
Côco-da-baía (mil frutos)	0	0	30	0	0	0	0	0
Goiaba (mil frutos)	0	0	0	0	0	34	0	0
Laranja (mil frutos)	720	84	10	120	78	900	99	0
Limão (mil frutos)	0	0	0	0	0	8	0	28
Mamão (mil frutos)	0	0	0	0	0	24	14	0
Manga (mil frutos)	1159	0	0	380	0	575	54	0
Maracujá (mil frutos)	650	0	75	0	0	0	216	1175
Tangerina (mil frutos)	55	0	60	3	0	21	15	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 90 – UHE Três Marias: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura permanente	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Abacate (mil frutos)	0	0	0	0	0	14	0	0
Banana (mil cachos)	261	24	68	21	28	146	47	0
Café (em côco) (t)	0	0	0	0	0	0	206	0
Côco-da-baía (mil frutos)	0	0	18	0	0	0	0	0
Goiaba (mil frutos)	0	0	0	0	0	10	0	0
Laranja (mil frutos)	432	50	2	72	47	540	16	0
Limão (mil frutos)	0	0	0	0	0	4	0	7
Mamão (mil frutos)	0	0	0	0	0	7	10	0
Manga (mil frutos)	278	0	0	91	0	92	14	0
Maracujá (mil frutos)	143	0	26	0	0	0	60	141
Tangerina (mil frutos)	33	0	16	2	0	13	5	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 91 - UHE Três Marias: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da horticultura	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Abobrinha verde	26887,8	21	9,75	20	554	2118	1005	3
Açafrão	60	0	0	510	0	0	0	0
Agrião	34,5	0	3167	0	0	238	17,5	0
Aipo (salsão)	0	0	0	44,8	0	0	0	0
Alface	7656,2	37	7269,59	1510,15	1043	9141,92	560,09	13153
Alho porro	571	128	498,5	39,48	8	803,5	0	0
Almeirão	93,5	0	0	0	0	0	10	0
Batata-baroa (mandioquinha)	0	0	0	0	0	20	0	0
Berinjela	680	0	0	22,5	180	20	0	0
Bertalha	4	0	0	0	0	0	0	0
Beterraba	437,25	7,5	65	15,8	60	5075,9	360,5	1089,8
Brócolis	24	0	0	0	0	304	22	0
Bucha (esponja vegetal)	0	0	231,35	0	0	0	0	0
Caruru	15	0	0	0	0	2	0	0
Cebolinha (folha)	582	0	3980,8	33	9,5	212,4	9,5	0
Cenoura	1773,83	27,5	400,15	370,5	343	3585,95	621,5	2974,4
Chuchu	375,4	0	25,25	74,2	40	1437,6	186	10161
Couve	3136,8	18	2109,78	344,4	58	8433,45	280,47	7493
Couve-flor	232,5	0	98	0	0	1368,2	92,5	1100
Ervilha (vagem)	7,5	0	0	0	0	30	0	0
Espinafre	75	0	0	0	0	24	10	0
Jiló	2312	25	0,65	8	40	125,6	180	300
Maxixe	0	0	0	0	0	0	0	1000
Mostarda	13,5	0	37	0	40	135,7	0	0
Nabo	48	0	0	0	0	1200	0	0
Outros produtos	25,8	0	0	0	85	0	0	0
Pepino	13903,2	15	1625	75,8	67,5	486,2	1628	307
Pimenta	819	0	3300	0	210	45,82	10	0
Pimentão	15336,85	0	946	92,4	74	2583,8	927	579
Quiabo	67462,5	60	11663,85	627,3	1496	9197,4	1038	17894,6
Rabanete	0	0	0	0	0	0	5	0
Repolho	1888,5	40	1055,55	407,4	245	3444,2	440,5	30203
Salsa	324,25	0	0	0	0	14	0	500
Vagem (feijão vagem)	686	0	0	4,5	32,5	240	10	1000

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 92 – UHE Três Marias: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996

Tipo de rebanho	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Bovinos	143099	20877	100579	32834	11496	23442	42624	11690
Suínos	121246	56612	79696	37432	52464	78936	100721	15590
Aves	116244	48804	103273	40625	60582	91749	63444	30326

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 93 – UHE Três Marias: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da extração vegetal	Abaeté	Biquinhas	Felixlândia	Morada Nova de Minas	Paineiras	Pompéu	São Gonçalo do Abaeté	Três Marias
Carvão vegetal	735772	131910,55	573981,9	499152	741799,8	1057175	58610,8	132205
Dormentes	0	0	0	0	0	1600	0	0
Estacas de madeira	1392	0	0	0	0	0	0	0
Lenha	130923	9772	31571,16	36221	20735,8	18467,26	15799	291
Licuri (folha)	0	0	0	230,4	0	0	0	0
Macauba (semente)	0	0	0	0	100	0	0	0
Madeira em toras	0	4295	0	3782,8	0	400	4200	0
Açaí (palmito ou guariroba)	0	0	0	0	90	0	0	0
Postes de madeira	0	0	0	0	0	5	0	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 94 – UHE Nova Ponte. Efetivo dos rebanhos (cabeças) – Ano 2001

Tipo de rebanho	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Bovino	16567	28625	103313	13547	95596	134110	25821	47797
Suíno	1066	3632	47430	5202	6125	4005	18358	12350
Eqüino	675	682	4750	620	1955	3490	680	1780
Asinino	2	4	16	4	4	15	1	4
Muar	22	10	235	10	56	100	2	62
Bubalino	52	6	35	0	12	0	0	10
Ovino	12	21	350	60	4629	228	75	15
Galinhas	9853	10792	59000	4050	20560	15600	10800	8100
Pintos, Galos e Frangas	9150	740000	54500	489499	498200	90570	300200	26000
Codornas	0	0	200	0	0	0	0	0
Caprino	0	24	155	0	86	95	60	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 95- UHE Nova Ponte: Quantidade produzida – Ano 2001

Produtos de origem animal	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Leite (mil litros)	8876	10497	72534	5934	62588	43188	14088	24149
Lã (quilograma)	7	16	0	0	0	0	0	0
Ovos de Galinha (mil dúzias)	48	29	689	21	133	155	63	55
Mel de Abelha (quilograma)	304	0	6700	0	1920	0	600	750

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 96- UHE Nova Ponte: Valor dos produtos de origem animal – Ano 2001

Produtos de origem animal	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Leite (mil litros)	2859,98	3382,29	23371,52	1912,02	20166,77	13915,81	4539,36	7781,16
Lã (quilograma)	13,67	31,24	0	0	0	0	0	0,00
Ovos de Galinha (mil dúzias)	41,38	25,00	593,96	18,10	114,65	133,62	54,31	47,41
Mel de Abelha (quilograma)	1307,96	0	28826,71	0	8260,79	0	2581,50	3226,87

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 97 – UHE Nova Ponte: Quantidade produzida na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Carvão vegetal (t)	ND	0	3378	0	23911	0	121	0
Lenha (m ³)	ND	29960	3396	10	3021	65	290	275
Madeira em tora (m ³)	ND	149550	536	8	160529	25350	0	12
Madeira em tora para outras finalidades (m ³)	ND	149550	536	8	160529	25350	0	12

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 98 – UHE Nova Ponte: Valor da produção na silvicultura – Ano 2001

Tipo de produto da silvicultura	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Carvão vegetal	ND	0	574	0	4065	0	21	0
Lenha	ND	449	27	0	24	1	2	2
Madeira em tora	ND	748	3	0	803	127	0	0
Madeira em tora para outras finalidades	ND	748	3	0	803	127	0	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 99 – UHE Nova Ponte: Valor da produção – Ano 1996

Valor da produção	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Carvão vegetal	0	0	39996	ND	139200	0	ND	0
Estacas	0	0	0	ND	1500	0	ND	0
Lenha	0	854834	2170	ND	182200	377,2	ND	0
Madeira em toras	0	206727	110	ND	1562430	85861,05	ND	1200
Moirões	0	0	1700	ND	0	0	ND	0
Outros produtos	560	0	0	ND	0	0	ND	0
Palanque ou Palanca	0	0	0	ND	300	0	ND	0
Postes	750	0	0	ND	256	1950	ND	0
Vigas	64	0	0	ND	0	0	ND	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 100 – UHE Nova Ponte: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura temporária	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Algodão herbáceo (em caroço) (t)	0	1162	54	0	0	1920	0	81
Alho (t)	0	0	0	0	0	128	300	0
Arroz (em casca) (t)	300	300	252	168	1452	5120	84	420
Batata – inglesa (t)	0	0	1250	0	16500	2360	3500	15750
Cana-de-açúcar (t)	0	0	1000	200	400	40000	300	400
Cebola (t)	0	0	0	0	0	170	1100	0
Ervilha (em grão) (t)	280	0	0	0	0	0	0	0
Feijão (em grão) (t)	1290	3000	1230	140	1830	1575	190	1125
Mandioca (t)	315	120	600	240	2760	2250	240	240
Milho (em grão) (t)	15600	138000	57780	19200	121080	67220	55800	19290
Soja (em grão) (t)	3600	40500	13500	14850	70200	72900	32400	5400
Sorgo granífero (em grão) (t)	0	0	0	500	0	0	0	0
Tomate (t)	0	0	3600	0	0	0	0	0

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 101– UHE Nova Ponte: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura temporária	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Algodão herbáceo (em caroço) (t)	0	627	31	0	0	1216	0	46
Alho (t)	0	0	0	0	0	384	450	0
Arroz (em casca) (t)	75	75	76	50	436	1188	25	126
Batata - inglesa (t)	0	0	838	0	11055	839	2345	10553
Cana-de-açúcar (t)	0	0	15	3	6	1096	5	6
Cebola (t)	0	0	0	0	0	39	812	0
Ervilha (em grão) (t)	157	0	0	0	0	0	0	0
Feijão (em grão) (t)	1027	2388	1025	117	1525	1122	158	937
Mandioca (t)	47	18	150	60	690	614	60	60
Milho (em grão) (t)	1950	17250	7702	2559	16140	11011	7438	2571
Soja (em grão) (t)	1152	12960	3599	3959	18715	21039	8638	1440
Sorgo granífero (em grão) (t)	0	0	0	117	0	0	0	0
Tomate (t)	0	0	2700	0	0	0	0	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 102 – UHE Nova Ponte: Quantidade produzida – Ano 2001

Lavoura permanente	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Banana (mil cachos)	54	24	800	20	510	420	90	190
Café (em côco) (t)	4760	728	64424	89	6931	340	547	16781
Laranja (mil frutos)	205	54	1310	40	550	300	140	300
Limão (mil frutos)	0	0	0	0	0	5	0	0
Mamão (mil frutos)	0	0	0	0	0	22	0	0
Manga (mil frutos)	0	0	0	0	0	46	0	0
Maracujá (mil frutos)	190	22	910	143	117	0	65	104

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 103 – UHE Nova Ponte: Valor da produção – Ano 2001

Lavoura permanente	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Banana (mil cachos)	16	7	360	9	230	252	41	86
Café (em côco) (t)	3927	601	59270	82	6377	218	503	15439
Laranja (mil frutos)	62	16	328	10	138	97	35	75
Limão (mil frutos)	0	0	0	0	0	3	0	0
Mamão (mil frutos)	0	0	0	0	0	8	0	0
Manga (mil frutos)	0	0	0	0	0	13	0	0
Maracujá (mil frutos)	61	7	264	41	34	0	19	30

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – mil Reais)

TABELA A- 104 – UHE Nova Ponte: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da horticultura	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Abobrinha verde	237	682,2	8811,9	330	186	2025,25	2022	338,5
Açafrão	0	0	90	0	35	0	0	60
Acelga	4,5	0	400	0	0	18	0	0
Agrião	0	55	0	40,2	55	103	204	0
Aipo (salsão)	0	0	0	0	0	5	0	0
Alface	7645	4232,31	35987,95	3450,05	42292,2	40093,77	4668,15	1708,8
Alho porro	0	188	254	0	86,65	603,34	12806,88	0
Almeirão	497,4	166,9	100,6	26,5	7	2018,44	78	0
Aspargo	0	0	0	20	0	0	0	0
Batata-baroa (mandioquinha)	86	0	22192	0	0	76,6	0	0
Berinjela	0	4	1380	0	0	2	0	0
Bertalha	0	65	0	0	0	5,4	0	0
Beterraba	4225,57	687	5642,45	204,7	890,7	382,44	857,25	137,5
Brócolis	150	200	24	0	1818,25	284,87	18	10900
Bucha (esponja vegetal)	0	109	0	0	47	30	7	0
Cebolinha (folha)	230,3	438,5	56,8	0	63,35	1479,25	260,37	0
Cenoura	24525,05	923	24852,8	1824,45	4333,26	9240,07	3069,16	1216,8
Cheiro verde	0	735,2	59,5	0	50	22	0	0
Chicória	0	0	0	0	0	524,8	0	0
Chuchu	2089,78	2207,8	80685,25	1276,8	4530,37	13200,66	2576,84	901
Couve	3740,35	2389,7	6255,6	612,95	2828,72	17217,23	2255,19	828,4
Couve-flor	57,6	70	20930,4	242	2974,1	1191,2	470,08	1171
Ervilha (vagem)	0	0	0	0	0	10	0	0
Espinafre	0,95	20	37	0	17	17	0	0
Gengibre (curcuma)	0	0	0	0	20	0	4	0
Hortelã	0	0	0	160	0	0	0	10
Jiló	892,9	44	13923,25	319,5	58,9	218,52	23	698
Mostarda	16	0	8	5,25	0	7	1	0
Outros produtos	0	0	0	0	0	79,2	0	0
Pepino	299,36	81,95	36724,25	863,8	1888,41	2501,25	739,13	336
Pimenta	133,7	163	21259,75	0	4	6402,6	89,6	0
Pimentão	37,5	24,1	68894,5	1418,7	691,99	1154,62	641,56	223,5
Quiabo	2877,8	22599,8	41309,73	1043,7	3116,37	7401,71	1561,1	2391,7
Rabanete	181,5	51	2,25	10	8,1	159,7	98	0
Repolho	3529,5	1141,5	548408,9	2000,9	5867,15	13140,11	1631,6	244300,6
Rúcula	0	0	0	0	0,59	73,7	0	0
Salsa	23	40,9	9	0	9	128,5	22,3	0
Taioba	0	0	0	0	0	0	1,5	0
Vagem (feijão vagem)	60	653,4	42066	124	69,5	75,16	173	425

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 105 - UHE Nova Ponte: Valor das cabeças abatidas – Ano 1996

Valor das cabeças abatidas	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Bovinos	21677	23346	252978	16713	75881	70657	23996	20560
Suínos	47034	58880	500853	13110	84917	151006	29652	65440
Aves	63252	29845	303902	9510	50810	113745	31227	53896

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA A- 106 - UHE Nova Ponte: Valor da produção – Ano 1996

Produtos da extração vegetal	Iraí de Minas	Nova Ponte	Patrocínio	Pedrinópolis	Perdizes	Sacramento	Santa Juliana	Serra do Salitre
Carvão vegetal	0	3000	510	0	90	767341,8	0	93560
Estacas de madeira	4419,6	6000	0	0	200	0	0	0
Lenha	38626,45	449	112732,7	8464	4105	130583,8	5905	20620
Madeira em toras	5610	0	14095	0	8250	615344	0	0
Outros produtos	48	0	0	0	0	0	0	0
Palanque ou palanca	0	0	0	0	40	0	0	0
Postes de madeira	42615	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: home page do IBGE, 2004 (unidade – Reais)

TABELA A- 107 – Crescimento populacional do Estado de MG e dos municípios alagados pelo lago da UHE Miranda, nos quais foram registradas internações associadas à doenças relacionadas a água

Ano/Município	Uberlândia	Uberaba	Minas Gerais
1992	380.105	216.468	15.911.713
1993	388.482	213.968	16.144.803
1994	392.874	216.387	16.327.334
1995	397.158	218.745	16.505.371
1996	438.986	237.433	16.672.613
1997	456.917	238.667	16.904.908
1998	472.030	243.928	17.100.267
1999	487.218	249.225	17.296.065
2000	501.214	252.051	17.891.494
2001	516.870	256.539	18.127.024
2002	529.439	261.457	18.343.518
2003	542.540	265.826	18.553.335

Fonte: home page do IBGE, 2004

TABELA B 1 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade, por condição de atividade no período de referência de 365 dias e sexo, segundo a situação do domicílio e os grupos de idade - Minas Gerais

Grupos de idade	Total	Economicamente	Não ativas	Sem declaração
		ativas	Total	
		Total	Total	
Total ...	14 873 160	9 870 774	5 000 688	1 698
10 a 14 anos	1 709 560	288 241	1 421 319	-
15 a 19 anos	1 827 095	1 106 871	719 092	1 132
15 a 17 anos	1 068 709	542 874	525 835	-
18 e 19 anos	758 386	563 997	193 257	1 132
20 a 24 anos	1 656 130	1 404 814	250 750	566
25 a 29 anos	1 420 417	1 228 703	191 714	-
30 a 39 anos	2 789 330	2 400 900	388 430	-
40 a 49 anos	2 228 689	1 790 620	438 069	-
50 a 59 anos	1 480 570	985 500	495 070	-
60 anos ou mais	1 761 010	664 766	1 096 244	-
Idade ignorada	359	359	-	-

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Departamento de Emprego e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2001.

TABELA B 2 – Pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência e valor do rendimento médio mensal de todos os trabalhos das pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, por sexo, segundo as classes de rendimento mensal de todos os trabalhos - Minas Gerais

Classes de rendimento mensal de todos os trabalhos	Pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência	Valor do rendimento médio mensal de todos os trabalhos das pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência (R\$) (2)
	Total	Total
Total	8 335 272	435
Até 1/2 salário mínimo	719 042	57
Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	1 658 765	157
Mais de 1 a 2 salários mínimos	2 290 168	267
Mais de 2 a 3 salários mínimos	954 023	448
Mais de 3 a 5 salários mínimos	746 127	702
Mais de 5 a 10 salários mínimos	561 306	1 264
Mais de 10 a 20 salários mínimos	213 447	2 482
Mais de 20 salários mínimos.	78 109	6 191
Sem rendimento (1).....	1 028 101	-
Sem declaração.....	86 184	-

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Departamento de Emprego e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2001.

- (1) Inclusive as pessoas que receberam somente em benefício.
 (2) Exclusive as pessoas sem declaração do valor do rendimento.

DECRETO N.º 4.134, DE 15 DE FEVEREIRO DE 2002.

Promulga a Convenção n.º 138 e a Recomendação n.º 146 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) sobre Idade Mínima de Admissão ao Emprego.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, inciso VIII, da Constituição, Considerando que o Congresso Nacional aprovou o texto da Convenção n.º 138 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) sobre Idade Mínima de Admissão ao Emprego, complementada pela Recomendação n.º 146, por meio do Decreto Legislativo n.º 179, de 14 de dezembro de 1999;

Considerando que a Convenção entrará em vigor, para o Brasil, em 28 de junho de 2002, nos termos do parágrafo 3, de seu art.12, D E C R E T A:

Art. 1º A Convenção n.º 138 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) sobre Idade Mínima de Admissão ao Emprego e a Recomendação n.º 146, apenas por cópia ao presente Decreto, serão executadas e cumpridas tão inteiramente como nelas se contém.

Art. 2º Para os efeitos do art. 2º, item 1, da Convenção, fica estabelecido que a idade mínima para admissão a emprego ou trabalho é de dezesseis anos.

Art. 3º Em virtude do permissivo contido no art. 5º, itens 1 e 3, da Convenção, o âmbito de aplicação desta restringe-se inicialmente a minas e pedreiras, indústrias manufatureiras, construção, serviços de eletricidade, gás e água, saneamento, transporte e armazenamento, comunicações e plantações e outros empreendimentos agrícolas que produzam principalmente para o comércio, excluídas as empresas familiares ou de pequeno porte que trabalhem para o mercado local e que não empreguem regularmente trabalhadores assalariados.

Art. 4º São sujeitos à aprovação do Congresso Nacional quaisquer atos que possam resultar em revisão da referida Convenção, assim como quaisquer ajustes complementares que, nos termos do art. 49, inciso I, da Constituição, acarretem encargos ou compromissos gravosos ao patrimônio nacional.

Art. 5º Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 15 de fevereiro de 2002; 181º da Independência e 114º da República.

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

Celso Lafer

Listagem do Programa Computacional

```
Program Externalidades;
Uses WinCRT;
var
F: text;
Unid,Nomprod,munic: string;
Areaperd,custo,dias,casos,maior,total: array [1..14] of real;
endemic,epidemic,mediahist,ambulat,validiasperd: array [1..14] of real;
Ano,a,b,i,j,enf,Nummunic,NumProd,fator: integer;
Areamunic,Alagmunic,Soma,aux1,aux2: real;
Quantprod,Valor,Areagric,Areapequar: real;
Impac,Impac1,Impac2,Gera,Prodarealag: real;
EmissCarb,EmissCO2,EmissCH4,Impac3,ValTonCarb: real;
renda,Emiss1,Emiss2: real;

{ *-----Inicializações-----* }

begin
assign(F,'Resultados.txt');
rewrite(F);
a:=1;
j:=1;
Soma:=0;

{ *-----Confecção do cabeçalho-----* }
WriteLn(F,'-----');
WriteLn(F,' Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG           ');
WriteLn(F,' Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos  ');
WriteLn(F,' Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos           ');
WriteLn(F,' CDTN-Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear                 ');
WriteLn(F,' Serviço de Meio Ambiente e Técnicas Nucleares                       ');
WriteLn(F,' Vinícius Verna M. Ferreira                                           ');
WriteLn(F,' Avaliação de externalidades no Estado de Minas Gerais               ');
WriteLn(F,'-----');
WriteLn(F);
WriteLn('-----');
WriteLn(' Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG           ');
WriteLn(' Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos  ');
WriteLn(' Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos           ');
WriteLn(' CDTN-Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear                 ');
WriteLn(' Serviço de Meio Ambiente e Técnicas Nucleares                       ');
WriteLn(' Vinícius Verna M. Ferreira                                           ');
WriteLn(' Avaliação de externalidades no Estado de Minas Gerais               ');
WriteLn('-----');
WriteLn;

{-----Externalidades no setor de saúde-----}

WriteLn('Estudos de externalidades na área da saúde humana');
WriteLn;
Write('Ano base dos dados:');
Read(Ano);
WriteLn;
WriteLn(F,'Estudos de externalidades na área da saúde humana');
WriteLn(F);
Write(F,'Ano base dos dados:',Ano);
WriteLn(F);
Write('Número de municípios em estudo:');
```

```

Read(Nummunic);
WriteLn(F,'Número de municípios em estudo:',Nummunic);
WriteLn;
WriteLn(F);
Write('Geração média em MWh do aproveitamento hídrico:');
Read(Gera);
WriteLn;
WriteLn(F,'Geração média em MWh do aproveitamento hídrico:',Gera:10:2);
WriteLn(F);
Write('Renda média do Estado (valor para MG em 2001=R$430.00):');
Read(renda);
WriteLn;
WriteLn(F,'Renda média do Estado:R$',renda:6:2);
WriteLn(F);

while (j<=Nummunic) do
begin

ReadLn(munic);
Write('Nome do município: ');
ReadLn(munic);
WriteLn;
Write(F,'Nome do município:',munic);
WriteLn(F);
{ * Cálculos relativos a área de saúde: * }

Write('Número de enfermidades a serem analisadas neste município:');
Read(enf);
Write(F,'Número de enfermidades a serem analisadas neste município:',enf);
WriteLn;
WriteLn(F);
while (a<=enf) do
begin
WriteLn('Lista de doenças de veiculacao hídrica:');
WriteLn('1-Cólera          2-Dengue');
WriteLn('3-Esquistossomose     4-Malária');
WriteLn('5-Febre tifóide       6-Leptospirose');
WriteLn('7-Febre amarela silvestre  8-Leishmaniose visceral');
WriteLn('9-Dengue Hemorrágica    10-Leishmaniose tegumentar americana');
WriteLn('11-Febre paratifóide    12-Hepatite A');
WriteLn('13-Oncocercose         14-Amebíase/Ascaridíase/Giardíase/Shigelose');
WriteLn;

Write('Enfermidade:(tecle um numero acima):');
Read(b);

if (b=1)then begin
WriteLn('Cólera');
WriteLn(F,'Cólera');
end;

if (b=2) then begin
WriteLn('Dengue');
WriteLn(F,'Dengue');
end;

if (b=3) then begin
WriteLn('Esquistossomose');
WriteLn(F,'Esquistossomose');
end;

```

```

if (b=4) then begin
  WriteLn('Malária');
  WriteLn(F,'Malária');
end;

if (b=5) then begin
  WriteLn('Febre tifóide');
  WriteLn(F,'Febre tifóide');
end;

if (b=6) then begin
  WriteLn('Leptospirose');
  WriteLn(F,'Leptospirose');
end;

if (b=7) then begin
  WriteLn('Febre amarela silvestre');
  WriteLn(F,'Febre amarela silvestre');
end;

if (b=8) then begin
  WriteLn('Leishmaniose visceral');
  WriteLn(F,'Leishmaniose visceral');
end;

if (b=9) then begin
  WriteLn('Dengue hemorrágica');
  WriteLn(F,'Dengue hemorrágica');
end;

if (b=10) then begin
  WriteLn('Leishmaniose tegumentar americana');
  WriteLn(F,'Leishmaniose tegumentar americana');
end;

if (b=11) then begin
  WriteLn('Febre paratifóide');
  WriteLn(F,'Febre paratifóide');
end;

if (b=12) then begin
  WriteLn('Hepatite A');
  WriteLn(F,'Hepatite A');
end;

if (b=13) then begin
  WriteLn('Oncocercose');
  WriteLn(F,'Oncocercose');
end;

if (b=14) then begin
  WriteLn('Amebíase/Ascaridíase/Giardíase/Shigelose');
  WriteLn(F,'Amebíase/Ascaridíase/Giardíase/Shigelose');
end;

Write('Gastos totais com internações:');
Read(custo[a]);
ambulata[a]:=custo[a]/98.04;
Write('Gastos totais ambulatoriais:',ambulata[a]:6:2);

```

```

WriteLn;
Write('Número médio de dias de internação:');
Read(dias[a]);
Write('Número de casos registrados para esta enfermidade:');
Read(casos[a]);
Write('Número de pacientes com idade superior a 15 anos:');
Read(maior[a]);
valdiasperd[a]:=maior[a]*renda*dias[a]/30;
Write('Custo dos dias perdidos:',valdiasperd[a]:6:2);
WriteLn;
Write('Custo total em reais associado a esta enfermidade:');
total[a]:=valdiasperd[a]+ambulat[a]+custo[a];
WriteLn(total[a]:6:2);
WriteLn('Valor extrapolado para incluir a rede privada de saúde:');
total[a]:=total[a]*4.14;
WriteLn(total[a]:6:2);
WriteLn('Número médio da casos por ano antes da construção da UHE:');
Read(mediahist[a]);
endemic[a]:=total[a]*mediahist[a]/casos[a];
epidemic[a]:=total[a]-endemic[a];
WriteLn('Valor endêmico em reais da enfermidade:',endemic[a]:6:2);
WriteLn('Valor epidêmico em reais da enfermidade:',epidemic[a]:6:2);
WriteLn;
WriteLn(F,'Custo totais com internações:',custo[a]:6:2);
WriteLn(F,'Número médio de dias de internação:',dias[a]:4:2);
WriteLn(F,'Número de casos registrados para esta enfermidade:',casos[a]:3:0);
WriteLn(F,'Gastos totais ambulatoriais:',ambulat[a]:6:2);
WriteLn(F,'Número de pacientes com idade superior a 15 anos:',maior[a]:2:0);
WriteLn(F,'Custo dos dias perdidos:',valdiasperd[a]:6:2);
WriteLn(F,'Custo total em reais associado a esta enfermidade:',(total[a]/4.14):6:2);
WriteLn(F,'Valor extrapolado para incluir a rede privada de saúde:',total[a]:6:2);
WriteLn(F,'Número médio da casos por ano antes da construção da UHE:',mediahist[a]:4:2);
WriteLn(F,'Valor endêmico em reais da enfermidade:',endemic[a]:6:2);
WriteLn(F,'Valor epidêmico em reais da enfermidade:',epidemic[a]:6:2);
WriteLn(F);
a:=a+1;
end;

a:=1;
i:=1;
aux1:=0;
aux2:=0;
Soma:=0;

while i<=enf do
begin
aux2:=epidemic[i];
aux1:=aux1+aux2;
i:=i+1;
end;

WriteLn('Custo total das externalidades do setor de saúde neste município:',aux1:8:3);
WriteLn(F,'Custo total das externalidades do setor de saúde neste município:',aux1:8:3);
WriteLn;
WriteLn(F);
j:=j+1;
Soma:=aux1+Soma;
end;

WriteLn('Somatório das externalidades de saúde-todos os municípios:',Soma:8:3);

```

```

WriteLn(F,'Somatório das externalidades de saúde-todos os municípios:',Soma:8:3);
Impac1:=Soma/Gera;
WriteLn;
WriteLn(F);
WriteLn('Total das externalidades de saúde no valor da energia elétrica:',Impac1:8:3,' R$/MWh');
WriteLn(F,'Total das externalidade de saúde no valor da energia elétrica:',Impac1:8:3,' R$/MWh');
WriteLn;
WriteLn(F);

{-----Externalidades no setor agropecuário-----}

a:=1;
WriteLn('-----');
WriteLn(F,'-----');
WriteLn;
WriteLn(F);
WriteLn('Estudos de externalidades no setor agropecuário');
WriteLn(F,'Estudos de externalidades no setor agropecuário');
WriteLn;
WriteLn(F);
Write('Número de municípios a serem estudados:');
Read(Nummunic);
WriteLn(F,'Número de municípios a serem estudados:',Nummunic);
WriteLn;
WriteLn(F);

while (a<=Nummunic) do
begin

    ReadLn(munic);
    Write('Nome do município:');
    ReadLn(munic);
    WriteLn;
    Write(F,'Nome do município:',munic);
    WriteLn(F);
    Write('Número de produtos agropecuários em estudo no município:');
    Read(NumProd);
    WriteLn;
    WriteLn(F,'Número de produtos agropecuários em estudo no município:',NumProd);
    WriteLn(F);
    Write('Área do município em quilômetros quadrados:');
    Read(Areamunic);
    WriteLn(F,'Área do município em quilômetros quadrados:',Areamunic);
    WriteLn;
    WriteLn(F);
    Write('Área alagada do município em quilômetros quadrados:');
    Read(Alagmunic);
    WriteLn(F,'Área alagada do município em quilômetros quadrados:',Alagmunic);
    WriteLn;
    WriteLn(F);
    b:=1;

    while (b<=NumProd) do
begin

        ReadLn(NomProd);
        Write('Nome do Produto:');
        Read(Nomprod);
        WriteLn;
        WriteLn(F,'Nome do Produto:',NomProd);

```

```

WriteLn(F);
Write('Valor de mercado do produto em reais:');
Read(Valor);
Write(F,'Valor de mercado do produto em reais:',Valor);
WriteLn;
WriteLn(F);
ReadLn(Unid);
Write('Unidade(quilos, cachos, dúzias,etc):');
Read(Unid);
WriteLn(F,'Unidade(quilos, cachos, dúzias,etc):',Unid);
WriteLn;
WriteLn(F);
Write('Quantidade produzida:');
Read(Quantprod);
WriteLn;
WriteLn(F,'Quantidade produzida:',Quantprod);
WriteLn(F);
ReadLn(Unid);
Write('Unidade(favor manter a unidade selecionada acima):');
Read(Unid);
WriteLn(F,'Unidade(favor manter a unidade selecionada acima):',Unid);
WriteLn;
WriteLn(F);
Prodarealag:=(Alagmunic*Quantprod)/Areamunic;
WriteLn('Produção proporcional na área alagada',Prodarealag:8:3,'-',Unid);
WriteLn(F,'Produção proporcional na área alagada',Prodarealag:8:3,'-',Unid);
WriteLn;
WriteLn('Fator de ajuste: se o produto é agrícola tecla 1, se é pecuário tecla 2');
Read (fator);
  if fator=1 then Prodarealag:=Prodarealag*0.032
    else Prodarealag:=Prodarealag*0.0668;
WriteLn;
WriteLn(F);
Custo[b]:=Prodarealag*Valor;
WriteLn('Perda financeira em reais associada a este produto:',Custo[b]:8:3);
WriteLn(F,'Perda financeira em reais associada a este produto:',Custo[b]:8:3);
WriteLn;
WriteLn(F);
end;

b:=1;
Soma:=0;
aux1:=0;
aux2:=0;
  while (b<=NumProd) do
    begin
      aux2:=custo[b];
      aux1:=aux1+aux2;
      b:=b+1;
    end;

WriteLn('Total em reais de perdas agropecuárias no município:',aux1:8:3);
WriteLn(F,'Total em reais de perdas agropecuárias no município:',aux1:8:3);
WriteLn;
WriteLn(F);
Soma:=aux1+Soma;
a:=a+1;
end;

WriteLn('Total em reais das externalidades associadas ao setor agropecuário:',Soma:8:3);

```



```

WriteLn(F,'Total em reais das externalidades associadas ao setor agropecuário:',Soma:8:3);
WriteLn;
WriteLn(F);
Impac2:=Soma/Gera;
WriteLn('Total das externalidades agropecuárias no valor da energia elétrica:',Impac2:8:3,'R$/MWh');
WriteLn(F,'Total das externalidades agropecuárias no valor da energia elétrica:',Impac2:8:3,'R$/MWh');
WriteLn;
WriteLn(F);

{-----Emissões de gases de efeito estufa-----}

a:=1;
WriteLn('-----');
WriteLn(F,'-----');
WriteLn;
WriteLn(F);
WriteLn('Estudos de externalidades associadas a emissões de gases de efeito estufa');
WriteLn(F,'Estudos de externalidades associadas a emissões de gases de efeito estufa');
WriteLn;
WriteLn(F);
WriteLn('Valor em reais da tonelada de carbono-valor padrão=U$5,00 a tonelada');
Read(ValTonCarb);
WriteLn;
WriteLn(F,'Valor em reais da tonelada de carbono(valor padrão=U$5,00 a tonelada):',ValTonCarb:6:2);
WriteLn(F);
WriteLn('Quantidade de CO2 emitida pelo lago em tonelada/dia');
Read(EmissCO2);
WriteLn;
WriteLn(F,'Quantidade de CO2 emitida pelo lago em tonelada/dia',EmissCO2:8:3);
WriteLn(F);
Emiss1:=EmissCO2*12/44;
WriteLn('Quantidade de CH4 emitida pelo lago em tonelada/dia');
Read(EmissCH4);
WriteLn;
WriteLn(F,'Quantidade de CH4 emitida pelo lago em tonelada/dia',EmissCH4:8:3);
WriteLn(F);
Emiss2:=EmissCH4*12/16;
EmissCarb:=Emiss1+(Emiss2*20.1);
Soma:=ValTonCarb*EmissCarb*365;
Impac3:=Soma/Gera;
WriteLn('Total das externalidades associadas a emissão de gases de efeito estufa:',Impac3:8:3,'R$/MWh');
WriteLn(F,'Total das externalidades associadas a emissão de gases de efeito estufa:',Impac3:8:3,'R$/MWh');
WriteLn;
WriteLn(F);

{-----Somatório das externalidades-----}

WriteLn('-----');
WriteLn(F,'-----');
Impac:=Impac1+Impac2+Impac3;
WriteLn('Somatório das externalidades:',Impac:8:3,'R$/MWh');
WriteLn(F,'Somatório das externalidades:',Impac:8:3,'R$/MWh');
WriteLn;
WriteLn(F);
WriteLn('Programa Finalizado-O arquivo resultad.txt apresenta todos os resultados ');
WriteLn(F,'');
close(F);
end.

```