

Pós-Graduação em
Desenvolvimento Sustentável

**Considerações sobre impactos socioambientais de
Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) –
modelagem e análise**

Larissa Lara Leão
Dissertação de mestrado

Brasília – D.F., 30 de abril/2008.



Universidade de Brasília
Centro de Desenvolvimento Sustentável

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**Considerações sobre impactos socioambientais de
Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) –
modelagem e análise**

Larissa Lara Leão

Orientador: Prof. Dr. Antônio César Pinho Brasil Jr.

Dissertação de Mestrado

Brasília – D.F., 30 de abril/2008.

Leão, Larissa Lara.

Considerações sobre impactos socioambientais de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) –modelagem e análise / Larissa Lara Leão.

Brasília, 2008.

150p.: il.

Dissertação de mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília.

1. Pequena Central Hidrelétrica. 2. Modelo dinâmico. 3. UHE x PCH. I. Universidade de Brasília. CDS. II. Título.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Larissa Lara Leão

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**Considerações sobre impactos socioambientais de
Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) –
modelagem e análise**

Larissa Lara Leão

Dissertação de Mestrado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Mestre em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão Ambiental, opção acadêmica.

Aprovado por:

Prof. Dr. Antônio César Pinho Brasil Jr.
(Orientador)

Prof. Dr. Saulo Rodrigues Filho
(Examinador Interno)

Prof. Dra. Maria Amélia Rodrigues da Silva Enriquez (UFPA)
(Examinador Externo)

Brasília-DF, 30 de abril, 2008.

DEDICATÓRIA

Ao meu avô Alcides (*in memoriam*) que não pode ver sua primeira neta se tornar mestre. Sempre haverá uma dúvida que ele plantou em meu coração: quem é mais inteligente: o livro ou a sabedoria?

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Antônio César Pinho Brasil Jr., entre orientações e desorientações podemos concluir este trabalho.

Ao Professor José Augusto Drummond, pelas críticas precisas e construtivas, além de auxiliar fundamentalmente na conclusão deste trabalho.

Aos professores e pesquisadores do Instituto do Trópico Subúmido (ITS/UCG) Horieste Gomes, Altair Sales Barbosa e Francisco, que sempre me receberam com muito carinho, e permitiram minhas pesquisas dentro do instituto.

À Construtora Central do Brasil (CCB) na pessoa dos Engenheiros Martiniano Pereira da Silva Neto e Ariel Cobos que permitiram a execução do estudo de caso.

Ao Centro Tecnológico de Engenharia (CTE) na pessoa do Prof. Aloísio Silva que permitiu meu livre acesso às pesquisas efetuadas pela empresa de consultoria prestadora de serviço na região do estudo de caso.

Às pessoas que sempre estiveram comigo neste caminho e abriram suas casas para que eu não me sentisse tão só: Carla, Gogh, Ana Claudia, Marilda, Alice, Petra, Édison, Fabiana Carolo, Carol Lamy, Linda, Cristiane, Larissa Salgado, Pablo, Ana Lúcia Laurenti. Obrigada pela casa sempre aberta.

Aos amigos do mestrado: Juliana Magalhães, Bruno Michelloto, Ana Carolina, Catherine, Valéria Gentil, Manuela Pak. E aos amigos do doutorado: Rudi Van Els e Gabriela Litre. Obrigada pelos trabalhos realizados juntos.

A minha amiga de muitos anos Sâmia, que cuidou de mim enquanto estávamos em Brasília. A amiga Marluce e os almoços naturebas no Greens (obrigada pelo carinho no dia do falecimento do meu avô).

À minha família, que “quase” teve paciência de esperar estes dois anos: Tia Ciza, Tia Lourdes, papai, Dudu, Mikezinho, Loro. E aos meus lindos gatinhos: Petit e Bethoven.

Agradeço ao meu amor Christian, que foi a mão forte que me segurou em todos os momentos.

Agradeço a paciência e benevolência de minha mãe, que quando escutou que eu deixaria tudo o que havia conquistado, me apoiou. Agradeço ao meu super irmão Vinícius, pelas horas de conversa produtiva e agradável e as suas reclamações quanto aos meus “desaparecimentos”.

Apenas não houve uma realização: Terminar o mestrado antes da morte do meu avô. Todos os fins de semana quando ia a casa dele, havia sempre a mesma pergunta: Quando você vem de Brasília? Ainda vai demorar? Agora você vem pouco aqui me ver. Ele morreu, eu estava almoçando no Greens, foi a maior perda sofrida por mim durante o mestrado (talvez da minha vida, 17 de setembro de 2007).

RESUMO

O objetivo desta dissertação é discutir a problemática e os conflitos que envolvem a construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs. A avaliação entre os fatores socioambientais e econômicos que permeiam a discussão foi demonstrada a partir de uma modelagem sistêmica elaborada com o auxílio da ferramenta computacional STELLA - *Structural Experimental Learning Laboratory with Animation*, necessária para a visualização entre os componentes apresentados no estudo de caso. Para que modelagem proposta não fosse meramente conceitual, foi necessário um trabalho de campo em uma Pequena Central Hidrelétrica – PCH. A fim de alcançar os objetivos propostos foram analisadas questões que permeiam as pequenas centrais hidrelétricas, tais como as legislações pertinentes do setor elétrico e do setor ambiental, a evolução do cenário do setor elétrico, principalmente no que se refere às implicações para a política de programas de energias alternativas. Novas condicionantes como a discussão sobre o aquecimento global e a busca por energias não poluentes e sustentáveis, mecanismos de incentivo à construção de pequenas centrais hidrelétricas e uma análise entre os impactos de pequenas centrais e outras usinas hidrelétricas. Apoiado nestas discussões ressalta o estudo de caso da PCH Mambaí II, situada no Nordeste Goiano, na sub-bacia do rio Corrente, dentro da sub-bacia 21 do alto Tocantins. Para a discussão do modelo foram consideradas além da PCH Mambaí II mais seis outras PCHs que estão na sub-bacia do rio Corrente e as suas implicações nos setores: ambiental (recursos naturais e recursos hídricos), econômico, social e energético, dos municípios às quais estão inseridas. Entre as conclusões da dissertação está a proposição de um estudo integrado para bacias hidrográficas, no qual considere todos os aproveitamentos hidrelétricos, tanto de pequeno quanto de grande porte. A utilização de uma ferramenta computacional na qual apresente a provável situação futura pode auxiliar nos estudos de impacto ambiental integrado. Constatou-se ainda que a construção de pequenas centrais hidrelétricas pode dinamizar a economia local de regiões isoladas, levando a um desenvolvimento humano sem graves implicações para o setor ambiental, desde que a questão socioambiental seja prioridade durante a viabilização do projeto e da construção do empreendimento.

Palavras-chave: Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs, modelagem, gestão integrada.

ABSTRACT

The goal of this dissertation is to discuss the problems and conflicts that involve the construction of Small Hydropower Plants – SHPs. The evaluation between the social-environmental and economical factors that are embedded in the discussion was demonstrated from a systemic modeling prepared with the help of the computational tool STELLA - Structural Experimental Learning Laboratory with Animation, needed for the visualization between the components showed in the case study. So that the proposed modeling would not be merely conceptive, a field work in a Small Hydropower Plant – SHP was necessary. To reach the proposed objectives, were analyzed questions that concern the small hydropower plants, such as the legislations relevant to the electric and environmental fields, the evolution of the electric field scenario, especially on what refers to the implications on the politics of alternate energy programs. New conditionals like the discussion about the global warming and the search for non-polluting and sustainable energies, incentive mechanisms for the construction of small hydropower plants and an analysis on the impacts of small plants and other hydropower plants. Based on these discussions, excels the case study of the SHP Mambaí II, located in the Northeastern part of Goiás, in the sub-basin of the Corrente river, inside the 21 sub-basin of the high Tocantins. To the modeling discussion were considered, besides the SHP Mambaí II, other six SHP that are in the sub-basin of the Corrente river and their implications on the following fields: environmental (natural and water resources), economical, social and energy, of the cities which were inserted. Among the conclusions of this dissertation is the proposition of an integrated study for the hydrographic basins, in which all the hydro-electrical gains, from the smallest to the largest, are considered. The utilization of a computational tool, with which is showed the probable future situation, can help the studies of integrated ambient impacts. Were even noticed that the construction of small hydropower plants can dynamize the local economy of isolated regions, leading to a humane development without grave implications to the environmental field, as long as the social-environmental issue was a high priority in the project viability and in the undertaking construction.

Keywords: Small Hydropower Plant – SHP, modeling, integrated management.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FOTOS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

LISTA DE SÍMBOLOS

INTRODUÇÃO	21
1 CONTEXTUALIZAÇÃO DAS PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS	32
1.1 PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS	32
1.1.1 Evolução do cenário de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs	35
1.2 BENEFÍCIOS E VANTAGENS INSTITUCIONAIS FAVORÁVEIS À IMPLEMENTAÇÃO DE PCHs.....	38
1.2.1 As principais regulamentações envolvendo PCHs e seus incentivos	42
1.2.2 Contextualização das regulamentações do setor elétrico	45
1.2.3 Novo modelo setorial	48
1.2.4 A questão ambiental	52
1.3 AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA.....	55
1.3.1 O Setor de Energia Elétrica e a Avaliação Ambiental Estratégica.....	61
1.4 AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA	63
1.5 MECANISMOS DE INCENTIVOS À CONSTRUÇÃO DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS	65
1.6 MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO - MDL	66
1.7 PROGRAMA DE INCENTIVO ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA ELÉTRICA – PROINFA	71
1.8 CONTA DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS - CCC.....	76
1.8.1 Situação dos empreendimentos sub-rogados pela CCC	78

1.9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
2	UMA BREVE ANÁLISE ENTRE UHE X PCH	82
2.1	INTRODUÇÃO	82
2.2	HIDROELETRICIDADE E IMPACTOS	82
2.3	HIDROELETRICIDADE E GASES DE EFEITO ESTUFA.....	86
2.4	ESTUDO COMPARATIVO	89
2.5	COMPORTAMENTO GRÁFICO ENTRE PCHs X UHEs	95
3	MODELAGEM E ESTUDO DE CASO.....	115
3.1	CONCEITOS SOBRE MODELAGEM	115
3.1.1	Ambiente de Modelagem Computacional Quantitativo – STELLA	118
3.2	DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	120
3.3	CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE	122
3.3.1	Metodologia e base de dados aplicados ao modelo.....	125
3.3.2	Arquitetura conceitual do modelo	126
3.3.3	Dinâmica populacional	131
3.3.3.1	Educação.....	138
3.3.3.2	Saúde	141
3.3.4	Fator econômico	144
3.3.4.1	Agropecuária	147
3.3.4.2	Indústria, Comércio e Serviços.....	151
3.3.5	Potencial hidroenergético	157
3.3.6	Recursos Hídricos.....	161
3.3.7	Uso do Solo	171
3.4	ESTUDO DA TENDÊNCIA MODELIZADA	176
3.4.1	Fluxo Populacional.....	178
3.4.2	Recursos Hídricos.....	178
3.4.3	Uso do Solo	180
3.4.4	Setor econômico	183
3.4.5	Potencial hidroenergético	184

3.4.6 Confrontações entre as estruturas modeladas 186

4 CONCLUSÃO..... 190

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 196

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estado de Goiás e divisão por sub-bacias, sub-bacia do rio Corrente e municípios que pertencem.....	25
Figura 2: Municípios pertencentes ao Vão do Paranã, inseridos na sub-bacia 21.....	26
Figura 3: Vista da sub-bacia do rio Corrente, inserido na sub-bacia 21.....	27
Figura 4: Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento.....	60
Figura 5: Capacidade instalada das atividades de projeto aprovadas na CIMGC.....	70
Figura 6: <i>Ranking</i> socioambiental e da geração hidrelétrica por área alagada	91
Figura 7: Taxa de “eficiência” hidrelétrica da capacidade instalada mundialmente.....	91
Figura 8: Componentes principais.....	119
Figura 9: Microrregião 11 – Vão do Paranã.....	123
Figura 10: Microrregiões de Planejamento do Estado de Goiás	123
Figura 11: Interface do modelo aplicado à Pequenas Centrais Hidrelétricas.....	128
Figura 12 Fluxo Populacional	131
Figura 13: Fatores econômicos.....	145
Figura 14: Potencial Hidroenergético.....	157
Figura 15: Recursos Hídricos	161
Figura 16: Uso do Solo.....	172
Figura 17: Implicações da construção de pequenas centrais hidrelétricas nos municípios da sub-bacia do rio Corrente.	177
Figura 18: Caracterização geral do modelo aplicado à Pequenas Centrais Hidrelétricas.	187

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Unidade educacional do município de Sítio d'Abadia, no povoado de Água Boa....	140
Foto 2: Secretaria Municipal de Saúde do município de Sítio d'Abadia.	142
Foto 3: Comporta de fundo da barragem - manutenção da vazão do rio Corrente.....	170
Foto 4: Dispositivo para manutenção da vazão – remanescente	170

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dados das PCHs da sub-bacia do rio Corrente.....	25
Quadro 2: Dados gerais das PCHs no Brasil.	37
Quadro 3: Resumo das mudanças entre os modelos pré-existentes e o modelo atual.....	51
Quadro 4: Distribuição das atividades de projeto no Brasil por tipo de projeto	69
Quadro 5: Sub-rogação do sistema isolado – CCC-Isol.....	79
Quadro 6: Estrutura da oferta interna de energia.....	84
Quadro 7: Média da densidade de potência por região e tipo de empreendimento.....	110
Quadro 8: Perfil Socioeconômico dos municípios goianos – Aspectos demográficos	122
Quadro 9: Perfil Socioeconômico dos municípios goianos – Aspectos físicos.....	122
Quadro 10: Dados das PCHs da sub-bacia do rio Corrente.....	130
Quadro 11: População da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos demográficos	132
Quadro 12: Taxa geométrica de crescimento – Aspectos demográficos.....	132
Quadro 13: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M – Aspectos sócio-culturais.....	135
Quadro 14: Porcentagem de pessoas pobres e pessoas indigentes (%) na sub-bacia do rio Corrente e no estado de Goiás	136
Quadro 15: Número de estudantes por município da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos sócio-culturais.....	139
Quadro 16: Defasagem escolar – mais de um ano de atraso – pessoas de sete (07) a 14 anos	140
Quadro 17: Taxa de alfabetização da sub-bacia do rio Corrente e do estado de Goiás – Aspectos sócio-culturais	140
Quadro 18: Número de leitos hospitalares dos municípios da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos sócio-culturais	141
Quadro 19: Coeficiente de leitos por mil habitantes da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos sócio-culturais.....	142
Quadro 20: Número de ligações de abastecimento de água da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos sócio-culturais	143

Quadro 21: Número de ligações de coleta de esgoto da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos sócio-culturais.....	143
Quadro 22: Arrecadação de Produto Interno Bruto <i>per capita</i> (R\$ 1,00) – Aspectos econômicos	146
Quadro 23: Arrecadação de ICMS (R\$ mil) – Aspectos financeiros	146
Quadro 24: Área de produção agrícola dos municípios da sub-bacia do rio Corrente (ha)– Aspectos econômicos	150
Quadro 25: Efetivo da pecuária pelo número de cabeças de aves, bovinos e suínos dos municípios da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos econômicos.....	151
Quadro 26: Número de estabelecimentos industriais, varejistas e bancários dos municípios da sb. rio Corrente.	152
Quadro 27: 20 ocupações que mais admitiam no município de Sítio d’Abadia – Perfil do Município.	152
Quadro 28: 20 ocupações que mais admitiam no município de Mambaí – Perfil do Município.	153
Quadro 29: 20 ocupações que mais admitiam no município de Buritinópolis – Perfil do Município.	154
Quadro 30: Consumo de energia elétrica dos municípios da sub-bacia do rio Corrente (MWh) – Aspectos econômicos.	159
Quadro 31: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, à 500m a jusante do reservatório CGH Mambaí.	163
Quadro 32: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, à 500m a jusante do reservatório CGH Mambaí.	164
Quadro 33: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, no eixo do reservatório CGH Mambaí.....	164
Quadro 34: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, no eixo do reservatório CGH Mambaí.....	164
Quadro 35: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, no reservatório CGH Mambaí.	164
Quadro 36: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, no reservatório CGH Mambaí.	165
Quadro 37: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, à 500m a montante do reservatório CGH Mambaí.	165
Quadro 38: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, à 500m a montante do reservatório CGH Mambaí.	165

Quadro 39: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, à 500m a jusante do reservatório CGH Mambaí.	166
Quadro 40: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, à 500m a jusante do reservatório CGH Mambaí.	166
Quadro 41: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, no eixo do reservatório CGH Mambaí.	166
Quadro 42: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, no eixo do reservatório CGH Mambaí.	167
Quadro 43: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, no reservatório CGH Mambaí.	167
Quadro 44: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, no reservatório CGH Mambaí.	167
Quadro 45: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, à 500m a jusante do reservatório CGH Mambaí.	167
Quadro 46: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, à 500m a jusante do reservatório CGH Mambaí.	168
Quadro 47: Faixas aproximadas de valores de fósforo total para os principais graus de trofia	168
Quadro 48: Volume dos reservatórios do rio Corrente e suas vazões médias.....	169
Quadro 49: Perda da cobertura florestal por sub-área das usinas do rio Corrente.	174
Quadro 50: Perda de vegetação marginal das usinas do rio Corrente.	174

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Acompanhamento de autorizações de PCHs entre os anos de 1998 e 2007.....	41
Tabela 2: Solicitação de Autorização – Potência Instalada por Fonte (MW)	73
Tabela 3: Participação da Capacidade Instalada por Fonte (%)	74
Tabela 4: UHEs Região Sul – exame de densidade de potência e Km ² /MW	96
Tabela 5: PCHs Região Sul – exame de densidade de potência e Km ² /MW	98
Tabela 6: UHEs Região Sudeste – exame de densidade de potência e Km ² /MW.....	100
Tabela 7: PCHs Região Sudeste – exame de densidade de potência e Km ² /MW.	102
Tabela 8: UHEs Região Centro-Oeste – exame de densidade de potência e Km ² /MW.....	103
Tabela 9: PCHs Região Centro-Oeste – exame de densidade de potência e Km ² /MW.	104
Tabela 10: UHEs Região Nordeste – exame de densidade de potência e Km ² /MW.....	105
Tabela 11: PCHs Região Nordeste – exame de densidade de potência e Km ² /MW.	106
Tabela 12: UHEs Região Norte – exame de densidade de potência e Km ² /MW.....	108
Tabela 13: PCHs Região Norte – exame de densidade de potência e Km ² /MW.	109

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Autorização de PCHs entre os anos de 1998 e 2007.....	41
Gráfico 2: Gráfico exponencial das UHEs da Região Sul.....	97
Gráfico 3: Gráfico exponencial das PCHs da Região Sul.	99
Gráfico 4: Gráfico exponencial das UHEs da Região Sudeste.....	101
Gráfico 5: Gráfico exponencial das PCHs da Região Sudeste.	103
Gráfico 6: Gráfico exponencial das UHEs da Região Centro-Oeste.....	104
Gráfico 7: Gráfico exponencial das PCHs da Região Centro-Oeste.	105
Gráfico 8: Gráfico exponencial das UHEs da Região Nordeste.....	106
Gráfico 9: Gráfico exponencial das PCHs da Região Nordeste.	107
Gráfico 10: Gráfico exponencial das UHEs da Região Norte.	108
Gráfico 11: Gráfico exponencial das PCHs da Região Norte.	109
Gráfico 12: Taxa geométrica de crescimento – Sub-bacia do rio Corrente.....	133
Gráfico 13: % da Variação do PIB – Sub-bacia do rio Corrente e do Estado de Goiás.....	147
Gráfico 14: Comportamento da Variação da energia elétrica na Sub-bacia do rio Corrente – Aspectos econômicos.	158
Gráfico 15: Variação da área de produção agrícola dos municípios da sub-bacia do rio Corrente.....	173

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAE – Avaliação Ambiental Estratégica

AAI – Avaliação Ambiental Integrada

ACL – Ambiente de Contratação Livre

ACR – Ambiente de Contratação Regulada

ADA – Área Diretamente Afetada

AGDR – Agência de Desenvolvimento Regional

AGEPEL – Agência Goiana de Cultura Pedro Ludovico Teixeira

AGETUR – Agência Goiana de Turismo

AGMA – Agência Goiana de Meio Ambiente

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

AID – Área de Influência Direta

AII – Área de Influência Indireta

ANA – Agência Nacional de Águas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANPPAS – Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade

BEN – Balanço Energético Nacional

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CAGED – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados

CCB – Construtora Central do Brasil

CCC – Conta Consumo de Combustível

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CCMA – Comitê Consultivo do Meio Ambiente

CCPE – Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão

CDE – Conta de Desenvolvimento Energético

CELG – Centrais Elétricas de Goiás

CEMA – Comissão de Estudos de Meio Ambiente

CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

CER – Certificado de Energia Renovável

CERPCH – Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas

CFURH – Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos

CGSE – Câmara de Gestão do Setor Elétrico

CHE – Complexo Hidrelétrico

CHESF – Companhia Hidrelétrica do São Francisco

CIMGC – Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

CNAEE – Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica

CND – Conselho Nacional de Desestatização

CNPE – Conselho Nacional de Política Energética

COMASE – Comitê Coordenador de Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONSEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado de São Paulo

COP – Conferência das Partes

COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

CPTA – Comissão de Planejamento de Transmissão na Amazônia

CQNUMC - Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

CSN – Companhia Siderúrgica Nacional

CTE – Centro Tecnológico de Engenharia

CTSA – Comitê Técnico para Estudos Socioambientais

CVRD – Companhia Vale do Rio Doce

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

FMI – Fundo Monetário Internacional

FPM – Fundo de Participação dos Municípios

GCE – Gestão da Crise de Energia Elétrica

GEE – Gases de Efeito Estufa

GWP – Global Warming Potential

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

IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IDH-M – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IGPA – Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia

INCRA – Instituto de Colonização e Reforma Agrária

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados

IQA – Índice de Qualidade da Água

IR – Imposto de Renda

ISSQN – Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza

ITS – Instituto do Trópico Subúmido

LI – Licença de Implantação

LP – Licença Prévia

LpT – Programa Luz para Todos, Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica

LT – Linha de Transmissão

MAE – Mercado Atacadista de Energia Elétrica

MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MINFRA – Ministério de Infra Estrutura

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

MRE – Mecanismo de Realocação de Energia

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OD – Oxigênio Dissolvido

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONS – Operador Nacional do Sistema

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PBA – Programa Básico Ambiental

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PDMA – Plano Diretor para Conservação e Recuperação do Meio Ambiente nas Obras e Serviços do Setor Elétrico

PDNG – Programa de Desenvolvimento Sustentável do Nordeste Goiano

PIA – Produtor Independente Autônomo

PIB – Produto Interno Bruto

PIE – Produtor Independente de Energia Elétrica

PNCE – Programa Nacional de Pequenas Centrais Hidrelétricas

PND – Programa Nacional de Desestatização

PNPCH – Programa Nacional de Pequena Central Hidrelétrica

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

POLOCENTRO – Programa de Desenvolvimento do Cerrador

PPP – Políticas, Planos e Programas

PPT – Programa Prioritário de Termelétricas

PROCEDER – Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

RAS – Relatório Ambiental Simplificado

RCE – Reduções Certificadas de Emissões

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SANEAGO – Saneamento de Goiás S/A

SE – Subestação

SEINFRA – Secretaria de Infra Estrutura do Estado de Goiás

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente

SEPIN – Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação do Estado de Goiás

SEPLAN – Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SIN – Sistema Interligado Nacional

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SQA – Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos

STELLA – Structural Experimental Learning Laboratory with Animation

SUDEPE – Superintendência do Desenvolvimento da Pesca

SUDHEVA – Superintendência da Borracha

TEH – Tarifa de Energia Hidráulica Equivalente

TUSD – Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

TUST – Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão

UHE – Usina Hidrelétrica

URE – Unidades de Redução de Emissão

WCD – World Commission on Dams

LISTA DE SÍMBOLOS

CFC - Hidrofluorcarbono

CH₄ – Metano

CO₂ – Dióxido de carbono

ha / MW – hectare / Megawatt (área / potência)

Km² - Quilômetro quadrado

Km² / MW – Quilômetro quadrado / Megawatt

kV – Kilovolts (potência)

kW – Kilowatt (potência)

M – Metro

m³/seg – vazão (metro cúbico / segundo)

mm – Milímetro

MW – Megawatt (potência)

MW / Km² - Megawatt / quilômetro quadrado

MWh – Megawatt-hora

N₂O – Óxido Nitroso

Oustees / MW – população atingida / Megawatt

PFC – Perfluorcarbono

pop / MW – população atingida / Megawatt

SF₆ – Hexafluoreto de enxofre

tCO₂ – Tonelada de dióxido de carbono

W/m² - Watt / metro quadrado

Σ – Somatório

INTRODUÇÃO

CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

Após dois séculos de consumo excessivo de energia, as conseqüências ambientais deste dispêndio revelaram-se nas mudanças no clima do planeta. O aquecimento da temperatura global está associado ao aumento na concentração de gases de efeito estufa¹ – GEE na atmosfera, causado principalmente pela queima de combustíveis fósseis.

As discussões entre especialistas nesta área iniciaram-se na década de 1960, com o Clube de Roma (1968). A partir da década de 1980 com a criação do *Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC em 1988, as discussões tomaram o foco sobre as alterações do clima e suas interferências sobre as vulnerabilidades socioambientais.

A internalização desta problemática reflete-se na busca pela substituição de tecnologias não-renováveis por tecnologias limpas e renováveis. As fontes renováveis de energia terão uma participação cada vez mais relevante na matriz energética global nas próximas décadas (TOLMASQUIM, 2003).

A diversificação das fontes de energia é outro elemento fundamental, recorrer a recursos naturais provenientes da radiação solar, da força dos ventos, da biomassa vegetal, do hidrogênio e do potencial hidráulico, pode contribuir para a criação de uma matriz energética limpa, com um papel significativo na universalização dos serviços de energia.

Os princípios expostos na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (1992) e posteriormente no Protocolo de Quioto (1997) sobre a redução de emissões de gases de efeito estufa, resultaram no surgimento de mecanismos de flexibilização que auxiliaria no alcance das metas globais na redução de suas emissões combinadas de gases de efeito estufa em pelo menos 5,2% em relação aos níveis de 1990, no período compreendido entre os anos de 2008 e 2012.

¹ Gases de efeito estufa são assim denominados porque têm propriedades de reter o calor irradiante da Terra. Existem mais de 70 gases, sendo os mais importantes: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonos (CFCs), perfluorcarbonos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF₆).

A partir da ratificação do Protocolo de Quioto em 2005², as atividades de projetos que são essencialmente comprovadas suas reduções de Gases de Efeito Estufa – GEE passam a buscar sua elegibilidade dentro dos mecanismos de flexibilização do Protocolo. Surge um novo tipo de comércio, a venda de créditos de carbono. Entretanto, os mecanismos possuem como modelo de aceitação de que as reduções estejam atreladas ao desenvolvimento sustentável dos países hospedeiros dos projetos. As PCHs em termos mundiais são vistas como uma solução alternativa de energia renovável com baixo impacto ambiental e fundamentais na universalização de energia elétrica para populações carentes e isoladas.

Essa discussão sobre a utilização de energias renováveis deixa o Brasil com uma vantagem sobre os demais países que têm sua matriz energética dependente de combustíveis fósseis. Do início da produção de energia elétrica, a utilização se deu na forma de pequenas centrais hidrelétricas a partir de pequenas quedas d'água.

Com o incremento das inovações tecnológicas, o país passou a produzir energia em maiores centrais hidrelétricas, deixando as pequenas para as áreas isoladas do país. Com a criação do Sistema Interligado Nacional – SIN, a construção das pequenas tornou-se desnecessária já que seria possível integrar todas as áreas do território nacional e abastecê-las pelas grandes usinas.

Entretanto, isso não se confirmou devido à dificuldade de integração do país com diversas áreas isoladas e de difícil acesso. Na década de 1980 e principalmente de 1990, foram propostas diversas políticas públicas para novamente disseminar a construção de pequenas usinas hidrelétricas no país.

Desta época, já haviam diversos estudos que indicavam como negativa a construção de centrais hidrelétricas devido aos diversos impactos socioambientais provocados por sua construção. O estágio incipiente políticas ambientais na implementação à construção das grandes barragens no Brasil, como Sobradinho, Balbina, Itumbiara, Três Marias, entre outras, trouxe conseqüências ambientais irreparáveis e o deslocamento de diversas famílias atingidas pelo empreendimento.

² O Protocolo de Quioto entrou em vigor apenas quando a Rússia obteve sua ratificação, onde foi possível atingir sua meta mínima para o início de suas atribuições.

A mesma questão incide sobre a construção de pequenas centrais hidrelétricas – PCHs. Com a paralisação de sua construção devido aos grandes empreendimentos, e com sua retomada nos anos 1980, o incentivo à sua construção não abrangia as questões socioambientais³. Já na década de 1990, houve um novo enquadramento relativo às dimensões alcançadas e potência permitida, além da obrigatoriedade de estudos de impacto ambiental.

No início da década de 2000, com a problemática da crise elétrica em 2001, as aprovações das pequenas centrais hidrelétricas passaram a ter modelos simplificados para a publicação dos pedidos de licenciamento ambiental. A instituição do Relatório Ambiental Simplificado (RAS), foi em grande parte, devido à urgência em se ampliar o parque gerador elétrico brasileiro para combater a escassez de energia.

Dessa época são aprovadas diversas pequenas centrais hidrelétricas e a discussão sobre sua sustentabilidade começa a ser contestada. Nascimento & Drummond (2003, p.18) afirmam ser discutível a alternativa de construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs, uma vez que se arrisca a produzir uma degradação ambiental descontínua e disseminada entre localidades e atores diferenciados, sendo que o somatório de PCHs podem gerar impactos tão grandes ou maiores que uma UHE.

Outros autores, como Thiago Filho (*et al.*, 2003, p.193) afirmam: “É sabido que as PCHs, por serem pequenos empreendimentos, causam impactos muito inferiores aos provocados pelos projetos de grande porte. Dessa forma trazem mais benefícios do que causam danos ao meio ambiente”.

A escolha do tema desse trabalho deu-se em função das posições antagônicas em relação aos possíveis impactos causados através das Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs. A identificação das alterações antrópicas resultantes da construção de um ou de vários empreendimentos em uma mesma sub-bacia pode ter configurações diferentes.

³ Esta obrigatoriedade deu-se apenas a partir da instituição do licenciamento ambiental através da publicação da Resolução do CONAMA n° 01/86, onde tornou-se obrigatório a elaboração de estudos de impacto ambiental para atividades potencialmente causadoras de danos ambientais, isso incluía as pequenas centrais hidrelétricas.

Ao construir apenas uma pequena central hidrelétrica numa sub-bacia, essa pode sim ter um efeito pequeno se comparada a um grande empreendimento, além de agir positivamente no incremento de universalização de energia, a partir do desenvolvimento da localidade. Por outro lado, gera menos energia que uma grande central, entretanto, essa mesma energia é focalizada para o atendimento local e não no atendimento ao Sistema Interligado Nacional – SIN.

A outra suposição é a construção de diversas PCHs disseminadas pela mesma sub-bacia, o que pode caracterizar uma degradação ambiental descontínua. Entretanto, a amplitude da sub-bacia é fundamental para a determinação da magnitude do impacto, além das questões de desenvolvimento socioeconômico local a partir da oferta de energia.

Para este segundo caso, a hipótese desse trabalho baseia-se na construção de um modelo dinâmico aplicado numa localidade relativamente isolada com previsão de sete PCHs na sub-bacia do rio Corrente, localizada na sub-bacia 21 da bacia do rio Tocantins, alto Tocantins.

A formulação do modelo conceitual parte de um estudo de caso de uma PCH em construção na localidade, a PCH Mambaí II, no município de Sítio d'Abadia. Este estudo de caso foi necessário para compreender a dinâmica local e os aspectos socioambientais envolvidos no processo, assim como para a escolha das variáveis presentes na construção da modelagem dinâmica.

Para a aplicação do modelo, a situação inicial irá considerar as duas PCHs em operação na sub-bacia do rio Corrente, as PCHs Santa Edwiges I e II. A situação final irá considerar todas as PCHs da região: I) em operação, PCHs Santa Edwiges I e II; II) em construção, PCHs Santa Edwiges III e Mambaí II; e III) em projeto, viabilidade e inventário, PCHs Alvorada, Vermelho I e Vidal⁴, totalizando 66,0MW de energia produzida.

⁴ Estas três PCHs em projeto, viabilidade e inventário e que estão em cascata no rio Corrente, foram descartadas suas possibilidades de construção pela Agência Ambiental de Goiás e Ministério Público do Estado de Goiás, ao caracterizar que seus barramentos poderiam oferecer riscos de desmoronamento. Em todo caso a licença de funcionamento da PCH Mambaí II foi aprovada devido a um acordo entre o Consórcio Produtores de Energia – CPE, responsável por estes empreendimentos, e os órgãos fiscalizadores do estado de Goiás, Agência Ambiental e MP, que não haveria nenhum empreendimento à jusante de Mambaí II. Entretanto, o estudo de caso considera a possível existência deste barramentos em cascata.

USINAS	POTÊNCIA (MW)	ÁREA INUNDADA (KM ²)	OPERAÇÃO (ANO)	Município	RIO
PCH Santa Edwiges I	10,10	2,52	2005	Burinópolis	Piracanjuba
PCH Santa Edwiges II	13,00	2,89	2005	Mambaí	Buritis
PCH Mambaí II	12,00	0,29	2008	Sítio d'Abadia	Corrente
PCH Santa Edwiges III	6,50	1,00	2009	Buritinópolis / Posse	Buritis
PCH Alvorada	10,30	5,90	inventário	Alvorada do Norte	Corrente
PCH Vermelho I	7,80	2,90	inventário	Alvorada do Norte	Corrente
PCH Vidal	6,30	2,25	inventário	Alvorada do Norte	Corrente

Quadro 1: Dados das PCHs da sub-bacia do rio Corrente.

Fonte: Secretaria de Infra-Estrutura do estado de Goiás – SEINFRA, Parque Gerador Elétrico do estado de Goiás, junho de 2007.

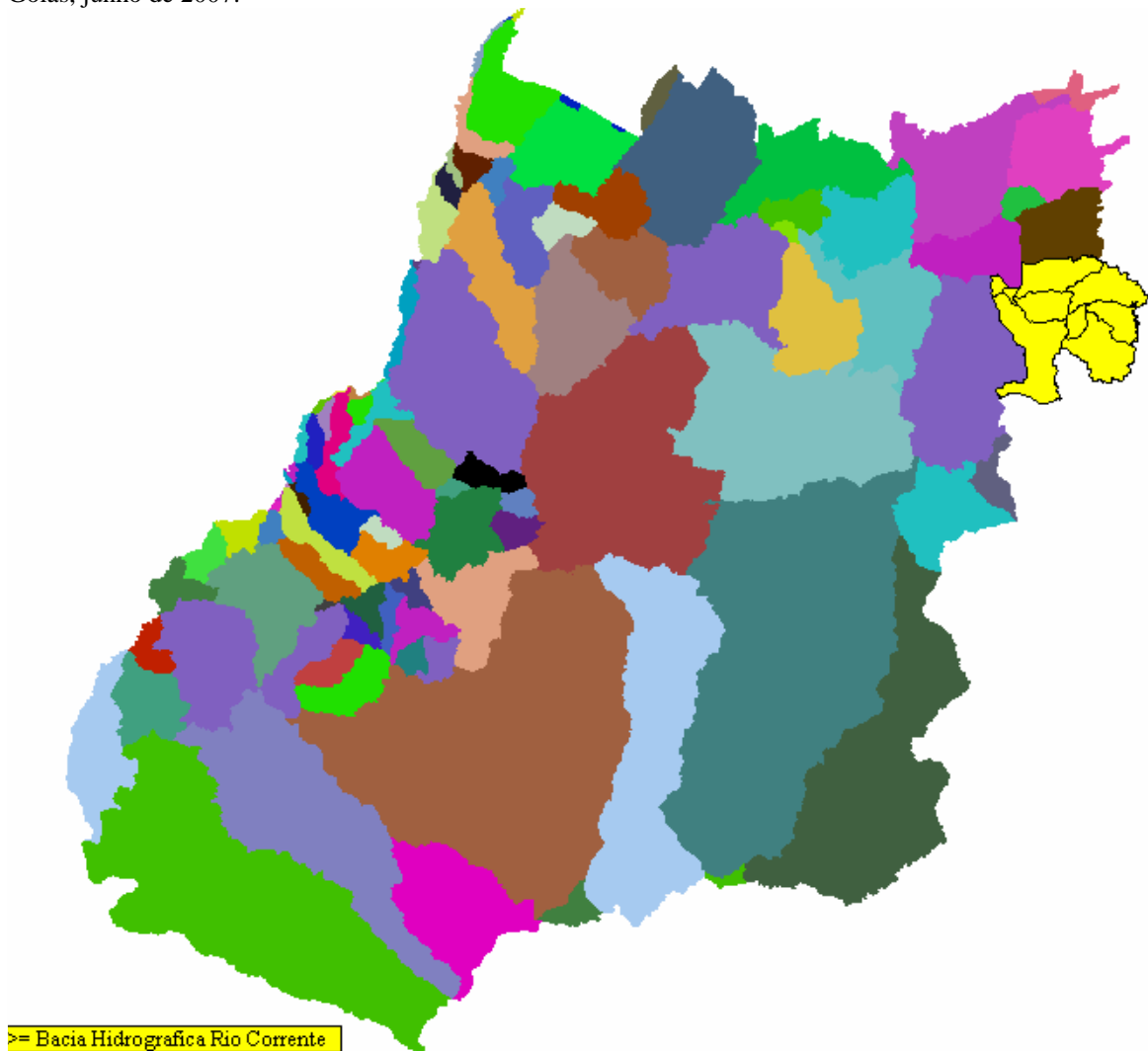


Figura 1: Estado de Goiás e divisão por sub-bacias, sub-bacia do rio Corrente e municípios que pertencem.
Fonte: Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás – SIEG, 2008.

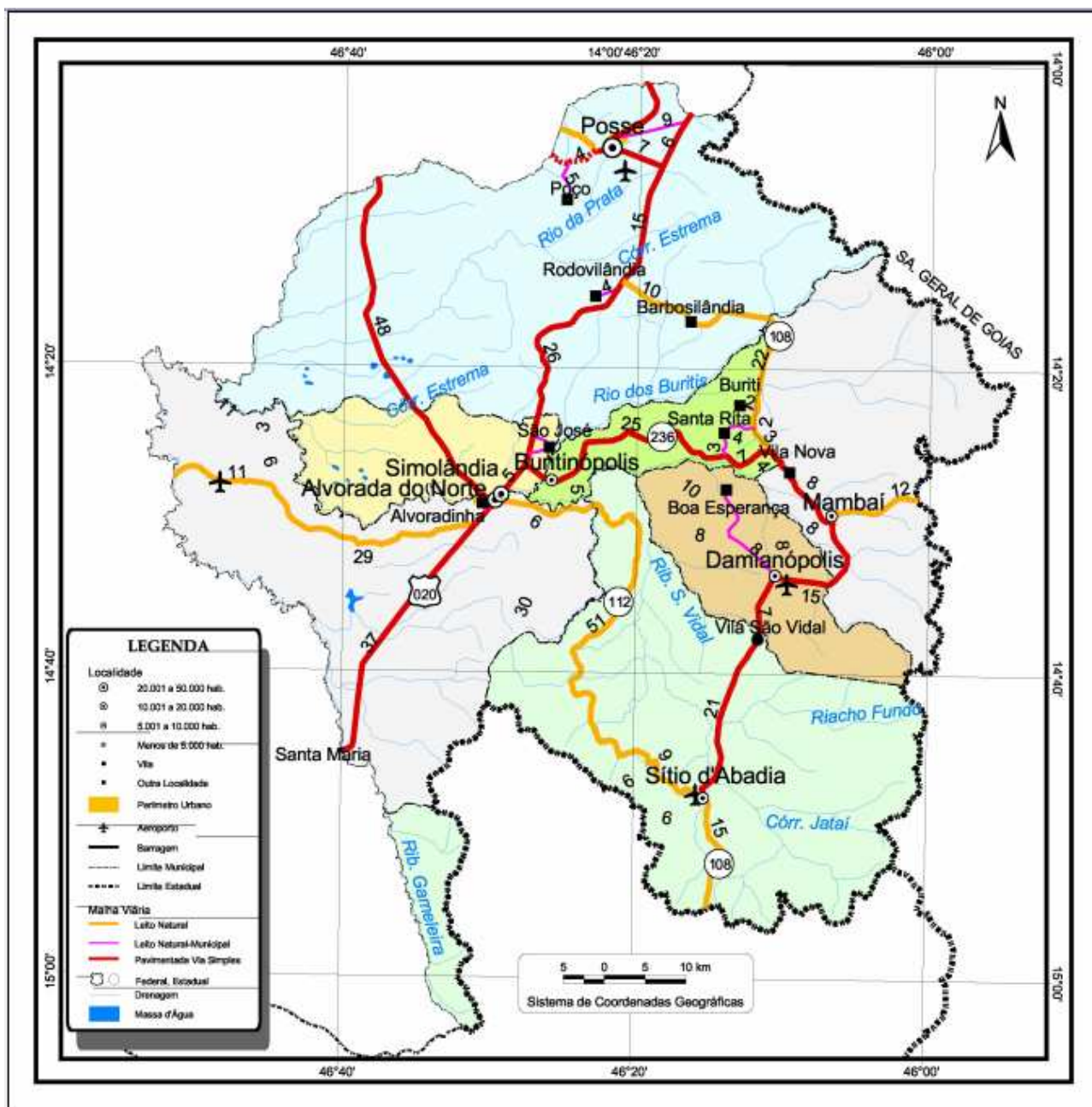


Figura 2: Municípios pertencentes ao Vão do Paranã, inseridos na sub-bacia 21
 Fonte: Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás – SIEG, 2008.

Dentre as PCHs acima descritas, duas foram elegíveis dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, PCHs Santa Edwiges I e II e duas são pertencentes ao Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, PCHs Santa Edwiges III e Mambáí II. A região do estudo de caso é a mais isolada do estado de Goiás,

característica de uma região periférica da área nuclear da economia e do poder político do estado de Goiás⁵.

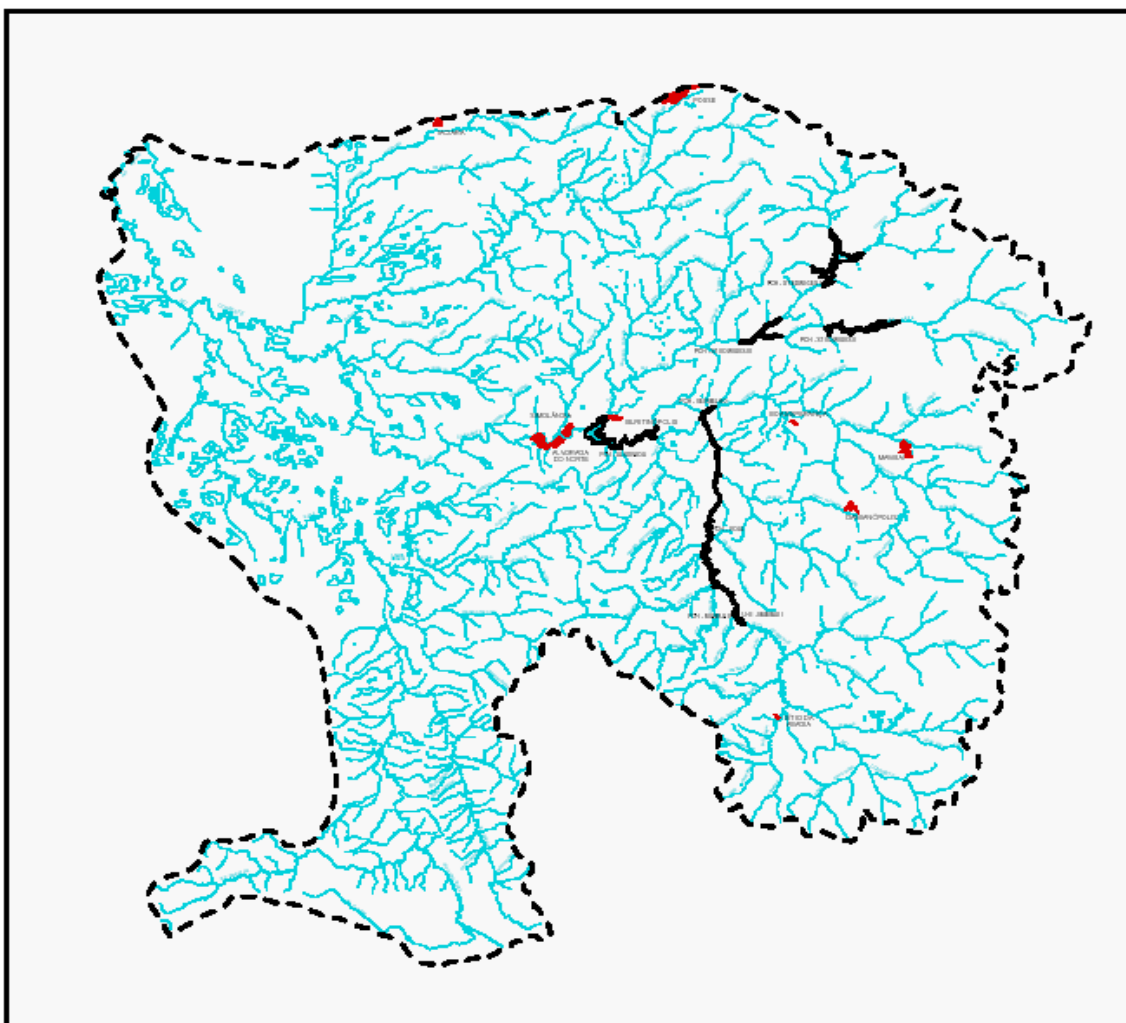


Figura 3: Vista da sub-bacia do rio Corrente, inserido na sub-bacia 21
Fonte: Centro Tecnológico de Engenharia – CTE, 2007.

Esse traço prevalece mesmo sendo uma localidade de ocupação antiga formada inicialmente por quilombolas. O primeiro município a ser constituído foi Sítio d’Abadia, em 1850, através da doação de terras de fazendeiros da região para a formação de um arraial. Durante o trabalho de campo foi identificado localidades onde a disponibilidade de energia elétrica não é constante, o que evidencia um entrave para o desenvolvimento da região.

⁵ Mapas do IBGE sobre a localidade estão em anexo.

A baixa antropização da localidade salienta ainda mais os impactos que possam surgir, onde o bioma local é caracterizado pelos Cerrados. O Cerrado brasileiro é um ecossistema que já atingiu o seu clímax evolutivo, ou seja, é um ambiente altamente especializado num estado de equilíbrio em que o coeficiente de produção de novas espécies é igual ao da extinção de espécies existentes. Isso significa que as menores alterações nas condições do ambiente ou habitat produzem pequenas flutuações em torno da posição de equilíbrio, tornando-o extremamente sensível a alterações antrópicas (BARBOSA, 1999). A partir desse pressuposto, a construção da modelagem apresenta cinco estruturas de interligadas: população, economia, energia, recursos hídricos e recursos naturais.

OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é realizar a construção sistêmica de um modelo dinâmico, a fim de compreender e avaliar o comportamento temporal das alterações antrópicas da implantação de sete Pequenas Centrais Hidrelétrica – PCHs na sub-bacia do rio Corrente.

Para tanto, foram definidos os objetivos específicos a partir dos quais será possível identificar dentro do modelo a perspectiva de um cenário futuro.

- 1) Apresentar o diagnóstico das sete PCHs e o desenho da localidade com suas potencialidades e fraquezas, a partir das discussões propostas na dissertação.
- 2) Discutir as lacunas e/ou os requisitos existentes para que as PCHs sejam capazes de gerar energia dentro dos conceitos do Desenvolvimento Sustentável.
- 3) Verificar através da ferramenta computacional STELLA[®] a relação entre a construção de PCHs e seus impactos sobre os recursos naturais e socioeconômicos. Como o modelo é dinâmico e conceitual, a integração entre as variáveis das estruturas possuem conexões que são catalisadas entre si. Isso provoca o equacionamento dos fatores que geram conflitos, que finalmente se convertem na representação do sistema e na proposição de elementos para a tomada de decisões.

4) Estabelecer parâmetros positivos e negativos entre os conflitos apresentados dentro do modelo e a universalização de energia elétrica a partir dos mecanismos de gestão integrada que a modelagem oferece.

METODOLOGIA, ORGANIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

A metodologia proposta para a elaboração dos objetivos citados, foi em primeiro lugar uma abrangente consulta bibliográfica relacionada ao tema. No caso da legislação pertinente ao setor elétrico, a pesquisa incluiu principalmente, documentos oficiais dos órgãos do setor elétrico: Ministério de Minas e Energia – MME, Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, Eletrobrás, Furnas, Operador Nacional do Sistema – ONS, Empresa de Pesquisa Energética – EPE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas – CERPCH, dissertações, teses, doutrinas jurídicas e artigos científicos sobre o assunto. A maioria desses documentos foi acessada por meio eletrônico. Durante a elaboração da dissertação, estes dados foram reexaminadas várias vezes, a fim de verificar alterações realizadas pelas instituições de pesquisa nesse período.

Além desses documentos, foram utilizados estudos técnicos realizados por esses órgãos em parceria com empresas de consultoria contratadas para auxiliar na transparência dos novos rumos do setor elétrico após a privatização, como a *Coopers & Lybrand*.

Para a complementação da pesquisa junto ao fator ambiental, foram utilizados documentos oficiais do Ministério do Meio Ambiente – MMA, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais – IBAMA, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, dissertações, teses, artigos científicos e principalmente doutrina e jurisprudência do Direito do Ambiente. Grande parte dos documentos foi acessada em meio eletrônico e outra parte através da literatura específica em livros jurídicos.

Quanto à abordagem das emissões de gases de efeito estufa e do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, foram consultados documentos oficiais do Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT, Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima – CIMGC, Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas – CERPCH, livros, dissertações, teses, participações em palestras e consulta de artigos científicos nacionais e internacionais.

Para a elaboração do estudo de caso foram utilizados os documentos referentes ao Relatório Ambiental Simplificado – RAS da PCH Mambai II, ao Programa Básico Ambiental – PBA da PCH Mambai II, o estudo da sub-bacia do rio Corrente da empresa de consultoria Centro Tecnológico de Engenharia – CTE, à Secretaria de Planejamento do estado de Goiás – SEPLAN-GO, à Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação – SEPIN-GO, à Secretaria de Infra Estrutura do estado de Goiás – SEINFRA-GO, à Agência Goiana de Meio Ambiente – AGMA, Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídrico do estado de Goiás – SEMARH-GO, à Agência Rural do estado de Goiás, à Agência Goiana de Cultura – AGEPEL-GO, à Agência Goiana de Turismo – AGETUR-GO, ao Instituto do Trópico Subúmido da Universidade Católica de Goiás – ITS/UCG, ao Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia da Universidade Católica de Goiás – IGPA/UCG, ao Museu Antropológico da Universidade Federal de Goiás, ao Ministério do Trabalho e Emprego, ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEADATA. Parte dos documentos foi acessada em meio eletrônico, outra parte através de entrevistas com os gestores responsáveis pelo planejamento da região e outra parte de literatura disponível nas universidades do estado de Goiás.

Nas entrevistas realizadas *in loco*, cujo *survey* está em anexo, houve a preocupação em, por um lado ouvir especialistas da área, principalmente gestores públicos da área de meio ambiente e planejamento, e por outro as populações residentes local, próximos à área de construção da usina e os envolvidos na construção da barragem, como os engenheiros e mão-de-obra especializada. Também houve entrevista com trabalhadores rurais e fazendeiros da região. Estas entrevistas foram realizadas pessoalmente.

Após a conclusão das entrevistas, estas foram tratadas da seguinte forma: I) as entrevistas com a população local serviram de base para o conhecimento das peculiaridades regionais, tais como os arranjos produtivos locais, as relações sociais e com o poder local, os conhecimentos tradicionais, as percepções sobre a chegada de grandes empreendimentos e as oportunidades esperadas por esta população; II) as entrevistas com os gestores públicos e às empresas ligadas ao empreendimento auxiliaram na coleta de dados não oficiais tais como a situação em que se encontra cada empreendimento constante no modelo, as deliberações tomadas pelo poder público como a Agência Goiana de Meio Ambiente e Ministério Público de Goiás, a situação política de cada localidade, questões ambientais relativas a cada empreendimento e o interesse do desenvolvimento do nordeste goiano como uma nova fronteira agrícola.

A modelagem partiu do tratamento das informações relativas à localidade. Num primeiro esboço haveria apenas quatro estruturas de interação: recursos naturais, população, economia e potencial energético. Perante a dificuldade de trabalhar recursos hídricos dentro de recursos naturais, o modelo passou a ter cinco estruturas de interação: recursos naturais, recursos hídricos, população, economia e potencial energético. Assim instituído, iniciou o processo de coleta de dados oficiais referente ao modelo idealizado.

Buscando satisfazer os objetivos propostos, a organização da dissertação deu-se da seguinte forma:

O capítulo 1 aborda os conceitos do que seja uma Pequena Central Hidrelétrica, com sua justificação jurídica e ambiental; a contextualização do setor elétrico brasileiro e o novo modelo setorial; as novas ferramentas de avaliação de impacto ambiental que buscam a gestão integrada; e os principais mecanismos de incentivo à construção de pequenas centrais hidrelétricas.

O capítulo 2 complementa a abordagem do segundo capítulo apresentando as diferenças entre grandes e pequenas centrais hidrelétricas; seus impactos referentes ao porte do empreendimento; são apresentados estudos sobre as emissões de gases de efeito estufa provenientes de reservatórios hidrelétricos; e uma breve análise entre a construção de PCHs x UHEs a partir de indicadores entre potência gerada, área alagada e população atingida.

O capítulo 3 apresenta a conceituação sobre modelos dinâmicos e os elementos presentes em sua interface aplicado a sub-bacia do rio Corrente com sete PCHs inseridas neste cenário. São analisadas as estruturas individualmente: fatores econômicos, fluxo populacional, potencial hidroenergético, recursos hídricos e recursos naturais, nesta ordem. Ao fim é contextualizada uma abordagem tanto com os aspectos positivos da construção das pequenas centrais hidrelétricas pela universalização dos serviços de energia, quanto dos aspectos negativos dos conflitos que podem surgir da sua construção. Lembrando que os modelos não apresentam soluções prontas, mas indicam caminhos para a tomada de decisão e na formulação de políticas públicas para os conflitos apresentados.

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DAS PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a atual perspectiva da construção de pequenas centrais hidrelétricas, a evolução da questão ambiental e os mecanismos de incentivo à construção de pequenas centrais hidrelétricas.

Desta forma, será abordado preliminarmente um panorama sobre as Pequenas Centrais Hidrelétricas no setor elétrico brasileiro e a questão socioambiental. As discussões sobre os mecanismos de incentivo à construção de pequenas centrais hidrelétricas servirá de pano de fundo para a proposição sobre as vantagens de uma PCH.

1.1 PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

As primeiras referências quanto ao enquadramento de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) foram apresentadas no Manual de Pequenas Centrais, editado no ano de 1982 pelo consórcio formado entre o Ministério de Minas e Energia – MME, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE e a Eletrobrás por ocasião da edição do primeiro Programa Nacional de PCH – PNPCH, por meio da portaria DNAEE nº 109. De acordo com este manual classificavam-se como PCHs os aproveitamentos hidrelétricos que estivessem enquadrados de acordo com as seguintes condicionantes:

- operação a fio d'água ou no máximo com reservatório de regularização diária;
- barragens e vertedouros com altura máxima de até 10 metros;
- não utilização de túneis;
- estruturas hidráulicas, no circuito de geração, para vazão turbinável de, no máximo 20m³/seg;
- unidades geradoras com potência individual de até 5 MW;
- potência instalada total de, no máximo, 10 MW (CLEMENTE, 2001, p.38).

O número excessivo de condicionantes, a falta de incentivo de mercado, cujas tarifas eram fortemente controladas pelo governo federal que fazia delas uma ferramenta de controle da inflação, e a falta de uma linha de crédito para o setor criaram dificuldades para o desenvolvimento do programa. Diante das dificuldades, em 1984, o DNAEE por meio da Portaria n° 125 tratou de amenizar este enquadramento e em 1987, pela Portaria DNAEE n° 136, de 06 de outubro, foram publicadas as novas condicionantes para que um empreendimento fosse considerado PCH, desta vez com apenas duas exigências: a potência deveria ser inferior a 10 MW, com unidades geradoras de, no máximo, 5 MW (TIAGO FILHO & NOGUEIRA, 2004).

O único motivo da limitação de cada unidade geradora em 5 MW era a garantia que a indústria nacional teria condições de produzir este tipo de equipamento. Contudo, a simplificação no conceito de PCH não implicou em aumento do número de empreendimentos. De fato, a retirada das outras limitações permitiu a execução de empreendimentos empresarialmente e ambientalmente inadequados. Apesar das distorções aparentes, até o ano de 1998 nada havia sido feito para reparar ou melhorar tal conceito (CLEMENTE, 2001).

No ano de 1996, com a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) pela Lei n° 9.427, o setor elétrico brasileiro passou por uma reestruturação. Entre as medidas adotadas pela ANEEL, houve um novo enquadramento dado as PCHs por meio da Lei n° 9.648, de 27 de maio de 1998.

Art. 26. Depende de autorização da ANEEL:

I – o aproveitamento de potencial hidráulico de potência superior a 1.000kW e igual ou inferior a 30.000kW, destinado a produção independente ou autoprodução, mantidas as características de pequena central hidrelétrica;

A nova referência diz respeito à parte final da definição, “[...] mantidas as características de pequena central hidrelétrica”, em que pode resultar como uma interpretação de referência ao conceito e filosofia⁶ da concepção do empreendimento e não da estrutura física, capacidade de geração e armazenamento de água. A proposta de regulamentação da Lei n° 9.648/98 foi encaminhada a uma audiência pública conduzida pela ANEEL, que definiu as

⁶ Anterior a 1982, as PCHs eram, em sua grande maioria, usinas com potência inferior a 1MW, de construção simplificada, com atendimento elétrico local, e não atendiam o Sistema Interligado Nacional (SIN).

características de uma PCH através da Resolução n° 394, de 04 de dezembro de 1998 (CLEMENTE, 2001, p.39).

A partir deste momento eram consideradas PCHs os aproveitamentos hidrelétricos com as seguintes características: potência superior a 1 MW e igual ou inferior a 30 MW e com área total do reservatório igual ou inferior a 3,0 Km², sendo delimitada pela cota d'água associada à vazão de cheia⁷ com tempo de recorrência de 100 anos. Caso o aproveitamento não atendesse a condição de área máxima inundada poderia ser enquadrado, também, na condição de PCH, considerando-se as especificidades regionais⁸, desde de que deliberado pela Diretoria da ANEEL, com base em parecer técnico que contemplasse, entre outros, aspectos econômicos e socioambientais. Entretanto, mesmo com todas estas propostas, os critérios não eram claros e traziam, em muitos casos situações dúbias, dificultando a análise, aprovação e a viabilização do empreendimento.

Mais uma vez os parâmetros das PCHs foram reeditados, com vistas a estimular investimentos, aumentar a competitividade do setor e conceituar os atributos de uma PCH. A Resolução da ANEEL n° 652, de 09 de dezembro de 2003, editada após diversos estudos e contribuições da Audiência Pública n° 17, realizada no período de 17 de setembro a 13 de dezembro de 2002, revogando, assim, a Resolução da ANEEL n° 394/98. A Resolução n° 652/03 manteve os mesmos limites para a potência e modalidade do aproveitamento hidrelétrico. A principal alteração trazida é quanto a área do reservatório. Caso o limite de 3,0 Km² seja excedido, o aproveitamento ainda será considerado com características de PCH se forem atendidas pelo menos duas condições:

A primeira condição é o atendimento à inequação:

$$A \leq \frac{14,3 \times P}{Hb} \quad (1)$$

Equação 01: Inequação de atendimento à pequenas centrais hidrelétricas
Fonte: Resolução da ANEEL n° 652, de 09 de dezembro de 2003

⁷ Vazão a cheia é considerada a vazão catastrófica, utilizada em cálculos de dimensionamento da barragem.

⁸ Compreende-se por especificidades regionais o relevo, as condições climáticas, a vazão do rio, o valor econômico das terras e a população local.

Sendo:

P = Potência instalada em (MW);

A= Área do reservatório em (Km²);

Hb= Queda bruta em (m), definida pela diferença entre os níveis d'água máximo normal de montante e normal de jusante.

Nessa expressão a área não poderá exceder 13,0 Km², área máxima da maior parte dos reservatórios das PCHs da região norte e nordeste, sendo agora definida pelo nível d'água máximo à montante do barramento.

A segunda condição é caso o reservatório cujo dimensionamento, comprovadamente, foi baseado em outros objetivos que não o da geração de energia elétrica. Ou na hipótese de que o reservatório seja destinado ao uso múltiplo, conforme condições estipuladas pela Agência Nacional de Águas (ANA) e Comitês de Bacias Hidrográficas, as dimensões do reservatório serão definidas quanto à sua competência e destinação.

1.1.1 Evolução do cenário de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs

A inserção de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs no Brasil deu-se no século XIX, com o primeiro aproveitamento hidrelétrico construído em 1883, no Ribeirão do Inferno, afluente do Rio Jequitinhonha, Diamantina, Minas Gerais, para a extração de diamante e outros minerais.

O segundo aproveitamento foi concebido para atender a necessidade de energia da Companhia Fiação e Tecidos São Silvestre, em 1885, no município de Viçosa, Minas Gerais. Em 05 de novembro de 1889, a Usina Hidrelétrica Marmelos / Bernardo Mascarenhas, no Rio Paraibuna, em Juiz de Fora, Minas Gerais, considerada o “marco zero”, fora construída para o atendimento de serviços públicos urbanos e para a indústria têxtil com capacidade de geração de 250 kW (ELETROBRÁS, 2007).

Diversas pequenas centrais hidrelétricas foram construídas entre os anos de 1890 e 1940⁹ para o fornecimento de energia de serviços públicos de iluminação e para atividades econômicas como mineração, beneficiamento de produtos agrícolas, fábricas de tecidos e serrarias. Durante este período, a hidroeletricidade estava atrelada ao posicionamento dos consumidores próximos a quedas d'água (DIAS, 1988).

No início da segunda metade do século XX, os investimentos em energia foram canalizados para as obras de grande geração na busca de economia de escala, relegando as PCHs o segundo plano.

A crise do petróleo em 1973 estimula o Estado brasileiro a ter auto-suficiência energética, substituindo o uso de combustíveis fósseis pela eletricidade nas indústrias eletrointensivas, aumentando consideravelmente o tamanho das hidrelétricas no país. Entretanto, as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste permaneciam marginalizadas à distribuição energética. Tais demandas não despachadas pelo Sistema Interligado Nacional (SIN) poderiam ser absorvidas por pequenas centrais geradoras de eletricidade, tanto para atendimento da população quanto para atendimento de indústrias.

Antes da reestruturação do setor elétrico brasileiro, o ambiente de contratação de energia era completamente regulado pelo Estado. Conseqüentemente, as PCHs não eram consideradas competitivas se comparadas as centrais hidrelétricas de maior porte, ou mesmo com outras fontes de geração de energia elétrica. Uma das causas principais a esta baixa competitividade eram os poucos incentivos oferecidos pelo Governo Federal para a implantação de PCHs e a menor preocupação ambiental que os grandes empreendimentos poderiam causar.

A introdução de um mercado competitivo dentro do setor elétrico, ampliou a procura por geração descentralizada, ou seja, geração em escalas menores como PCHs, solar, eólica e biomassa, já que o ambiente de contratação assumiu duas posições distintas: ambiente livre¹⁰

⁹ O Grupo Light 1897 e o Grupo American Foreign Power Company (Amforp) monopolizaram o setor de geração, transmissão e distribuição entre os anos de 1900 a 1965 (BRITO, 2001).

¹⁰ Ambiente de Contratação Livre (ACL) – compreende a contratação de energia para o atendimento aos consumidores livres, por intermédio de contratos livremente negociados (MME, 2003, p.10).

e ambiente regulado¹¹. Tal posicionamento permite um número maior de agentes¹² participando deste ambiente comercial, com o poder de atender o consumidor final diretamente (consumidor livre) e as eventuais sobras não contratadas podem ser liquidadas no mercado de curto prazo¹³ (*spot*), pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE.

Até o ano de 1997, havia no Brasil em torno de 1.878 PCHs identificadas e que correspondiam a uma capacidade total instalada de 1.111,3 MW. Destas centrais, 1.089 não se conhecia o estado operacional, 428 centrais estavam abandonadas, sete se encontravam em fase de reativação, três centrais estavam sendo reformadas e 331 centrais encontravam-se em operação, correspondendo a geração de 604,7 MW (TIAGO FILHO *et al*, 2003, p.184).

Segundo dados da ANEEL de janeiro de 2008, há no Brasil, 292 PCHs em operação, com capacidade de geração de 1.843,148 MW ou 1,81% do total de energia produzida no país, 66 PCHs em construção com capacidade de geração de 1.171,300 MW e outros 177 empreendimentos outorgados entre os anos de 1998 e 2008, com capacidade de geração 2.703,675 MW.

DADOS GERAIS DAS PCHS NO BRASIL			
Tipo	Quantidade	Potência (MW)	%
PCHs em operação	292	1.843,148	32,24
PCHs em construção	66	1.171,300	20,48
PCHs outorgadas	177	2.703,675	47,28
Total	535	5.718,123	100,00

Quadro 2: Dados gerais das PCHs no Brasil.

Fonte: ANEEL, Banco de Informações de Geração, janeiro, 2008.

¹¹ Ambiente de Contratação Regulada (ACR) – compreende a contratação de energia para o atendimento aos consumidores de tarifas regulados (consumo dos distribuidores) por meio de contratos regulados com o objetivo de assegurar a modicidade tarifária (MME, 2003, p.09)

¹² Os agentes com participação obrigatória na CCEE são divididos nas categorias de geração, de distribuição e de comercialização, da seguinte forma: I – categoria de geração, subdividida em: a) classe dos agentes geradores concessionários de serviço público; b) classe dos agentes produtores independente; e c) classe dos agentes autoprodutores. II – categoria de distribuição, composta pela classe dos agentes de distribuição, assim definidos no inciso IV do § 2º do art. 1º do Decreto nº 5.163, de 2004; e III – categoria de comercialização, subdividida em: a) classe dos agentes importadores e exportadores; b) classe dos agentes comercializadores; e c) classe dos agentes consumidores livres (Decreto nº 5.177, art. 5º).

¹³ O mercado *Spot* ou o mercado de energia livre funciona como uma Bolsa de Mercadorias. Toda a energia elétrica faltante ou excedente dos contratos bilaterais é, respectivamente, comprada e vendida no CCEE, a um preço único (preço da CCEE ou preço *Spot*), que depende da oferta e da procura (Duke Energy, 2007).

As PCHs têm-se tornado atrativas não só pelos benefícios institucionais favoráveis à sua implantação, como também uma maior simplicidade em sua concepção e operação se comparado a uma grande central geradora, mas principalmente pela questão ambiental que a rege, sendo considerada uma fonte de energia renovável com menor impacto socioambiental¹⁴.

1.2 BENEFÍCIOS E VANTAGENS INSTITUCIONAIS FAVORÁVEIS À IMPLEMENTAÇÃO DE PCHS

Após a reestruturação do setor elétrico, uma série de leis, resoluções e decretos foram desenvolvidos com a finalidade de regular e regulamentar o setor, além de criar mecanismos para a atratividade de investimentos, ou seja, para que a competitividade no setor elétrico estabelecesse um ambiente de comercialização onde houvesse um número maior de agentes participando e atendendo o consumidor final diretamente (consumidor livre¹⁵) ou podendo liquidar as eventuais sobras não contratadas no mercado de curto prazo (*spot*). Os incentivos regulatórios para as PCHs que abrangem a atratividade econômica e fomentação para implantação de centrais, segundo a ANEEL (2003, p.25) são:

- 1) Autorização não-onerosa para explorar o potencial hidráulico (Lei n° 9.074, de 07 de julho de 1995, e Lei n° 9.427, de 26 de dezembro de 1996);
- 2) Descontos não inferiores a 50% nos encargos de uso dos sistemas de transmissão e distribuição (Lei n° 10.438, de 26 de abril de 2002; Resolução da ANEEL n° 281, de 10 de outubro de 1999; e Resolução da ANEEL n° 219, de 13 de abril de 2003);

¹⁴ Alguns autores consideram as PCHs como empreendimento de baixo impacto. No caso de Tiago Filho (*et al*, 2003, p.193), o autor apresenta as PCHs, como: “É sabido que as PCHs, por serem pequenos empreendimentos, causam impactos muito inferiores aos provocados pelos projetos de grande porte. Dessa forma trazem mais benefícios do que causam danos ao meio ambiente”. Para Reis (2003, p.11), o incremento de PCHs no Brasil tem-se dado por: “(...) esforços têm sido dirigidos a incentivar a execução de usinas menores e locais e mesmo a recapacitação daquelas centrais desativadas. Tais esforços estão em consonância com as modificações estruturais em andamento na área de energia elétrica no Brasil: descentralização, privatização, aumento da confiabilidade, menores impactos socioambientais, técnicas modernas para a diminuição dos custos”.

¹⁵ Consumidores Livres: consumidores com carga igual ou superior que 3.000 kW, atendidos em qualquer nível de tensão, são considerados consumidores livres e poderão optar entre: 1) continuar sendo atendidos pelo distribuidor local; 2) comprar energia diretamente de um produtor independente, ou; 3) comprar energia por meio de um comercializador. A condição de consumidor livre enseja a celebração de uso do sistema de transmissão e distribuição e de contratos de conexão, garantindo o livre acesso a esses sistemas. Em qualquer caso, o contrato de uso deverá ser de, no mínimo, 3 MW (MME, 2003, p.54).

- 3) Livre comercialização de energia com consumidores ou conjunto de consumidores reunidos por comunhão de interesse de fato ou de direito, cuja carga seja igual ou superior a 500kW (Lei n° 9.648, de 27 de maio de 1998 e, Lei n° 10.438, de 26 de abril de 2002);
- 4) Livre comercialização de energia com consumidores ou conjunto de consumidores reunidos por comunhão de interesse de fato ou de direito, situados em sistema elétrico isolado, cuja carga seja igual a 50kW (Lei n° 10.438, de 26 de abril de 2002);
- 5) Isenção relativa à compensação financeira pela utilização de recursos hídricos (Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e Lei n° 9.427, de 26 de dezembro de 1996);
- 6) Participação no rateio da Conta de Consumo de Combustível – CCC, quando substituir geração térmica a óleo diesel, nos sistemas isolados (Lei n° 10.438, de 26 de abril de 2002);
- 7) Isenção de aplicação, anualmente, de no mínimo um por cento (1%) da receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico – P&D (Lei n° 9.991, de 24 de julho de 2000);
- 8) Comercialização das energias geradas pelas Pequenas Centrais Hidrelétricas com concessionárias de serviço público tendo como teto tarifário o valor normativo estabelecido conforme a Resolução da ANEEL n° 248, de 06 de maio de 2002;
- 9) MRE – Mecanismo de Relocação de Energia para centrais hidrelétricas conectadas ao sistema interligado e não despachadas centralizadamente pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS (Decreto n° 2.655, de 02 de janeiro de 1998, com a redação dada pelo Decreto n° 3.653, de 07 de novembro de 2000, e Resolução da ANEEL n° 169, de 03 de maio de 2001; complementada pelo Decreto n° 5.163, de 30 de julho de 2004);

10) PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica instituído com o objetivo de aumentar a participação de energia elétrica produzida por empreendimentos de produtores independentes autônomos¹⁶, concebidos com base em PCH, fontes eólica e biomassa, mediante procedimentos estabelecidos¹⁷ nas Leis n° 10.438, de 26 de abril de 2002, Lei n° 10.762, de 11 de novembro de 2003, e Decreto n° 4.541, de 23 de dezembro de 2002¹⁸.

Todos estes incentivos levaram o investidor procurar a viabilização para a construção de pequenas centrais hidrelétricas. Além disso, a questão ambiental no ano de 2001 com a crise energética e a promulgação da Resolução do CONAMA n° 279, de 27 de junho; que determina os procedimentos e prazos a serem aplicados, em qualquer nível de competência ao licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental¹⁹; reduziu o seu campo de atuação quanto às exigências socioambientais facilitando assim, a implantação de pequenas centrais hidrelétricas e outras fontes, como eólica, biomassa e térmica. Isso pode ser notado pelo número de autorizações de PCHs solicitados à ANEEL entre os anos de 1998 e 2007.

¹⁶ Produtor Independente Autônomo – PIA: um produtor independente autônomo de energia elétrica é considerado autônomo quando sua sociedade, não sendo ela própria concessionária de qualquer espécie, não é controlada ou coligada de concessionária de serviço público ou de uso de bem público de geração, transmissão ou distribuição de energia elétrica, nem de seus controladores ou de outra sociedade controlada ou coligada com o controlador comum, conforme o § 1° do art. 3° da Lei n° 10.438, de 2002; e Produtor Independente de Energia Elétrica – PIE: a pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização do poder concedente, para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco, conforme o art. 11 da Lei n° 9.074, de 07 de julho de 1995 (Decreto n° 5.025, de 30 de março de 2004).

¹⁷ No caso do PROINFA, a seleção de projetos estabeleceu alguns critérios de ordem de chamada: ser Produtor Independente Autônomo, o empreendimento que tiver a Licença de Implantação (LI) mais antiga (lista composta apenas de PIA), cada Estado não poderá ultrapassar o limite máximo de 165 MW de projetos selecionados, entre outras determinações. Para a seleção de projetos de produtores Não Autônomos, será respeitado o limite de contratação de 275 MW, destinado por lei a este tipo de empreendedor (PROINFA/MME, 2003, p.14).

¹⁸ Idem ao Guia do Empreendedor de Pequenas Centrais Hidrelétrica, 2003, p.25, editado pela ANEEL. O Guia foi elaborado a fim de auxiliar o empreendedor na decisão de investir na geração de energia elétrica, por intermédio da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas.

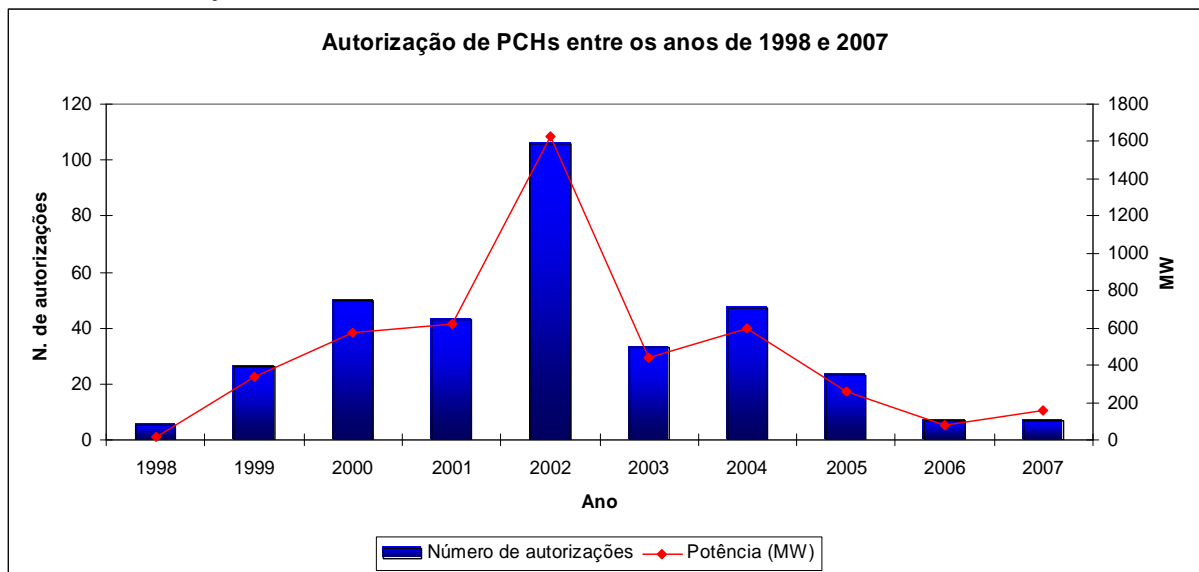
¹⁹ Idem Resolução do Conama n° 279/01, art. 1°.

Tabela 1: Acompanhamento de autorizações de PCHs entre os anos de 1998 e 2007.

ACOMPANHAMENTO DE AUTORIZAÇÕES DE PCHS ENTRE OS ANOS DE 1998 E 2007			
Ano	Quantidade	Potência (MW)	%
1998	5	15,76	0,33
1999	26	337,76	7,17
2000	50	576,22	12,22
2001	43	622,66	13,21
2002	106	1.625,77	34,49
2003	33	442,42	9,39
2004	47	597,82	12,68
2005	23	259,29	5,50
2006	7	80,14	1,70
2007	7	156,00	3,31
Total	347	4.713,84	100,00

Fonte: ANEEL, Autorizações e registros, janeiro, 2008.

Gráfico 1: Autorização de PCHs entre os anos de 1998 e 2007



Fonte: Elaboração própria da autora, janeiro de 2008.

Entretanto, tais benefícios e vantagens não significam a efetiva construção e operacionalização do empreendimento, que dependem entre outros fatores, da agilidade do empreendedor em obter a licença ambiental prévia da usina e a participação em mecanismos de incentivo à construção de pequenas centrais hidrelétricas.

1.2.1 As principais regulamentações envolvendo PCHs e seus incentivos

As Pequenas Centrais Hidrelétricas, após a implantação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL receberam fortes incentivos institucionais e regulamentais. Entre tais incentivos há aqueles que tratam dos investimentos e dizem respeito à organização do setor elétrico, à constituição dos órgãos governamentais, às políticas de desenvolvimento para infra-estrutura, à utilização dos recursos hídricos, à proteção do meio ambiente, aos programas setoriais de apoio, à celebração de contratos entre os agentes, aos processos de autorização do Poder Concedente, ao licenciamento ambiental, dentre outros. No caso de PCHs, as principais regulamentações estão tratadas abaixo:

1) Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989, institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências.

2) Lei n° 9.074, de 07 de julho de 1995, estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos, tratando especificamente de energia elétrica no capítulo II.

3) Lei n° 9.427, de 26 de dezembro de 1996, institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime de concessões de serviços públicos de energia elétrica.

4) Lei n° 9.648, de 27 de maio de 1998, altera dispositivos das Leis n° 3.890-A, de 25 de abril de 1961, n° 8.666, de 21 de junho de 1993, n° 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, n° 9.074, de 07 de julho de 1995 e n° 9.427, de 26 de dezembro de 1996.

5) Lei n° 9.991, de 24 de julho de 2000, dispõe sobre realização de investimento em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências.

6) Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária e universalização do Serviço Público de Energia Elétrica, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, a Conta de Desenvolvimento Energético - CDE, dá nova redação a diversas Leis e dá outras providências.

7) Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003, dispõe sobre a criação do Programa Emergencial e Excepcional de Apoio às Concessionárias de Serviços Públicos de Distribuição de Energia Elétrica e altera artigos de diversas Leis.

8) Resolução da ANEEL nº 281, de 10 de outubro de 1999, estabelece as condições gerais de contratação do acesso, compreendendo o uso e a conexão, aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica.

9) Resolução da ANEEL nº 169, de 03 de maio de 2001, estabelece critérios para a utilização do Mecanismo de Realocação de Energia – MRE, por centrais hidrelétricas não despachadas centralizadamente.

10) Resolução da ANEEL nº 248, de 06 de maio de 2002, atualiza procedimentos para o cálculo dos limites de repasse dos preços de compra de energia elétrica, para as tarifas de fornecimento.

11) Resolução da ANEEL nº 219, de 13 de abril de 2003, dá nova redação ao art. 22 da Resolução da ANEEL nº 281, de 01 de outubro de 1999, que estabelece as condições gerais de contratação do acesso, compreendendo o uso e a conexão dos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica.

12) Decreto nº 2.655, de 2 de janeiro de 1998, regulamenta o Mercado Atacadista de Energia Elétrica, define as regras de organização do Operador Nacional do Sistema Elétrico, de que trata a Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, e dá outras providências.

13) Decreto nº 3.653, de 07 de novembro de 2000, altera dispositivos do Decreto nº 62.724, de 17 de maio de 1968, que estabelece normas gerais de tarifação para as empresas concessionárias de serviços públicos de energia elétrica, e do Decreto nº 2.655, de 02 de julho de 1998, que regulamenta o Mercado Atacadista de Energia Elétrica, define as regras de

organização do Operador Nacional do Sistema Elétrico, de que trata a Lei n° 9.648, de 27 de maio de 1998, e dá outras providências.

14) Decreto n° 4.541, de 23 de dezembro de 2002, regulamenta artigos da Lei n° 10.438, de 26 de abril de 2002, que dispõem sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica PROINFA e a Conta de Desenvolvimento Energético - CDE , e dá outras providências.

15) Decreto n° 5.163, de 30 de julho de 2004, regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica e dá outras providências.

16) Resolução do CONAMA n° 01, de 23 de janeiro de 1986, define as situações e estabelece os requisitos e condições para desenvolvimento de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA.

17) Resolução do CONAMA n° 237 de 19 de dezembro de 1997, revisa procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a incorporar ao sistema de licenciamento os instrumentos de gestão ambiental e a integrar a atuação dos órgãos do SISNAMA na execução da Política Nacional do Meio Ambiente.

18) Resolução do CONAMA n° 279 de 27 de junho de 2001, determina os procedimentos e prazos a serem aplicados, em qualquer nível de competência ao licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental, tais como usinas hidrelétricas, usinas termelétricas, sistemas de transmissão de energia elétrica e usinas eólicas.

19) Resolução do CONAMA n° 302 de 20 de março de 2002, dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

1.2.2 Contextualização das regulamentações do setor elétrico

O Brasil é considerado um país rico em recursos naturais, entretanto, há carências em recursos energéticos primários²⁰ não-renováveis, como carvão, petróleo e gás natural. Baseado nesta condicionante buscou-se o desenvolvimento de uma economia em escala através da exploração do excedente energético produzido pelos recursos hídricos.

De modo geral, os recursos hídricos são utilizados no saneamento básico, no consumo humano, em atividades culturais e recreativas, navegação, mineração, piscicultura, na irrigação da agricultura, na pecuária, na indústria e na geração de energia elétrica, entre outros (MAUAD, *et al*, 2004).

A primeira regulamentação em benefício dos recursos hídricos e do seu potencial foi o Código de Águas²¹, pelo Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Para o Código de Águas o uso prioritário dos recursos hídricos era a geração de energia elétrica, com vistas a implantação de um sistema elétrico interligado e, conseqüentemente, na montagem de um parque industrial que tirasse do Brasil a condição de um país agrícola (MILARÉ, 2005).

A prioridade do governo federal durante os primeiros anos de industrialização do país era a ampliação do parque gerador e transmissor de energia elétrica. Tanto que ao final da década de 1930, foi criado o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica – CNAEE, pelo Decreto de Lei nº 1.699, de 24 de outubro de 1939, encarregado de múltiplas funções: manutenção de estatística hidrológica, interligações do sistema elétrico, regulamentação do Código de Águas e principalmente apoio técnico às decisões governamentais.

²⁰ As fontes energéticas em primárias são os produtos energéticos providos pela natureza na sua forma direta, como o petróleo, gás natural, carvão mineral, minério de urânio, lenha e outros (GOLDEMBERG, 2003).

²¹ Segundo Branco, 2002, p. 25-6, os princípios mais importantes do Código das Águas eram os seguintes: quedas d'água e outras fontes de energia hidráulica são declarados bens distintos e não integrantes das terras (Art. 145); as quedas d'água e outras fontes de energia hidráulica são incorporadas ao patrimônio da Nação, como propriedades inalienáveis e imprescritíveis (Art. 147); o aproveitamento industrial das quedas d'água e outras fontes de energia hidráulica será feito por concessão do Governo (Art. 178); as tarifas serão estabelecidas na base de serviços prestados pelo preço de custo (Art. 180); o capital das empresas será avaliado na base do custo histórico (Art. 180); as concessões só serão conferidas a brasileiros ou empresas organizadas no Brasil (Art. 195); a maioria dos diretores das empresas será constituída de brasileiros residentes no Brasil ou deverão as administrações destas empresas delegarem poderes de gerência exclusivamente a brasileiros (Art. 195); deverão estas empresas manter seus serviços no mínimo dois terços de engenheiros e três quartos de operários brasileiros (Art. 195).

A expansão do setor elétrico foi marcada pela criação de grandes empresas estaduais e federais²², culminando em 1962 com a organização da Eletrobrás S.A. Após a consolidação da Eletrobrás, empresas privadas como o Grupo Light e o Grupo Amforp foram adquiridas pelo Estado. A regulamentação do setor se deu pela criação do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE, pelo Decreto nº 63.951, de 31 de dezembro de 1968, em substituição ao CNAEE, vinculado ao Ministério de Minas e Energia – MME.

A grande extensão territorial do Brasil, com predomínio de planaltos ondulados, clima tropical predominante e sua vasta rede hidrográfica, com predominância do regime tropical pluvial, muito favoreceram a instalação de usinas geradoras de hidroeletricidade, mediante o aproveitamento do elevado potencial hidráulico existente (MAUAD, 2004). Entretanto, havia apenas uma preocupação: como evitar que as usinas num momento de baixa pluviosidade mantivessem a energia necessária para uma dada região.

A solução deste impasse foi à interconexão entre bacias hidrográficas ligadas e geridas pelo Sistema Interligado Nacional – SIN quando das alterações dos regimes pluviais entre regiões, a fim de mitigar o risco hidrológico que poderia levar a um déficit de energia em determinadas regiões.

A crise mundial do petróleo de 1973²³ estimulou o Estado a ter auto-suficiência energética. Segundo Sauer (2002, p.120), a crise elevou a questão energética à condição de variável fundamental na determinação do planejamento do setor público. Em 1974 é lançado o II Plano Nacional de Desenvolvimento que envolvia diversos programas, entre eles o programa de desenvolvimento do potencial hidrelétrico e o Programa Nuclear. O II PND teve como objetivo ampliar a base do sistema industrial e aumentar o grau de inserção da economia no sistema de divisão internacional do trabalho.

²² Chesf (1945), Furnas (1957), Eletrosul (1968) e Eletronorte (1972).

²³ O primeiro choque do petróleo ocorreu em 1973, quando os países do Oriente Médio descobriram que o petróleo é um bem não-renovável e que, por isso, iria acabar algum dia. Os produtores então diminuíram a produção, elevando o preço do barril de US\$ 2,90 para US\$ 11,65 em apenas três meses. As vendas para os EUA e a Europa também foram embargadas nessa época devido ao apoio dado Israel na Guerra do Yom Kippur (Dia do Perdão).

Na década de 1980, as alterações do sistema financeiro internacional e a crise da economia mexicana, provocaram no Brasil alterações nas taxas de juros, redução dos prazos de carência e, indiretamente, induziu a um acordo com o Fundo Monetário Internacional – FMI, restringindo a principal fonte de financiamento do setor elétrico, que, por sua vez, provocou uma redução drástica de investimentos de empresas estatais na geração de energia elétrica (MAUAD, 2004).

Desta época, surgiu o Plano Nacional de Pequenas Centrais Hidrelétricas, mas sem incentivos governamentais e de mercado. O objetivo era que não houvesse uma total paralisação de investimentos no setor elétrico. Ainda na década de 1980, a questão ambiental passa a ser pauta na esfera governamental e social, sendo que a partir de 1986, os empreendimentos do setor elétrico dependem do licenciamento ambiental²⁴. Todas estas condicionantes neutralizaram o crescimento do setor elétrico brasileiro.

A competência das empresas do setor elétrico passa a deteriorar-se, deixando de desempenhar o papel de indutor do desenvolvimento econômico que até então o caracterizava. Além disso, o Banco Mundial, após estudos e relatórios de avaliação, passou a recomendar a reformulação do setor elétrico brasileiro. A mudança deveria envolver a privatização das empresas estatais e uma reformulação estrutural e regulatória. Tal mudança de cenário se deu muito mais pela nova lógica de mercado e políticas públicas que se seguia neste momento, que realmente uma solução de retorno de investimentos para o Brasil (MENKES, 2004).

Com todas estas novas variáveis no setor elétrico, mais o alto endividamento interno e a falência da estratégia de financiamento adotado pelas empresas estatais, o governo federal iniciou um novo modelo com vistas à manutenção dos investimentos no setor. Assim, a reforma do setor elétrico foi baseada nos seguintes princípios: privatização de concessionárias, instituição de um mercado competitivo, abertura de oportunidades a

²⁴ Resolução do CONAMA nº 001, de 23 de Janeiro de 1986, que define as situações e estabelece os requisitos e condições para desenvolvimento de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA.

produtores independentes, segregação das linhas de transmissão para assegurar o livre acesso, licitação dos aproveitamentos hidrelétricos e instituição de um órgão regulador independente.

1.2.3 Novo modelo setorial

A década de 1990 foi marcada pela intensa desestatização das empresas estatais brasileiras. O principal fator foi o esgotamento da capacidade de investimento das empresas públicas ocorrido em parte pelo volume de endividamento externo e interno e pela política de contenção tarifária praticada desde a década de 1970.

A reestruturação do setor elétrico baseou-se no desmembramento das empresas de geração, transmissão, distribuição, bem como o surgimento de empresas exclusivas para a comercialização de energia elétrica (PAZZINI, *et al*, 2002). Foram reformulados órgãos reguladores responsáveis pelo planejamento da expansão, operação e financiamento. Entre os anos de 1992 a 1994 foi criado o Programa Nacional de Desestatização – PND. Em 1995, foi criado o Conselho Nacional de Desestatização – CND (SAUER, 2002).

Em 1996 foi implantado o Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico – Projeto RE-SEB, coordenado pelo MME e pela empresa de consultoria inglesa Coopers & Lybrand. Pela Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, regulamentada pelo Decreto nº 2.335, 06 de outubro de 1997, institui-se a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, que deu novo formato institucional ao setor de energia elétrica brasileira, em substituição ao DNAEE. São instituídos: o Operador Nacional do Sistema – ONS, pela a Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998 e regulamentado pelo Decreto nº 2.655, de 02 de junho de 1998, constituído como pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, que assume funções administrativas na distribuição elétrica e o Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE através do artº 10 da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998 e regulamentado pelo Decreto nº 2.655, de 02 de julho de 1998, responsável pela realização das transações de compra e venda de energia elétrica.

A modificação do conceito de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs pela ANEEL se deu através da Lei nº 9.648, de 27/05/98, que ampliou o potencial das plantas energéticas de

10MW para 30MW^{25 26}, autorizando a dispensa de licitação para empreendimentos hidrelétricos até este limite, para as categorias autoprodutor e produtor independente, desde que os empreendimentos mantenham as características previstas na Resolução da ANEEL n° 394/98 sobre PCHs, posteriormente revogada pela Resolução da ANEEL n° 652/03.

O setor elétrico torna-se mais autônomo com relação à negociação com empreendedores privados. Em maio de 1999, foi criado o Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão – CCPE, encarregado de coordenar a elaboração do planejamento da expansão do setor elétrico brasileiro. Em outubro de 2000, foi instituído o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, formado por um grupo de trabalho interdisciplinar, para a atuação do desenvolvimento de fontes alternativas renováveis de energia (MENKES, 2004).

Entretanto, o setor elétrico em âmbito federal, apesar das regulamentações estarem sendo constituídas, foi marcado por uma falta de investimentos em infra-estrutura durante o processo de privatização, que refletiu nas novas concessionárias, que estagnaram na aplicação de investimentos de geração. Tal atitude deflagrou a crise energética em 2001. Neste período, o país estava sob efeito de alterações climáticas provocadas pelo La Niña, que acabou tornando-se o principal responsável pelo racionamento elétrico. Entretanto, foram confirmadas as falhas no planejamento, mas o fenômeno climático não foi descartado no discurso governamental entre as causas relevantes do racionamento energético.

Após a crise do setor elétrico entre os anos de 2001-2002, foram retomados os investimentos para a geração e distribuição energética. Conforme dados da Eletrobrás, no ano de 2001, entraram em operação as primeiras usinas pertencentes ao Programa Prioritário de Termelétricas – PPT²⁷. No mesmo ano, mais uma hidrelétrica entrou em operação, a Usina Hidrelétrica Lajeado, na divisa dos municípios de Miracema do Tocantins e Palmas (TO). E em 2002, a Usina Hidrelétrica Cana Brava, em Cavalcante (GO), começou a gerar com 450 MW. No mesmo ano, foi extinta a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica – GCE,

²⁵ Ao final do ano de 1997, por meio de uma Medida Provisória, o limite para autorização de PCHs foi aumentado para 25 MW (CLEMENTE, 2001, p. 39).

²⁶ A recomendação da empresa de consultoria *Coopers & Lybrand* era para que a potência das pequenas centrais hidrelétricas fosse elevada para 50 MW e que a outorga fosse concedida através de uma autorização, sem necessidade de processo licitatório (CLEMENTE, 2001, p.39).

²⁷ Decreto n° 3.371, de 24 de fevereiro de 2000, instituí, no âmbito do Ministério de Minas e Energia, o Programa Prioritário de Termelétricidade e dá outras providências.

substituída pela Câmara de Gestão do Setor Elétrico – CGSE, vinculada ao Conselho Nacional de Política Energética – CNPE. A CGSE foi encarregada de propor ao CNPE diretrizes para a elaboração da política do setor de energia elétrica, além de gerenciar o Programa Estratégico Emergencial para o aumento da oferta de energia.

O PPT²⁸ mostrou-se suscetível às instabilidades governamentais dos países exportadores²⁹ e falta de investimentos em exploração de gás natural dentro do Brasil. Além disso, o país mostrou sua incapacidade gerencial e emergencial frente a uma crise anunciada. Também houve um reinvestimento no Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL³⁰, como forma de combater o desperdício energético e reduzir os custos e os investimentos setoriais, aumentando a eficiência energética. Por fim, instituiu-se o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, pela Lei nº 10.438 de 26 de abril de 2002, que teve como objetivo a expansão da oferta de energia elétrica emergencial e a universalização do serviço público de energia elétrica. Neste momento, a questão ambiental havia se tornado um gargalo a ser solucionado para a expansão do sistema, e ter a alternativa de trabalhar com energias renováveis e de baixo impacto ambiental poderia aumentar a oferta num curto prazo.

Durante os anos de 2003 e 2004 o Governo Federal lançou bases de um novo modelo para o Setor Elétrico Brasileiro, sustentado pelas Leis nº 10.847 e 10.848, de 15 de março de 2004 e pelo Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. Estes instrumentos definiram a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, instituição responsável pelo planejamento do setor elétrico no longo prazo, a criação do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico – CMSE, com a função de avaliar permanentemente a segurança do suprimento de energia elétrica, e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, associação civil integrada pelos agentes das categorias de Geração, de Distribuição e de Comercialização para dar

²⁸ O Programa Prioritário de Termelétricas, envolvia a construção de 49 usinas movidas a gás natural, que tinham por finalidade atender a demanda do consumo de energia num curto espaço de tempo. De fato, apenas doze usinas termelétricas foram construídas, das quais onze por parceria da Petrobrás com investidores privados (ROSA, 2002, p.92).

²⁹ Os países que possuem reservas de gás natural na América do Sul são: Chile, Bolívia, Venezuela, Argentina, Peru e Brasil.

³⁰ Portaria Interministerial MME/MIC nº 1.877, de 30/12/85: Institui o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, com a finalidade de integrar as ações, visando a conservação de energia elétrica no País, numa visão abrangente e coordenada, maximizando seus resultados e promovendo um amplo espectro de novas iniciativas.

continuidade às atividades do MAE, relativas à comercialização de energia elétrica no sistema interligado (CCEE, 2007).

A substituição do MAE pela CCEE, através da Resolução Normativa ANEEL nº 109, de 26 de outubro de 2004, alterou as bases de funcionamento do setor e as condições de comercialização de energia. Tais alterações estão apresentadas abaixo, com um resumo das principais mudanças entre os modelos pré-existentes e o modelo atual, que acabaram por resultar em transformações nas atividades de alguns agentes do setor.

MODELO ANTIGO (ATÉ 1995)	MODELO DE LIVRE MERCADO (1995 A 2003)	NOVO MODELO (2004)
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação
Empresas predominantemente Estatais	Abertura e ênfase na privatização das Empresas	Convivência entre Empresas Estatais e Privadas
Monopólios – Competição inexistente	Competição na geração e comercialização	Competição na geração e comercialização
Consumidores Cativos	Consumidores Livres e Cativos	Consumidores Livres e Cativos
Tarifas reguladas em todos os segmentos	Preços livremente negociados na geração e comercialização	No ambiente livre: Preços livremente negociados na geração e comercialização. No ambiente regulado: leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado Regulado	Mercado Livre	Convivência entre Mercados Livre e Regulado
Planejamento Determinativo – Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos – GCPS	Planejamento Indicativo pelo Conselho nacional de Política Energética (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE
Contratação: 100% do Mercado	Contratação: 85% do mercado (até agosto/2003) e 95% do mercado (até dez./2004)	Contratação: 100% do mercado + reserva
Sobras/déficits do balanço energético rateados entre compradores	Sobras/déficits do balanço energético liquidados no MAE	Sobras/déficits do balanço energético liquidados na CCEE. Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficitos – MCS/D, para as Distribuidoras

Quadro 3: Resumo das mudanças entre os modelos pré-existentes e o modelo atual.

Fonte: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, histórico do setor elétrico, 2007.

O novo modelo do setor elétrico brasileiro é uma economia mista de recursos públicos e investimentos privados nacionais e internacionais. Em 2005, a Eletrobrás ampliou os protocolos de intenções com empresas internacionais para investimentos conjuntos na

geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no Brasil e na América Latina. Os investimentos do setor têm se diversificado, buscando a não dependência da geração hidroenergética, mas procurando novas tecnologias como os biocombustíveis e outras energias renováveis.

1.2.4 A questão ambiental

O planejamento do setor elétrico anterior ao ano de 1980 baseava-se nas opções de investimento para a oferta de energia com custos mínimos de geração. Desta época, a variável socioambiental nem sequer era incluída nestes custos, sendo considerada fator externo ao empreendimento (MENKES, 2004).

Somente com a interferência de agências multilaterais de financiamento, que já configuravam em suas políticas de apoio a questão socioambiental, é que se passa a condicionar no planejamento providências para mitigar os impactos negativos causados por empreendimentos de grande porte. Assim, o setor elétrico inicia a sistematização de ações ambientais, que até então não havia um plano que as direcionasse (MENKES, 2004).

A primeira medida a ser tomada foi a elaboração do Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos, elaborado em 1986 que tinha por finalidade a uniformização das diretrizes relacionadas aos Estudos de Impacto Ambiental – EIA e o seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Tal documento seguia as determinações da primeira resolução editada pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA.

O sistema de licenciamento ambiental foi instituído através da Resolução do CONAMA nº. 001/86, e tornou-se obrigatório na elaboração de estudos de impacto ambiental para atividades potencialmente causadoras de danos ambientais. Isso representou a introdução da variável meio ambiente no processo decisório da alocação de recursos produtivos públicos e privados (BURSZTYN, 1995, p. 87-88). No âmbito do setor de energia elétrica a configuração é maior, pois para a obtenção de créditos das agências internacionais de financiamento, a construção de usinas geradoras deve ser precedida obrigatoriamente de estudos de impacto ambiental a partir de 10MW e as linhas de transmissão acima de 230 kV.

A Eletrobrás publicou em 1986 o Manual de Estudos de Efeitos Ambientais do Setor Elétrico, contendo um roteiro básico das ações de conservação e recuperação do meio ambiente no planejamento dos empreendimentos, além do Plano Diretor para Conservação e Recuperação do Meio Ambiente nas Obras e Serviços do Setor Elétrico – I PDMA (BRITO, 2001).

Ainda em 1986, foi constituído o Comitê Consultivo do Meio Ambiente – CCMA com o objetivo de proporcionar uma maior participação da sociedade nos assuntos relacionados ao meio ambiente e ao setor elétrico. Infelizmente, não houve uma real comprovação entre as recomendações do Comitê e o processo de tomada de decisões do setor, nem mesmo uma vinculação entre o CCMA e os segmentos sociais envolvidos com os empreendimentos do setor elétrico.

Em 1987, foi criado em âmbito institucional, o departamento de meio ambiente da Eletrobrás. Através dele, o setor pode estruturar áreas de meio ambiente nas empresas e ampliar e aperfeiçoar seus quadros técnicos, por meio de cursos na área ambiental.

A necessidade de estabelecer fóruns para a formulação e coordenação da política ambiental levou, em 1988, a criação do Comitê Coordenador de Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico – COMASE. Este Comitê desenvolveu em parceria com universidades e institutos de pesquisa, estudos de fundamental importância para o processo de inserção da questão ambiental e social no planejamento e tomada de decisão no setor elétrico. Além disso, o Comitê soube alocar recursos financeiros em rubrica específica para ações ambientais, o que até então não existia (MENKES, 2004, p.85).

Em 1989 foi criado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, por meio da fusão de quatro órgãos – Superintendência do Desenvolvimento da Pesca – SUDEPE, Superintendência da Borracha – SUDHEVEA, Secretaria do Meio Ambiente – SEMA e Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF. Em 1990, foi elaborado o II Plano Diretor para Conservação e Recuperação do Meio Ambiente nas Obras e Serviços do Setor Elétrico – II PDMA, consolidando as diretrizes da política ambiental do setor (BRITO, 2001, P. 155-156-158).

O II PDMA propôs estudos temáticos sobre questões ambientais consideradas prioritárias, que viriam subsidiar os planos e políticas do setor elétrico no âmbito social e ambiental. Os principais temas tratados nesses estudos eram: a inserção regional, o remanejamento de grupos populacionais, a interferência nas comunidades indígenas, a conservação e recuperação de fauna e flora, a qualidade da água nos reservatórios, a saúde pública, os mecanismos de interação do setor elétrico com a sociedade, a avaliação integrada dos impactos ambientais e a legislação ambiental (ELETROBRÁS, 1991).

A constituição de planos a longo prazo no setor elétrico (Plano Nacional) e os Planos Decenais passaram a instituir a variável ambiental como uma das prioridades a serem cumpridas. Entretanto, até o ano de 2000, ou seja, entre 1990 e 1999, as avaliações ambientais eram realizadas por projetos e independente de uma análise energética integrada. A partir do Plano Decenal 2000/2009 inseriu-se uma análise ambiental sistematizada.

Devem ser ressaltados alguns marcos importantes que de alguma maneira induziram à mudança de postura do setor elétrico quanto às questões socioambientais relevantes para o planejamento da expansão do setor: os estudos sobre mecanismos de interação com a sociedade para a Comissão de Planejamento de Transmissão da Amazônia – CPTA, entre os anos de 1990 e 1993; a metodologia desenvolvida para os estudos de inventário (1997); e a criação da Comissão de Estudos de Meio Ambiente – CEMA, em 1999 (MENKES, 2004, p.86-7 *apud* CEPEL/Eletrobrás, 2001).

Estas Comissões instituídas no âmbito do setor elétrico promoveram a execução de atividades de planejamento no que se refere às questões ambientais. Diversos comitês técnicos foram estruturados, tanto pela CEMA quanto pela CPTA, a fim de estabelecer estratégias, métodos, critérios e políticas públicas adequadas à gestão ambiental para o setor de energia.

No ano de 2000 foi instituído o Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos – CCPE com o intuito de agregar no processo de planejamento uma concepção integrada envolvendo aspectos técnicos, econômicos, energéticos e ambientais. A partir deste momento, as análises de impacto ambiental buscam ter um entendimento integral dos fenômenos provocados por empreendimentos de grande porte.

Infelizmente, no ano de 2001, o setor elétrico passa por uma crise na área de geração. O que altera o peso da variável ambiental na expansão emergencial do setor, desvinculando os licenciamentos ambientais para plantas energéticas consideradas de pequeno porte. A Resolução do CONAMA n° 279/2001 dita no art. 2º, que os órgãos competentes poderão estabelecer modelos simplificados de publicação dos pedidos de licenciamento ambiental conforme o porte do empreendimento³¹. Ou seja, os projetos de menor extensão que até então necessitavam de avaliação de impacto ambiental, passam a ter seus licenciamentos aprovados, baseados na nova norma, por ser considerado um impacto ambiental de reduzido porte.

Isso não significa a paralisação total da evolução dos instrumentos de avaliação socioambientais. Tanto é que no ano de 2002, o Ministério de Meio Ambiente – MMA lança a Avaliação Ambiental Estratégica – AAE como parte do Programa de Fortalecimento Institucional para o Licenciamento Ambiental. O objetivo do MMA sobre o tema avaliação ambiental estratégica é integrar de forma gradual nos processos de planejamento os conceitos fundamentais e técnicos sobre o assunto nos meios acadêmicos e governamentais, como uma nova ferramenta de avaliação setorial (MMA/SQA, 2002).

Posterior a AAE, a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, lança em 2004, através de Convênios firmados entre EPE e Ministério de Minas e Energia – MME, a Avaliação Ambiental Integrada – AAI. A principal discussão desta ferramenta são as análises integradas dos efeitos sinérgicos e cumulativos sobre os recursos naturais, as populações residentes e as atividades econômicas (MME/EPE, 2003). Enquanto a AAI visa estabelecer um novo procedimento para avaliação de impacto ambiental, a AAE possui um caráter político e de planejamento, auxiliando na tomada estratégica de decisões.

1.3 AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

Segundo o MMA, a Avaliação Ambiental Estratégica – AAE é um instrumento de política ambiental que tem por objetivo auxiliar, antecipadamente, os tomadores de decisões no processo de identificação e avaliação dos impactos e efeitos, maximizando os positivos e minimizando os negativos, de uma dada decisão estratégica.

³¹ Idem Resolução do Conama n° 279/2001, art. 2º.

A AAE é uma ferramenta utilizada em diversos países desenvolvidos³², que, no entanto, em cada um deles se apresenta de formas distintas. No caso do Brasil, é uma ferramenta de planejamento e política setorial, visando contribuir para um processo amplo e integrado de proteção ambiental. Também constitui como objetivo a avaliação de impactos cumulativos como instrumento de política ambiental. O próprio MMA assume que os EIAs sempre foram avaliações individuais dos projetos implantados, apesar de ter na Resolução do CONAMA n° 01/86, art. 6°, inciso II, que as análises de impacto ambientais deveriam prever a magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando, entre outros, as propriedades cumulativas e sinérgicas dos projetos³³.

Como a Resolução não conseguiu abranger a aplicabilidade dos seus instrumentos, a criação de uma nova ferramenta, que se apresenta como contribuinte de um processo de sustentabilidade, através de políticas, planos e programas – PPP podem incorporar questões estratégicas para o desenvolvimento local. A proposta para trabalhar efetivamente com a ferramenta é encontrar um ponto de conciliação de procedimento sistemático, pró-ativo e

³² Os países que adotaram a AAE são: Nova Zelândia, Canadá, Dinamarca, Grã-Bretanha, Holanda, Estados Unidos e União Européia. No caso da Nova Zelândia o modelo da AAE é uma abordagem integrada, de cima para baixo (*top-down*), aplicando-se a todo tipo de decisões estratégicas e planos de desenvolvimento, excluindo-se os setores de gestão costeira e de exploração de recursos minerais. Entretanto, sua aplicação à políticas nacionais é, ainda, muito limitada. No Canadá, a AAE aplica-se a todo tipo de políticas, planos e programas, globais e setoriais. As propostas de clara e imediata emergência, ou que trate de matéria já submetida a análise ambiental podem ser isentadas da obrigação de se submeterem à AAE. Para a Dinamarca a AAE não se fundamenta em legislação formal e explícita. Sua instituição por um ato administrativo implica que a implementação dependa do apoio governamental e da intenção de cumprir seus objetivos por parte dos outros ministérios e não do ministério do Meio Ambiente. Assim, a decisão de se proceder à AAE é, portanto, discricionária. Na Grã-Bretanha, tal como no caso da Dinamarca, a AAE beneficia-se por um forte sistema de planejamento que a subsidia por meio da experiência em abordagens metodológicas de base. Dessa forma, aplica-se a AAE às políticas, planos e programas, gerais e setoriais no âmbito municipal para planos e para políticas e programas, as responsabilidades são concedidas a cada departamento setorial (transportes, energia, defesa, etc). a responsabilidade geral da orientação metodológica para qualquer dos níveis de intervenção cabe ao Departamento de Meio Ambiente, Transportes e Regiões. Contrariamente aos exemplos descritos anteriormente, o sistema de AAE na Holanda tem sua gênese diretamente fundamentada na avaliação de impacto ambiental de projeto. A aplicação da AAE tem sido regularmente usada como subsídio à formulação de políticas sob a forma de Teste Ambiental, planos e programas, sob a forma de avaliação de impacto ambiental estratégica. Nos Estados Unidos o tipo mais marcante de AAE é denominado de Avaliação Ambiental Programática, aplicado a programas e planos urbanísticos municipais. O emprego dos procedimentos de AAE tem sido reduzido para a avaliação de políticas e planos regionais. Tal como na Holanda, AAE se apóia em modelo de baixo para cima (*bottom-up*), ou seja, aquele em que a prática da AAE se deriva dos procedimentos de avaliação de impacto ambiental, sendo aplicada sobretudo, a planos de uso do solo, nos níveis municipal e urbano, e a planos e programas setoriais. Na União Européia a referência à AAE é dominada pela evolução da proposta de diretriz sobre a avaliação dos efeitos ambientais de determinados planos e programas. O trabalho da AAE na União Européia tem tido um desempenho importante nos trabalhos relacionados aos impactos estratégicos da implantação das linhas de trem de alta velocidade e da rede européia de transportes. (MMA/SQA, 2002, págs.27, 29, 31, 33-34, 37, 39-40, 41).

³³ Idem Resolução do CONAMA n° 01/86, art. 6°, inciso II.

participativo, decorrente dos princípios da avaliação de impacto ambiental, a partir de uma perspectiva integradora das vertentes fundamentais do processo de sustentabilidade.

Avaliação Ambiental Estratégica é o procedimento sistemático e contínuo de avaliação da qualidade do meio ambiente e das conseqüências ambientais decorrentes de visões e intenções alternativas de desenvolvimento, incorporadas em iniciativas tais como a formulação de políticas, planos e programas (PPP), de modo a assegurar a integração efetiva dos aspectos biofísicos, econômicos, sociais e políticos, o mais cedo possível, aos processos públicos de planejamento e tomada de decisão (MMA/SQA, 2002, p.15 *apud* PARTIDÁRIO, 1999).

Assim, tem-se que a AAE é um instrumento de caráter político e técnico, trabalhando com conceitos e não com atividades específicas em termos de concepções geográficas e tecnológicas. Por estas características, não se deve interpretar a AAE com um estudo de impacto ambiental de grandes projetos; como políticas, planos ou programas de desenvolvimento integrado, embora incorporem algumas questões ambientais em suas formulações; e relatórios de qualidade ambiental ou as auditorias ambientais, que não possuem como objetivo específico informar previamente a decisão relativa aos prováveis impactos de alternativas de desenvolvimento (PARTIDÁRIO, 2000a).

A AAE não é um instrumento de configuração única e inflexível, com os mesmos critérios, procedimentos e técnicas de avaliação a serem aplicados. Ao contrário, a AAE é extremamente flexível quanto às avaliações de políticas, planos ou programas. Enquanto o processo de avaliação de impacto ambiental, dirigido ao licenciamento de projetos, apresenta praticamente as mesmas características, independente da natureza do empreendimento, a AAE assume distintas e variadas formas de acordo com o objeto de sua aplicação, tanto para os modelos institucionais quanto os de conteúdo técnico (PARTIDÁRIO, 2000b).

A aplicação da AAE deve ocorrer sob uma estrutura política integrada e de sustentabilidade, para que tenha um referencial de avaliação. A referência deve ser integradora da estrutura política, o que assegura uma relação substantiva entre os mecanismos tradicionais de tomada de decisão e a resolução da AAE. Neste contexto, a AAE possui uma natureza política e decisória, mais do que técnica.

Outra questão primordial da AAE refere-se aos procedimentos das etapas de elaboração da documentação e seus respectivos prazos. Os processos operacionais da AAE devem ser adaptáveis, o quanto for possível, aos processos correntes de planejamento e decisão. Ou seja,

para que a complexidade da AAE não seja impraticável, é mais útil integrar os procedimentos aos processos, introduzindo elementos de avaliação nas questões estratégicas.

As contradições em torno da AAE podem ocorrer exatamente pelo seu caráter flexível, entretanto não se deve confundir a AAE como alternativa à avaliação de impactos ambientais, ou seja, como uma forma de se ultrapassar as dificuldades inerentes à avaliação ambiental de projetos de significativo impacto ou mesmo compensar as insuficiências de um estudo de impacto ambiental inadequado, incompleto ou mal concebido. E também não é a solução para os casos em que os estudos de impacto ambiental não consigam desempenhar eficazmente o seu papel de informar de forma pró-ativa sobre os impactos das alternativas de desenvolvimento de um projeto, seja para assegurar a efetiva participação do público, a adoção de medidas mitigadoras ou o monitoramento dos impactos negativos que foram previstos (MMA/SQA, 2002, p.21).

Segundo Milaré (2005, p.530-2), a AAE em seu sentido pleno é uma forma sim de Avaliação de Impacto Ambiental – AIA, que, no entanto, no Brasil, é uma figura ainda mal delineada, seja para os agentes ambientais, seja para o Poder Público. Apesar dessa dificuldade em se estabelecer claramente seu papel na administração pública, as experiências e tentativas de usá-la apontam para uma direção positiva e bastante viável³⁴. O incentivo de usar a AAE nas três esferas do Poder Público na formulação e na implantação de critérios estratégicos nas políticas, planos e programas que emanam dos governos e dos aparelhos de Estado é imprescindível ao se estabelecer núcleos de “pensamento ambiental e pró-ativo” nos

³⁴ Como exemplo de adoção da AAE vale mencionar a Resolução SMA 44, de 29/12/1994, do Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA, no Estado de São Paulo. A Lei previa a constituição de uma *Comissão de Avaliação Estratégica* junto ao Gabinete do Secretário do Meio Ambiente, integrada por um *Colegiado* de 10 membros e uma *Equipe Técnica*. Essa Resolução não prosperou, nem mesmo seu desdobramento para a criação de núcleos ambientais em outras secretarias, da qual dependia de um decreto do Poder Executivo Estadual, ato que não se consumou.

Outro exemplo é do Estado da Bahia, pela Lei n° 7.700, de 07/02/2001, que institui a Política Nacional de Administração dos Recursos Ambientais. O seu Regulamento (Decreto n° 7.967, de 05/06/2001), no Título IV, trata da Avaliação de Impactos Ambientais; no seu art. 160 prescreve a AIA para as “obras, atividades e empreendimentos, público ou privados, bem como planos, programas, projetos e políticas públicas setoriais, suscetíveis de causar impacto no meio ambiente”. Já o art. 161 dispõe explicitamente sobre a AAE: “A Avaliação Ambiental Estratégica – AAE é um processo sistemático para se avaliar as consequências ambientais de políticas, planos e programas – PPPs, de forma a assegurar que sejam incluídas e apropriadamente consideradas no estágio inicial do processo de tomada de decisão, juntamente com as aspectos socioeconômicos” (MILARÉ, 2005, p.352).

órgãos e repartições da Administração Pública a fim de possuir interface com a qualidade do meio ambiente.

A Avaliação Ambiental Estratégica – AAE vem reforçar, com muita oportunidade, o papel e a necessidade dos Sistemas de Meio Ambiente (desde o SISNAMA até os Sistemas Municipais, passando pelos Estaduais). A responsabilidade da Administração Pública pela preservação do meio ambiente não se confina ao órgão central, ou seja, ao Ministério do Meio Ambiente (esfera da União), às Secretarias do Meio Ambiente (esfera dos Estados) e às Secretarias ou Departamentos (esferas dos Municípios). Tal responsabilidade é compartilhada por outros órgãos das respectivas Administrações Públicas; aliás, em última análise, ela alcança de cheio o próprio Poder Público, recaindo, na grande maioria dos casos, sobre o Poder Executivo. Assim, estão em foco os chamados órgãos setoriais dos Sistemas de Meio Ambiente (MILARÉ, 2005, p.352).

Na AAE não é possível que haja apenas uma metodologia capaz de cobrir todas as atividades técnicas envolvidas na sua implementação. Já que a complexidade do processo, os objetivos e contextos na tomada de decisão de políticas planos e programas fazem da AAE uma ferramenta apropriada para as diversas necessidades de procedimentos técnicos e abordagens metodológicas (MMA/SQA, 2002, p. 50).

Dessa forma, não há uma determinação quanto à utilização da ferramenta, a decisão de implementá-la depende da abrangência da decisão estratégica e do nível de comprometimento do meio ambiente. Ou seja, a decisão em utilizá-la depende do balanço (entradas e saídas) entre as ocorrências prováveis de interferências ambientais adversas e os esperados ganhos econômicos e sociais.

As técnicas empregadas nos estudos incluem algumas ferramentas de previsão de impacto, tais como: técnica de cenários, que consiste na realização prospectivos sobre o comportamento futuro da área afetada pela PPP, por meio de formulação de pressupostos e hipóteses; sistemas de informação geográfica (SIG) e métodos de superposição de cartas, para o mapeamento, caracterização e análise dos efeitos da PPP; redes de interação de impactos, para a identificação de impactos indiretos, modelos de simulação da dinâmica de sistemas ambientais; e técnicas específicas de avaliação de impactos cumulativos e sinérgicos.

As previsões dos impactos da PPP podem ser feitas também por: uso de indicadores ambientais, para a avaliação das alterações na base de sustentabilidade dos recursos ambientais e socioeconômicos; consultas, seminários e redes de comunicações de

especialistas e grupos de interesse; e revisão da literatura, para a identificação de documentos de casos semelhantes com a PPP em causa.

No Brasil, a AAE é prevista para ser utilizada em empreendimentos estruturantes³⁵ (infra-estrutura e desenvolvimento econômico e social) distribuídos nos Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento³⁶. Por enquanto, há apenas dois eixos citados pelo MMA/SQA:

- 1) Setor de Energia Elétrica;
- 2) Setor de Transporte.



Figura 4: Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento

Fonte: MMA, Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos (SQA), 2002.

A Avaliação Ambiental Estratégica do setor elétrico não leva em consideração as Pequenas Centrais Hidrelétricas. Entretanto, em uma audiência pública realizada na Bacia do

³⁵ Empreendimento estruturante, qualificação dada àqueles cujas principais características são a magnitude do impacto em direção às mudanças desejadas, os efeitos sobre fatores de competitividade e a capacidade de viabilizar outros investimentos, de forma a multiplicar os efeitos positivos, para o desenvolvimento do País ou da região; são empreendimentos que podem alterar profundamente as estruturas socioeconômicas e ambientais da sua área de influência e, por isso, possuem um caráter estratégico (MMA/SQA, 2002, p.71).

³⁶ Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento, referência geográfica para a integração das políticas públicas, posteriormente aperfeiçoado para se tornar uma categoria espacial de planejamento e identificação de oportunidades de investimentos públicos e privados (MMA/SQA, 2002, p.71).

Rio Uruguai e com previsão de construção de 220 PCHs, a população solicitou ao MMA/SQA a inclusão das PCHs nos estudos de PPP, a fim de apresentar à possível população atingida os reais impactos de obras pequenas mas distribuídas.

1.3.1 O Setor de Energia Elétrica e a Avaliação Ambiental Estratégica

No Brasil, o setor elétrico tem registrado historicamente uma evolução no planejamento de longo prazo³⁷. Por possuir um caráter estratégico no desenvolvimento do país, o setor sempre trabalhou com ações de planejamento e cenários de consumo de longo prazo, seja através dos planos decenais ou planos nacionais de energia, nas áreas de geração, transmissão, distribuição e comercialização. Além disso, pelas interferências causadas nos meios socioambientais, o setor elétrico acumulou experiência de formulação de planos que considerassem estes aspectos, seja positivo ou negativo.

A reformulação do setor e sua regulamentação reforçaram a necessidade de incorporar, formalmente, a dimensão ambiental no planejamento dos novos agentes. Dessa forma, foi possível explicitar métodos e critérios de expansão do setor antes da análise da viabilidade ambiental de cada projeto, sendo definido pelos planos de longo prazo a política de definição da matriz energética que se deseja, as alternativas de expansão do sistema, o uso de diversas fontes de energia e o uso múltiplo dos aproveitamentos hidrelétricos.

A política adotada pelo setor elétrico em conformidade com a questão ambiental, se justifica por dois fatores: o compromisso com a legislação ambiental, pelo setor público, contribuindo para uma concepção integrada dos empreendimentos com os recursos naturais; e a regulamentação necessária para o setor privado, onde se incluem as incertezas e os riscos inerentes às questões ambientais, onde, caso não tenham tratamento adequado, podem se traduzir em maiores custos e maiores prazos de licenciamento e implantação dos projetos.

Nessa perspectiva, os estudos das questões ambientais no setor elétrico datam da década de 1980, que acabaram por contribuir na elaboração de estudos e relatórios de impacto

³⁷ O setor elétrico possui um histórico ligado ao planejamento de longo prazo, trabalhando com prospecções e perspectivas de políticas de expansão de oferta de energia elétrica. Desde o ano de 2005, o MME está orientado para dois planos que são interligados: o Plano Decenal de Energia Elétrica 2006-2015 e Plano Nacional de Energia – 2030.

ambiental e na formação de especialistas em aspectos ambientais ligados ao meio físico, biótico, socioeconômico e cultural. Estes estudos eram chamados de estudos de inserção regional, concebidos como uma forma de reduzir o grau de interferência das usinas hidrelétricas de grande porte.

O Centro de Pesquisas de Energia Elétrica³⁸ – CEPEL, também conduziu pesquisas na área de conservação de energia, juntamente com a Eletrobrás, e assim surgiu o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica³⁹ – PROCEL. A geração de energia elétrica ligada a ao PROCEL poderia ser chamada de virtual, uma vez que nem um empreendimento é realizado, mas a oferta é acrescida a partir do aumento da eficiência energética de equipamentos e redução do consumo de residências e órgãos públicos. Há ainda projetos para gerenciar a demanda de energia e diminuir as perdas na transmissão e distribuição, aumentando a efetividade da oferta (PROCEL, 2007).

No ano de 2000, pesquisadores do CEPEL em parceria com o Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ e a Divisão de Meio Ambiente da Eletrobrás, iniciaram um trabalho de Avaliação Ambiental Integrada – Plano Indicativo, com o objetivo de propor procedimentos metodológicos para integrar os estudos ambientais aos estudos energéticos. Em 2001, o CEPEL, adotou os pressupostos da AAE no Plano Indicativo da Expansão, a fim de antecipar a avaliação ambiental das ações de planejamento de curto e médio prazo, na Amazônia, incorporando a dimensão ambiental no processo de planejamento para 2001/2010 (MMA/SQA, 2002, p.77).

³⁸ O CEPEL foi criado em 1974 pelo MME e empresas do setor de energia elétrica. O objetivo principal do CEPEL seria a execução de uma infra-estrutura de pesquisas tecnológicas e de desenvolvimento científico do setor de energia elétrica. O CEPEL se firmou com um centro de referência em pesquisas energéticas, no planejamento da expansão energética, no estudo de impactos ambientais dos empreendimentos elétricos, para o valor da água e os custos de geração e transmissão. Além de realizar inventários do potencial hidrelétrico do país, estudos de energias alternativas, eficiência energética, estudos econômico-financeiros, tecnologia de novos materiais, entre outros (CEPEL, 2007).

³⁹ O PROCEL foi criado em dezembro de 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, e gerido por uma Secretaria Executiva subordinada à Eletrobrás. Em 18 de julho de 1991, o PROCEL foi transformado em Programa de Governo, tendo suas abrangência e responsabilidade ampliadas. O Programa utiliza recursos da Eletrobrás e da Reserva Global de Reversão - RGR - fundo federal constituído com recursos das concessionárias, proporcionais ao investimento de cada uma. Utiliza, também, recursos de entidades internacionais. O objetivo do PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - é promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que se elimine os desperdícios e se reduzam os custos e os investimentos setoriais (PROCEL, 2007).

Essa nova metodologia pode efetivar benefícios significativos até então não utilizados. Anterior ao contexto da AAE e de maneira geral a partir da nova configuração do setor elétrico, as avaliações ambientais dos empreendimentos elétricos são realizadas com estudos restritos de planejamento, uma vez que diversas decisões básicas são tomadas de forma limitada; as avaliações de impacto ambiental são executadas de modo isolado, sem alternativas de expansão; e não são observadas as alternativas de expansão da matriz energética, tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico.

A implantação da AAE depende de diversas providências, tais como: mudança de atitude, incorporação da dimensão ambiental no planejamento, avaliação sistemática, definição de critérios ambientais explícitos para a seleção das fontes de energia, entre outros. Ou seja, é preciso estruturar os procedimentos e metodologias do processo de planejamento e tomada de decisão do setor elétrico, reduzindo as incertezas e os riscos associados à dimensão ambiental.

1.4 AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA

Após a elaboração da Avaliação Ambiental Estratégica, a Empresa de Pesquisa Energética – EPE em convênio com o Ministério de Minas e Energia – MME apresenta a Avaliação Ambiental Integrada – AAI. O objetivo da AAI é avaliar a situação ambiental de uma bacia hidrográfica com os empreendimentos hidrelétricos implantados e os potenciais barramentos, considerando seus efeitos cumulativos e sinérgicos sobre os recursos naturais e as populações humanas, e os usos atuais e futuros dos recursos hídricos. Leva-se em conta a necessidade de compatibilizar a geração de energia com a conservação da biodiversidade e manutenção dos fluxos gênicos, e a sociodiversidade com a sua tendência de desenvolvimento socioeconômico da bacia, considerando a legislação vigente e os compromissos internacionais assumidos pelo país (EPE, 2007).

Dentre as utilizações desta ferramenta, destaca-se o uso e desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade da bacia hidrográfica estudada, a delimitação das áreas de fragilidade ambiental e de conflitos, bem como as potencialidades relacionadas aos aproveitamentos e a identificação de diretrizes ambientais para a concepção de novos projetos de geração de energia elétrica.

A EPE vem desenvolvendo a AAI para as principais bacias hidrográficas do país e com o maior número de barramentos implantados e/ou licenciados, onde a identificação da resultante de efeitos sinérgicos e cumulativos, ocasionados pelo conjunto de aproveitamentos hidrelétricos, esteja na ocorrência de impactos ambientais de grande volume, tanto positivos quanto negativos. As bacias selecionadas para o desenvolvimento da AAI são: Bacia do Rio Doce, Bacia do Rio Paraíba do Sul, Bacia do Rio Paranaíba, Bacia do Rio Tocantins, Bacia do Rio Parnaíba e a Bacia do Rio Uruguai (EPE, 2007).

A problemática da adoção da AAI é semelhante à da AAE: o licenciamento ambiental executado de forma pontual por aproveitamento hidrelétrico individual, sem levar em conta os efeitos causados pelo seu conjunto e do compartilhamento da análise ambiental, sem considerar os diversos empreendimentos de uma mesma bacia. A diferença principal entre as duas ferramentas é que a AAE é um instrumento de política ambiental, que auxilia na tomada de decisão no longo prazo, e a AAI é um instrumento técnico e de gestão ambiental, capaz de substituir o estudo de impacto ambiental.

A AAI é baseada nas premissas de um desenvolvimento de conhecimento para a melhor gestão integrada dos usos e conservação dos recursos hídricos e do meio ambiente, compatibilizando a exploração da hidroeletricidade com a preservação da biodiversidade e a manutenção dos fluxos gênicos; abordagem integradora acerca dos impactos ambientais que a implementação de novos empreendimentos hidrelétricos poderá gerar na bacia; e o desenvolvimento de procedimentos que garantam a efetiva participação das partes interessadas e dos segmentos sociais envolvidos (MME/EPE, 2007).

O enfoque metodológico da AAI é recente e inovador, sendo também utilizado como apoio ao planejamento de empreendimentos a partir da utilização de procedimentos avançados e da incorporação das variáveis socioambientais em todas as etapas de concepção do projeto, a fim de que incorpore os conceitos da sustentabilidade de uma dada região.

A aplicação da AAI visa apoiar o planejamento do setor energético no médio e longo prazo das bacias hidrográficas com abundantes recursos hídricos. Antecipando as decisões rumo ao planejamento integrado da bacia, num determinado marco temporal, considerando os Estudos e Inventários já realizados. Os princípios que regem os planejamentos propostos para a AAI são: a multidisciplinaridade (conhecimento integrado), o dirigismo analítico (uso de

indicadores), o tratamento dinâmico (construção de cenários) e a interação analítica (checagens e re-checagens de resultados) (EPE, 2007).

A Avaliação Ambiental Integrada dos aproveitamentos hidroenergéticos não possui uma sistemática quanto à consideração de Pequenas Centrais Hidrelétricas. A AAI para a Bacia do Rio Paranaíba com previsão de construção de 52 PCHs (ANEEL, 2007), levou em consideração em seus estudos os efeitos e impactos provocados na inserção de PCHs até o ano de 2026. O mesmo não ocorre para as Bacias do Rio Tocantins e Rio Uruguai, com um número superior deste tipo de empreendimento, mas que não são consideradas nos seus estudos (MMA, 2006).

A AAI é um instrumento ainda em construção, que necessita de realização de estudos para que os conceitos definidos a ela sejam efetivamente entendidos, pois assim será possível construir o embasamento metodológico das atividades e produtos previstos. A função primordial da AAI é a gestão integrada de bacias hidrográficas onde é possível analisar a sistemática da construção de aproveitamentos hidrelétricos observando: I) os efeitos e impactos; II) os fenômenos cumulativos e sinérgicos; III) os conflitos; IV) a gestão ambiental; V) as populações tradicionais; e VI) a participação social; imbuídos da elaboração de possíveis empreendimentos hidrelétricos.

1.5 MECANISMOS DE INCENTIVOS À CONSTRUÇÃO DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

A crise de 2001 foi deflagrada a falta de investimentos em infra-estrutura e a fragilidade do novo modelo setorial. Perante a necessidade de ampliar o parque gerador brasileiro num curto prazo foram lançadas políticas públicas na forma de mecanismos de incentivo à construção de novas fontes energéticas de pequeno porte e com caráter renovável⁴⁰ As decisões elaboradas após o ano de 2001 assumiram um posicionamento de sustentabilidade e

⁴⁰ Desta época destacam-se outras políticas setoriais visando um rápido aumento da oferta de energia elétrica como o PPT e o PROCEL. Este último também com o caráter de energia sustentável, ou ainda, de energia virtual, já que para o Programa não é necessária a construção de um empreendimento elétrico, mas apenas para mudança de equipamentos mais eficientes e principalmente a transformação da consciência da população sobre o desperdício de energia e a mudança de atitude.

inovação tecnológica, como forma de alcançar o seu programa de metas e de desenvolvimento do país.

Os incentivos focaram na diversificação da matriz elétrica brasileira, priorizando as fontes renováveis, como PCH, eólica, biomassa, solar, resíduos agroflorestais e florestas energéticas. Para as Pequenas Centrais Hidrelétricas destacam-se o PROINFA, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL e a Conta de Consumo de Combustíveis - CCC.

Entre estes incentivos, o PROINFA teve um curto período de chamada, ficando restrito a apenas uma chamada para fontes alternativas de PCH, biomassa e eólica. Para o MDL, há um destaque maior, não só como um incentivo à construção de empreendimentos mitigadores de gases do efeito estufa, mas como um novo instrumento de mercado capaz de propiciar, através de transferência de tecnologias, as chamadas energias limpas ou sustentáveis. Para a CCC, o que interessa neste estudo é a sub-rogação dos incentivos à construção de empreendimentos hidrelétricos nos sistemas isolados, com prioridade para a Amazônia Legal.

1.6 MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO - MDL

As discussões sobre as mudanças climáticas foram fundamentais para o estabelecimento de um protocolo de intenções, segundo o qual os países industrializados deveriam reduzir suas emissões combinadas de gases de efeito estufa em pelo menos 5,2% em relação aos níveis de 1990, no período compreendido entre os anos de 2008 e 2012 (CQNUMC, 1997).

A partir desta configuração, o Protocolo de Quioto estabeleceu três mecanismos de flexibilização para atingir as metas de redução de emissões de gases de efeito estufa: Implementação Conjunta⁴¹, Comércio de Emissões⁴² e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

⁴¹ O mecanismo de Implementação Conjunta possibilita negociações entre dois países desenvolvidos, segundo as quais um país pode adquirir unidades de redução de emissão (URE), decorrentes de projetos que levaram a diminuição de emissões de outro país desenvolvido (GODOY, 2005, p.43).

⁴² O Comércio de Emissões trata de políticas baseadas em mercados de licenças negociáveis para poluir. Esse mecanismo permite que os países membros negociem entre si as quotas de emissões autorizadas pelo Protocolo, ou seja, um país pode comprar permissões para poluir (*Allowances*) de outro país desde que esse último tenha

A Implementação Conjunta está restrita aos países do Anexo I⁴³, por sua vez o Comércio de Emissões inclui somente os países do Anexo B⁴⁴. O MDL objetiva assistir tanto as partes incluídas, como as não incluídas no Anexo I. Há um compartilhamento de interesses alcançados por um meio em comum que se constitui no MDL, pois, conforme o art 12.2 do Protocolo de Quioto, os objetivos desse mecanismo de flexibilização são assistir às Partes não-incluídas no Anexo I (países em desenvolvimento) para que atinjam o desenvolvimento sustentável contribuindo para o objetivo final da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – CQNUMC, qual seja a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera – e assistir às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, preconizados no art. 13 do protocolo (FRANGETTO & GAZANI, 2002; p. 59).

Segundo Godoy (2005, p.62) os mecanismos de flexibilização ampliaram o conceito de mercado de *commodity*⁴⁵ por uma coleção de diversas transações por meio das quais volumes de redução de emissões de Gases de Efeito Estufa – GEE são comercializados e se diferenciam em relação ao tamanho, formato e regulamentação. A dificuldade do cumprimento das metas do Protocolo de Quioto para os países do Anexo I é maior devido a sua alta industrialização e dependência de energias não-renováveis. Para os países em desenvolvimento, com um parque industrial pequeno e uma matriz energética diversificada, o MDL é uma alternativa de ampliação do mercado internacional entre países de economias distintas, mas que buscam e ofertam um produto em comum: créditos de carbono.

Para Timilsina (*et al*, 2006, p.328) a substituição de energias não-renováveis para energias renováveis em países em desenvolvimento, amplia o mercado de carbono, atuando como um contraponto para o equilíbrio estrutural do desenvolvimento econômico. A autora afirma que o MDL é um mercado de *commodity* atrativo, mas depende de certas circunstâncias para que não se torne inexecutável financeiramente. Segundo a mesma, a

reduzido sua emissão acima da quota determinada conseguindo assim atingir suas metas de redução da poluição (GODOY, 2005, p.43).

⁴³ As Partes do Anexo I são basicamente os países industrializados, os que mais contribuíram no decorrer da história para as mudanças do clima. Vide anexo 01.

⁴⁴ Vide anexo 02.

⁴⁵ De forma geral *commodity* pode ser definido como artigo ou produto a ser utilizado para comércio. Os tipos de *commodity* incluem: produtos agrícolas, metais, petróleo entre outros produtos (GODOY *apud* ROCHA, 2005, p.62).

construção de pequenas centrais hidrelétricas, com geração de até 30 MW, é positiva na substituição de energias não-renováveis como as centrais térmicas e na substituição das grandes centrais hidráulicas, uma vez que os impactos ambientais são menores e aceitos dentro do MDL.

Para o MDL os projetos considerados inelegíveis são: conservação florestal e qualquer mudança no uso da terra e floresta que não seja florestamento e reflorestamento; energia nuclear; geração não sustentável de energia proveniente de recursos de biomassa; e centrais hidrelétricas superior a 30 MW ou com reservatórios de dimensões superiores a 3,0 Km². Excepcionalmente, serão considerados elegíveis os projetos de centrais hidrelétricas que apresentarem densidade de potência instalada igual ou superior a 10 W/m² (NOVAES, *et al*, 2002, p.08).

Segundo Tanwar (2007, p.714), a adicionalidade⁴⁶ é um critério altamente subjetivo, o qual muitas vezes, dificulta a definição dos requisitos conhecidos para sistemas dinâmicos complexos. Entretanto, a avaliação de adicionalidade poder prever profundas implicações para o suprimento global de créditos de carbono, dentro de um mercado que necessita de projetos que sejam adicionais ao MDL. Para o artigo em questão, a implantação de pequenas centrais hidrelétricas na Índia teria um duplo efeito positivo: levar energia de baixo impacto ambiental para populações rurais nas altitudes do Himalaia e com estes projetos, vender créditos de carbono no mercado internacional. Para o autor, este seria um bom campo de discussão, uma vez que as PCHs supririam a necessidade de energia em localidades isoladas e poderia adotar o MDL como incentivo à sua construção.

Para o Brasil (não apenas), a aprovação de projetos depende dos critérios de elegibilidade e dos indicadores de sustentabilidade aplicados ao mesmo. Os critérios de elegibilidade do MDL possuem caráter eliminatório, enquanto os indicadores de sustentabilidade conferem um caráter classificatório. O projeto é considerado elegível quando

⁴⁶ Segundo Schindler e Salati (2007), os critérios de adicionalidade descartam os empreendimentos “*business as usual*”. Para os autores os critérios devem seguir as seguintes condicionantes: ser voluntário, ou seja, não decorrente de qualquer exigência legal ou normativa; demonstrar de forma clara e mensurável, benefícios ao meio ambiente com relação à emissão ou captura de GEE; e ser adicional ao que seria realizado na ausência do suporte financeiro do MDL.

atende integralmente às proposições de cada critério. Um critério não atendido é suficiente para torná-lo inelegível (NOVAES, *et al*, 2002).

Segundo dados do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT, setembro de 2007), o Brasil ocupa o terceiro lugar em número de atividades de projetos aprovados no MDL, com 240 projetos ou 10% do total. A terceira posição em termos de reduções de emissões projetadas, sendo responsável pela redução de 209.933.131 de t CO₂ ou 5% do total mundial. A terceira colocação de reduções de emissões anuais projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos, com uma redução de 27.578.266 CO₂/ano, igual a 6% do total mundial.

Projetos em Validação / Aprovação	Número de projetos	Redução anual de emissão	Redução de emissão no 1º período de obtenção de crédito	% de projetos	Redução o anual de emissão	Redução de emissão no 1º período de obtenção de crédito
Geração elétrica	146	8.340.761	63.192.076	61%	30%	30%
Suínocultura	38	1.946.633	19.152.149	16%	7%	9%
Aterro Sanitário	27	8.753.283	65.796.445	11%	32%	31%
Indústria Manufatureira	11	1.853.002	14.119.296	5%	7%	7%
Eficiência Energética	9	48.440	406.496	4%	0%	0%
Manejo e Tratamento de Resíduos (outros)	4	315.112	2.904.653	2%	1%	1%
N ₂ O	3	6.205.612	43.439.284	1%	23%	21%
Indústria Química	1	17.137	119.960	0%	0%	0%
Produção de metal	1	80.286	802.862	0%	0%	0%
Total	240	27.578.266	209.933.131	100%	100%	100%

Quadro 4: Distribuição das atividades de projeto no Brasil por tipo de projeto
Fonte: MCT, setembro, 2007.

A distribuição de projetos de MDL no Brasil é diversificada, entretanto a geração de energia elétrica representa 61% do número de projetos e 30% do total de redução anual de emissão. Ou seja, a geração de energia elétrica representa a maior fatia dos projetos aprovados no MDL. Sendo que a sua distribuição se dá da seguinte maneira: a biomassa está em primeiro lugar com 1389,3 MW de projetos aprovados; as pequenas centrais hidrelétricas, em segundo lugar com 507,2 MW de projetos aprovados; e a energia eólica em terceiro lugar, com 334,2 MW de projetos aprovados.

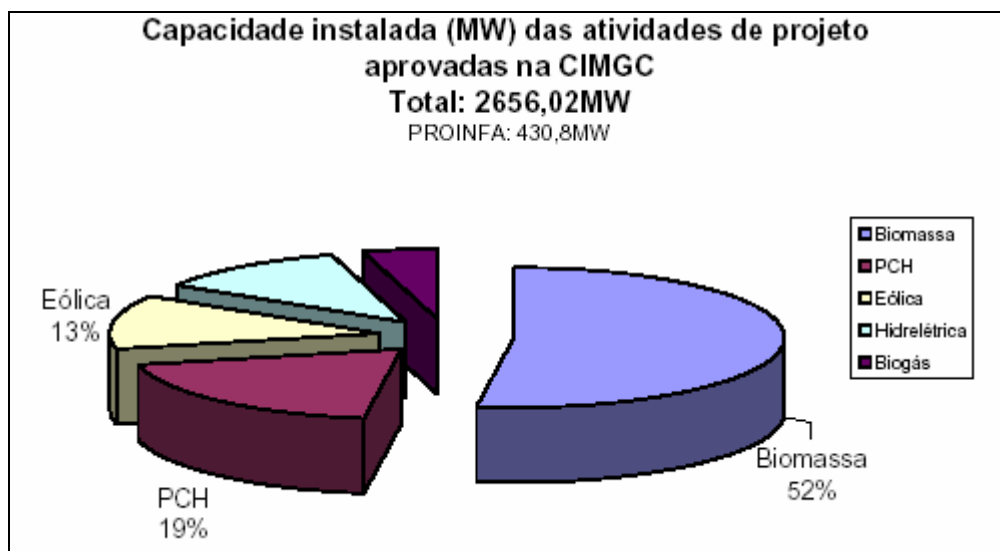


Figura 5: Capacidade instalada das atividades de projeto aprovadas na CIMGC.
 Fonte: MCT, setembro, 2007.

Dados do Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (CERPCH, 2007) revelam que as empresas brasileiras poderão arrecadar até US\$ 9,6 bilhões com reduções certificadas de emissões – CER's a partir do potencial conhecido de pequenas centrais hidrelétricas. Isso é apenas uma previsão, mas dá uma noção do tamanho que o mercado pode atingir caso todas as pequenas centrais hidrelétricas previstas pela ANEEL fossem construídas. O potencial estimado pela Agência é de 10,4 mil MW, já o CERPCH vai além, estimando o potencial brasileiro em 15,4 mil MW.

Segundo Polito (2007, p.51-3), o mercado é promissor, mas alguns fatores podem ser obstáculos para o crescimento dos negócios de crédito de carbono no Brasil. O primeiro é a alta volatilidade dos preços dos CER's (reduções certificadas de emissão). Além disso, os países do Anexo I não necessitam obrigatoriamente comprar CER's de projetos de MDL para reduzirem suas emissões, já que podem utilizar os outros dois mecanismos de flexibilização. E o último motivo é a possível saída de países altamente poluentes do Protocolo de Quioto, por não conseguirem cumprir as metas de redução de emissões dos gases causadores de efeito estufa, o que prejudicaria economicamente o mercado de MDL. Entretanto, não se deve compreender tais dados como previsões pessimistas, mas como uma questão de cautela na viabilização de empreendimentos focados apenas no MDL e não em outras questões, como a necessidade de abastecimento do mercado interno com fontes renováveis de energia.

O MDL tornou-se uma alternativa para os países em desenvolvimento buscar investimentos em infra-estrutura e tecnologia. Uma vez que novos projetos que produzem energia e não emitam gases causadores do efeito estufa podem ser elegíveis dentro do mecanismo.

No caso do Brasil e especificamente das pequenas centrais hidrelétricas, já foram aprovados 22 projetos de PCHs, dentro da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima – CIMGC, totalizando 507,2 MW de energia limpa e participante do MDL. A questão de gerar energia renovável, de pequeno porte pode trazer benefícios sociais, econômicos, tecnológicos e ambientais, além de elevar o potencial de mercado de carbono e de geração de energia elétrica (CERPCH, 2007).

1.7 PROGRAMA DE INCENTIVO ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA ELÉTRICA – PROINFA

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) é um programa do Ministério de Minas e Energia (MME) regulamentado pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, com o objetivo de aumentar a participação de energia elétrica produzida por empreendimento de Produtores Independentes Autônomos⁴⁷, concebidos com base em fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa.

O custo do programa, cuja energia é contratada pela Eletrobrás, é pago por todos os consumidores finais (livres e cativos) do Sistema Interligado Nacional (SIN), exceto os de baixa renda com consumo mensal igual ou inferior a 80 quilowatts-hora (kWh). O valor de custeio do PROINFA é dividido em cotas mensais, recolhidas por distribuidoras e por transmissoras de energia elétrica. O cálculo das cotas é definido com base no consumo e nas variações de mercado das concessionárias. O PROINFA entra como item de custo na fatura mensal de energia dos consumidores cativos⁴⁸.

⁴⁷ Produtor Independente Autônomo é aquele cuja sociedade não é controlada ou coligada de concessionária de geração, transmissão ou distribuição de energia elétrica, nem de seus controladores ou de outra sociedade controlada ou coligada com controlador comum. Art. 3º, item II, § 1º da Lei nº 10.438 de abril de 2002.

⁴⁸ Consumidor cativo: é aquele que está recebendo energia elétrica de sua concessionária local com tarifas estabelecidas pela ANEEL. Os preços são calculados em situações típicas de consumo encontradas em cada

No caso dos consumidores livres, esse custo está embutido nas tarifas de uso dos sistemas de Transmissão – TUST⁴⁹, para aqueles conectados à Rede Básica do Sistema Interligado e de Distribuição – TUSD⁵⁰, para os consumidores ligados à rede das distribuidoras (ANEEL, 2007). As PCHs possuem um diferencial das outras fontes, com o incentivo de descontos não inferiores a 50% nos encargos de uso dos sistemas de transmissão e distribuição (Lei n° 10.438, de 26 de abril de 2002; Resolução da ANEEL n° 281, de 10 de outubro de 1999; e Resolução da ANEEL n° 219, de 13 de abril de 2003). Com a edição da Resolução Homologatória da ANEEL n° 405, de 05 de dezembro de 2006, no Art 8°, fica vedada a cobrança do TUST E TUSD PROINFA dos novos consumidores livres cujo consumo não foi considerado no estabelecimento das quotas de energia elétrica referentes ao PROINFA no ano de 2007.

O PROINFA previa duas etapas, entretanto realizou apenas uma, onde os contratos celebrados pela Eletrobrás tinham 24 meses, contados a partir da publicação da Lei, para a implantação de 3.300MW de capacidade, separados de forma igualitária para cada tipo de fonte. Atingida a meta de 3.300MW, a segunda etapa do programa previa a incorporação das fontes alternativas no atendimento de 10% do consumo anual de energia elétrica do país, com o objetivo a ser alcançado em 20 anos (REIS, 2002, p.168).

Entretanto, a expectativa de ampliação da matriz elétrica brasileira por fontes alternativas através do PROINFA não se confirmou. Principalmente devido a sua efetiva vinculação com as políticas adotadas pelo setor elétrico nos anos subseqüentes à sua

categoria sendo: AS, conexão subterrânea; A4, conexão entre 2,3 e 25 kV; A3A, conexão entre 30 e 44 kV; A2, conexão entre 88 e 138 kV; e A1, conexão de 230 kV ou acima (Infoenergia, 2007).

⁴⁹ TUST – Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão, na forma de TUST RB, relativa ao uso de instalações da Rede Básica, e TUST FR, referente ao uso de instalações de Fronteira com a Rede Básica (Resolução Normativa da ANEEL n° 206, de 22 de dezembro de 2005). A rede básica é composta por instalações de transmissão de grande capacidade cuja finalidade é o transporte em grosso da energia elétrica entre usinas geradoras e os centros de consumo. O critério adotado para o cálculo das tarifas de uso do sistema de transmissão – TUST é fazer com que cada usuário – carga ou geração – responda individualmente pelos custos que provoca nessa rede. Existe um TUST para cada ponto de conexão à Rede Básica (LIMA, 2005, p.09).

⁵⁰ TUSD – Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição, formada por componentes específicos conforme Resolução Normativa da ANEEL n° 166, de 10 de outubro de 2005 (Resolução Normativa da ANEEL n° 206, de 22 de dezembro de 2005). As tarifas de uso do sistema de distribuição – TUSD são calculadas com base no atendimento a um público indistinto, não possuindo razoabilidade técnica em cobrar o uso da rede de forma individualizada. Se assim o fosse, as populações mais carentes, localizadas nos pontos mais distantes das subestações de distribuição, iriam pagar tarifas mais elevadas. Ou seja, a TUSD é única para cada nível de tensão da distribuidora, com valores proporcionais aos custos marginais da expansão dessa rede, que são crescentes na medida em que a tensão de atendimento é reduzida (LIMA, 2005, p.09).

promulgação. Um dos pontos questionados para a ampliação do programa, foi os impactos tarifários envolvidos na compra pelo governo da energia gerada a partir dessas fontes, e a posterior venda para consumidores de baixa renda⁵¹. Outra questão foi à adoção da política de expansão da agroenergia, que engloba o álcool, o biodiesel, as florestas energéticas cultivadas e os resíduos agroflorestais (REIS, 2003).

O PROINFA é isento da volatilidade do mercado, já que a Eletrobrás garante a compra de energia a ser produzida, no período de 15 anos, a partir da data de entrada em operação definida no contrato. A aquisição feita pela Eletrobrás é anual, com compras programadas de cada produtor, de forma que as referidas fontes atendam no mínimo 15% de incremento anual da energia a ser fornecida ao mercado consumidor nacional (REIS, 2002, p.168).

Durante a chamada pública para a participação do programa foram apresentados a ANEEL mais de 200 projetos, com capacidade de geração de aproximadamente 6.500MW. Originalmente, as fontes participantes do programa deveriam ser contratadas igualmente, no entanto, as solicitações de projetos foram diversificadas: energia eólica representou 65% das solicitações, PCHs 30% e usinas à biomassa apenas 5%.

Tabela 2: Solicitação de Autorização – Potência Instalada por Fonte (MW)

Fonte	2002	2003	2004	2005	Total
PCH	208	1.113	507	148	1.976
Eólica	812	1.842	1.057	490	4.201
Biomassa	153	149	17	5	324
Total	1.173	3.104	1.581	643	6.501

Dados: REIS, 2002, p. 171 *apud* ANEEL, agosto, 2002.

⁵¹ Para a viabilização do PROINFA, há um importante instrumento, a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), que tem como principal objetivo reunir os recursos necessários para financiar, como crédito complementar, o produtor de energia alternativa. A CDE é prevista para ter duração de 25 anos, formada com recursos provenientes dos pagamentos efetuados pelos agentes a título de uso do bem público, multas aplicadas pela ANEEL a concessionários, permissionários e autorizados e, a partir de 2003, das quotas pagas por todos os agentes que comercializem energia com o consumidor final (Lei nº 10.438, art. 13, item III, § 1º). Para o caso do consumidor de baixa renda, são utilizadas partes do recurso da conta como alternativa para evitar novos aumentos tarifários, repassados à conta do consumidores finais (REIS, 2002).

Tabela 3: Participação da Capacidade Instalada por Fonte (%)

Fonte	2002	2003	2004	2005	Total
PCH	18	36	32	23	30
Eólica	69	59	67	76	65
Biomassa	13	5	1	1	5

Dados: REIS, 2002, p. 171 *apud* ANEEL, agosto, 2002.

Há ainda outras condicionantes que tornam o PROINFA atrativo tanto economicamente quanto ambientalmente: mecanismos de incentivo que se ligam diretamente aos programas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL e o Luz para Todos – LpT.

Para o MDL, a Lei n° 10.438, de 26 de abril de 2002, art. 3°, alínea e, torna obrigatório que todos os produtores até o dia 30 de janeiro de cada exercício emitirão um Certificado de Energia Renovável – CER, em que conste, no mínimo, a qualificação jurídica do agente produtor, o tipo da fonte de energia primária utilizada e a quantidade de energia elétrica efetivamente comercializada no exercício anterior, a ser apresentado à ANEEL para fiscalização e controle das metas anuais⁵².

O Decreto n° 4.541, de 22 de dezembro de 2002, art. 27, propõe uma metodologia de avaliação ambiental do PROINFA, indicando sua contribuição para evitar emissões de gases de efeito estufa, mitigando o risco de mudanças climáticas, de forma a possibilitar o seu oportuno enquadramento no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo⁵³. No Decreto n° 5.025, de 30 de março de 2004, art. 5°, § 1°, afirma que o programa “também visa reduzir a emissão de gases de efeito estufa, nos termos da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, contribuindo para o desenvolvimento sustentável”.

Para o mesmo Decreto⁵⁴, art. 16°, § 4°, os recursos advindos das atividades relacionadas ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL ou outros mercados de carbono serão destinados à redução dos custos do PROINFA, rateados entre todas as classes de consumidores, nos termos da alínea c, inciso I, art. 3°, da Lei n° 10.438, de 2002, visando à modicidade tarifária⁵⁵. Segundo La Rovere⁵⁶ (2007), os empreendimentos de PCH, biomassa

⁵² Idem, art. 3°.

⁵³ Idem, art. 27.

⁵⁴ Decreto n° 5.025, de 30 de março de 2004.

⁵⁵ Idem, art. 16.

e energia eólica do programa podem gerar de R\$ 30 milhões a R\$ 60 milhões por ano de CER's, dependendo do total de tCO₂ de emissões que eles consigam reduzir – entre 2 milhões e 4 milhões. Isso poderia ser repassado à conta do PROINFA como maneira de subsidiar a compra de energia gerada dos projetos de fontes alternativas, em geral mais caras do que os empreendimentos tradicionais⁵⁷. Neste caso, os recursos advindos do MDL para o PROINFA não entram na conta dos empreendedores⁵⁸ e sim para a CDE – Conta de Desenvolvimento Energético.

Em 2004, foi lançado o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - Luz para Todos – LpT em consonância com a Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. O Programa é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME com participação da Eletrobrás e de suas empresas controladas. O objetivo é levar, até 2008, energia elétrica aos 12 milhões de brasileiros que não têm acesso ao serviço, com a ligação da energia elétrica até os domicílios gratuita. Deste total, 10 milhões estão na área rural.

Em suas diretrizes principais o LpT estabelece o favorecimento à implantação de projetos de eletrificação rural que enfoquem o uso produtivo da energia elétrica e que fomentem o desenvolvimento local integrado. As fontes alternativas do PROINFA se adaptam ao LpT, uma vez que estão presentes na mesma Lei sobre a universalização do atendimento de energia elétrica no Brasil. A geração de energia descentralizada torna o atendimento das populações isoladas mais viáveis economicamente, além do ter a CDE como subsidiária no pagamento das tarifas de energia elétrica.

A grande relevância do LpT é universalização no atendimento de propriedades rurais, cobrindo uma lacuna que perdurava a muitos anos no setor elétrico brasileiro. Contribuindo não apenas para o incremento de energia elétrica no país, como também, instrumento econômico das comunidades isoladas para a redução da pobreza e da fome. Possibilitando que

⁵⁶ Citado por POLITO, 2007, p. 53.

⁵⁷ O Decreto nº 5.882, de 31 de agosto de 2006, art. 16, § 4º, reafirma o subsídio tarifário, onde “os recursos advindos das atividades relacionadas ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL ou outros mercados de carbono serão destinados à redução dos custos do PROINFA, rateados entre todas as classes de consumidores, nos termos da alínea c, inciso I, art. 3º, da Lei nº 10.438, de 2002, visando a modicidade tarifária”.

⁵⁸ Os empreendedores que possuem suas plantas energéticas ligadas ao PROINFA estão tentando quebrar esta cláusula do contrato, uma vez que o mercado de venda de créditos de carbono é promissor. O impasse sobre a venda dos créditos de carbono dos empreendimentos ligados ao PROINFA até então não foi resolvido.

as regiões atendidas se beneficiem de serviços básicos de saúde, educação, abastecimento de água e comunicação (SOUZA & ANJOS, 2005).

1.8 CONTA DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS - CCC

O setor elétrico brasileiro, durante várias décadas foi capaz de subsidiar o desenvolvimento industrial e econômico do país. Entretanto, a região Norte ou as áreas pertencentes à Amazônia Legal, permanecem marginalizadas a este desenvolvimento, devido a obstáculos naturais e barreiras logísticas, associadas a grandes extensões geográficas, o que os torna dependentes de subsídio aos combustíveis fósseis (diesel e óleo combustível) para que a geração termelétrica descentralizada possa atender, com tarifas uniformizadas e compatíveis, os consumidores daquelas regiões (CAMARGO, 2004, p.120).

A Lei nº 5.899, de 05 de julho de 1973, foi editada para a integração dos serviços de eletricidade dos aproveitamentos energéticos entre Estados através de sistemas de ligação interestaduais. A Lei já previa o uso racional das instalações geradoras térmicas, inciso III, art. 13, onde dispôs que os ônus e as vantagens decorrentes do consumo de combustíveis fósseis para atender às necessidades de geração térmica fossem rateados por todas as empresas concessionárias, na proporção de energia vendida aos respectivos consumidores finais. Pelo Decreto nº 73.102, de 07 de novembro de 1973, o Poder Executivo regulamentou o referido rateio instituído pela Lei citada anteriormente, criando a Conta de Consumo de Combustíveis – CCC, inicialmente para os sistemas interligados.

Posteriormente, a CCC foi ampliada para os sistemas isolados, através das Portarias MINFRA⁵⁹ nº 179, de 28 de agosto de 1991 e nº 328, de 23 de dezembro de 1991, tendo a Lei nº 8.631, de 04 de março de 1993, estendido a todos os concessionários de energia elétrica do País o rateio dos referidos ônus e vantagens nos sistemas isolados. Sendo que a regulamentação deu-se pelo Decreto nº 774, de 18 de março de 1993, e pelo Decreto nº 791,

⁵⁹ Em março de 1990 ocorreu a fusão dos Ministérios dos Transportes, das Minas e Energia e das Comunicações, e criado o Ministério da Infra-Estrutura (MINFRA), com competência também nas áreas de geologia, recursos minerais e energéticos, regime hidrológico e fontes de energia hidráulica, mineração e metalurgia, indústria do petróleo e de energia elétrica, inclusive nuclear, fiscalização com utilização de radiofrequência e serviços postais. Em maio de 1992 foi extinto o Ministério da Infra-Estrutura e criado o Ministério dos Transportes e das Comunicações, com atribuições na área dos transportes, telecomunicações e serviços postais.

de 30 de março de 1993, que deram nova redação a alguns artigos do Decreto nº 73.102 e redefiniram os participantes de cada uma das subcontas que compõem a CCC (FROTA, 2004, p.42):

- CCC – S/SE/CO – Conta de Consumo de Combustíveis destinada a cobrir os custos dos combustíveis fósseis da geração termelétrica constantes do Plano de Operação do Sistema Interligado do Sul, Sudeste e Centro-Oeste, tendo como contribuinte todos os concessionários que atendam a consumidores finais cujos sistemas elétricos estejam, no todo ou em parte, conectados a esse sistema interligado.
- CCC – N/NE – idem para os custos constantes no Plano de Operação do Sistema Interligado do Norte e Nordeste.
- CCC – ISOL – idem para os custos constantes no Plano de Operação dos Sistemas Isolados, tendo como contribuintes todos os concessionários do país que atendam a consumidores finais (CAMARGO, 2004, p.121).

A partir desta regulamentação o conceito “energia hidráulica equivalente” foi introduzido e definido como a geração que poderia substituir a totalidade da geração térmica caso os sistemas estivessem completamente interligados. A tarifa que valoriza a energia hidráulica é definida pela ANEEL, sendo que uma parcela de responsabilidade do reembolso de cada uma das empresas geradoras é coberta pela CCC, ou seja, as despesas com combustíveis que excederam aos montantes correspondentes à respectiva energia hidráulica é pago pela TEH – Tarifa de Energia Hidráulica Equivalente, excluídos quaisquer tributos estaduais e municipais incidentes sobre o valor base do combustível.

A Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, art. 11, § 3º, estabeleceu o ano de 2013 como limite de vigência da CCC-Isol. Tais benefícios foram prorrogados pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, que determinou, dentre outras providências, a manutenção temporária da CCC dos sistemas isolados pelo prazo de 20 anos, a contar da publicação da Lei, ou seja, até o ano de 2022, além disso, introduziu a possibilidade de utilização dos recursos da CCC dos sistemas isolados em aproveitamento de pequenas centrais hidrelétricas e que utilizam fontes alternativas de energia, que venham substituir a geração térmica que utilize derivados de petróleo, com redução no custo de geração (FROTA, 2004, p.43).

A Lei nº 10.833, de 29 de dezembro de 2003, incorporou as despesas reembolsáveis da CCC dos sistemas isolados todos os encargos e tributos incidentes na aquisição de combustível. Essa incorporação ocorre de forma temporária e decrescente nos seguintes percentuais anuais:

- 100% (cem por cento) para o ano de 2004;
- 80% (oitenta por cento) para o ano de 2005;
- 60% (sessenta por cento) para o ano de 2006;
- 40% (quarenta por cento) para o ano de 2007;
- 20% (vinte por cento) para o ano de 2008; e
- 0 (zero) a partir do ano de 2009.

Além da compensação pelo custo de combustíveis, a CCC-Isol oferece a sub-rogação em favor do titular de concessão ou autorização que venham a implantar empreendimentos para geração, transmissão e distribuição de energia elétrica nos sistemas isolados, que substitua a geração termelétrica derivada de petróleo ou no atendimento a novas cargas, devido à expansão do mercado, reduzindo o dispêndio atual e futuro da CCC-Isol, conforme Resolução da ANEEL nº 784, de 24 de dezembro de 2002. A sub-rogação poderá corresponder a um percentual de até 75% do valor do investimento, que deverá ser pago em parcelas mensais definidas pela ANEEL.

1.8.1 Situação dos empreendimentos sub-rogados pela CCC

A sub-rogação do rateio da CCC se dará para os empreendimentos que atendam aos requisitos estabelecidos pela Resolução da ANEEL nº 784, de 24 de dezembro de 2002, e que se enquadrem em uma destas características:

- Empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica, solar, biomassa ou gás natural;
- Aproveitamentos hidrelétricos de potência superior a 1,0 MW e igual ou inferior a 30,0 MW, destinados à produção independente ou autoprodução de energia elétrica, mantidas as características de pequenas centrais hidrelétricas;

- Outros aproveitamentos hidrelétricos não abrangidos por PCHs;
- Empreendimentos de transmissão e distribuição de energia elétrica;
- Empreendimentos como sistemas de transporte de gás natural, desde que sua utilização final seja a geração de energia elétrica; e
- Projetos de eficiência de central termelétrica ou troca de combustível.

EMPREENDIMENTO	SITUAÇÃO DA SUB-ROGAÇÃO	VALOR DO BENEFÍCIO⁶⁰
PCH Belo Monte	Encerrada	8.265.508,34
PCH Altoó II	Encerrada	3.382.966,35
PCH Cabixi II	Encerrada	12.583.121,04
PCH Santa Lúcia II	Encerrada	11.236.482,36
PCH Rio Branco	Encerrada	17.292.354,07
PCH Faxinal II	Em vigor	27.486.712,94
PCH Saldanha	Em vigor	20.835.633,87
PCH Garganta da Jararaca	Em vigor	10.543.478,58
PCH Primavera	Em vigor	87.709.390,60
PCH Apertadinho	Prevista	13.800.876,98
UTE Itacoatiara ⁶¹	Encerrada	31.592.996,50
UTE Feijó ⁶²	Em vigor	912.881,28
UTE Manoel Urbano	Prevista	109.453,12
LT Campo Novo / Brasnorte	Encerrada	9.070.492,67
LT Brasnorte / Fazenda Cortez	Em vigor	62.832.985,48
LT Jardim / Porto Murinho	Em vigor	19.655.810,95
LT e SE Sapezal	Em vigor	3.700.602,98
LT e SE Tabaporã	Encerrada	2.308.564,75

Quadro 5: Sub-rogação do sistema isolado – CCC-Isol.

Fonte: Eletrobrás, 2007.

⁶⁰ O valor do benefício foi calculado com base na energia de referência (óleo diesel) mês a mês, de 2001 a 2007.

⁶¹ Enquadrada como fonte alternativa.

⁶² Enquadrada como eficiência ou troca de combustível

Todos estes empreendimentos deverão representar a redução de dispêndio da CCC. Segundo a tabela acima, este é o dispêndio da sub-rogação dos empreendimentos no sistema isolado entre os anos de 2001 e 2007, conforme previsão da Eletrobrás.

A CCC é um fundo setorial que abastece as usinas térmicas na compra de combustíveis fósseis, principalmente para os sistema isolados. As usinas que recebem o incentivo da CCC-Isol sob a forma de reembolso do ICMS incidente sobre o combustível usado nas termelétricas dos Sistemas Isolados são beneficiadas através de um crédito tributário onde os custos são rateados entre as concessionárias de transmissão e distribuição do sistema interligado, visando à modicidade tarifária para os consumidores do sistema isolado. No entanto, não se deve descartar que a construção de outras fontes renováveis de energia nestas localidades é também beneficiada pela conta, apesar das dificuldades encontradas devido a obstáculos naturais e barreiras logísticas, podendo desonerar as tarifas do TUSD e TUST.

1.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pequenas centrais hidrelétricas – PCHs dentro do contexto político e de regulação brasileiro têm sido considerada uma fonte energética alternativa aos combustíveis fósseis, mais a consideração do desenvolvimento sustentável. É uma fonte renovável, de pequeno impacto ambiental, que pode auxiliar no desenvolvimento socioeconômico de comunidades isoladas a partir da disponibilização do serviço de energia e na colaboração da mitigação de gases de efeito estufa.

Em nível mundial já é considerada como uma solução para questões como universalização de energia elétrica e participação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL. Entretanto, tais considerações não devem ser determinantes para que a regulação ambiental não seja trabalhada.

Há situações onde as PCHs possuem impactos negativos maiores que os positivos, principalmente quando as questões socioambientais não são dimensionadas e integradas de forma coerente no ambiente em que se insere. Assim, a proposição de construir um modelo dinâmico vem da necessidade de identificar os possíveis conflitos e impactos provocados da construção de várias PCHs em uma mesma sub-bacia.

Anteriormente à construção de um modelo dinâmico aplicado a Pequenas Centrais Hidrelétricas, o próximo capítulo aborda uma revisão bibliográfica de indicadores que podem auxiliar de maneira sucinta o grau de impacto para pequenas e para grandes centrais hidrelétricas. Tais indicadores abordam área de alagamento por população atingida e área de alagamento por potência gerada. Há também uma reflexão sobre emissões de gases de efeito estufa – GEE para os reservatórios hidrelétricos no Brasil. Ao fim são apresentadas uma variação gráfica dos reservatórios de pequenas centrais hidrelétricas e centrais hidrelétricas com uma análise regionalizada.

2 UMA BREVE ANÁLISE ENTRE UHE X PCH

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a atual perspectiva de confrontações entre a construção de pequenas centrais hidrelétricas versus grandes centrais hidrelétricas, o contexto mundial sobre as mudanças climáticas a partir de fontes hidráulicas e o comportamento gráfico de PCHs e UHEs nas diferentes regiões do Brasil.

Tem-se que as emissões de gases de efeito estufa – GEE servirá de pano de fundo para as discussões sobre a (in) sustentabilidade de uma PCH.

2.1 INTRODUÇÃO

A problemática negativa que envolve a construção de usinas hidrelétricas está ligada aos danos socioambientais provocados pelos grandes empreendimentos. Estes impactos são percebidos principalmente pela saída das populações atingidas e pelo alagamento de terras agricultáveis e/ou de florestas, uma vez que estas localidades alagadas nunca mais irão retornar ao seu estado inicial, mesmo com a desativação da usina.

Entretanto, a necessidade de gerar energia é fundamental para o desenvolvimento econômico e social. O atual discurso das mudanças climáticas torna indispensável a busca pela geração de energias limpas, não emissoras de gases de efeito estufa e que utilizem uma matriz renovável.

A questão da energia hidráulica encontra-se neste contraponto de expectativas, por um lado é causadora de impactos socioambientais, por outro é uma fonte energética renovável que auxilia na mitigação de emissões de gases de efeito estufa. A busca por um consenso é fundamental para que a hidroenergia obtenha um caráter sustentável. Neste âmbito, as pequenas centrais hidrelétricas, a nível mundial, têm se tornado uma solução para este impasse da energia hidráulica em consonância com os preceitos da sustentabilidade e do desenvolvimento socioeconômico.

2.2 HIDROELETRICIDADE E IMPACTOS

Entende-se por impacto choque, colisão, impulso transmitido ou efeito muito forte deixado por certa ação ou acontecimento (HOUAISS, 2007). Ainda pode-se considerar por

impacto diversos níveis de influência: direto, indireto, no curto, médio e longo prazo, positivo e negativo.

Para Little (2001, p.111) existem dois tipos de impactos: os gerados pela ação humana e os naturais. Os impactos causados pela intervenção humana nos ciclos naturais a fim de ganhar sustentação e desenvolvimento econômico provoca alterações percebidas não só pela natureza quanto para os seres humanos. O autor identifica três subgrupos básicos de impacto negativo: contaminação do meio ambiente, esgotamento dos recursos naturais e degradação dos ecossistemas.

Ao se tratar de energia, a visualização dos impactos é ainda mais visível, seja na geração, produção ou distribuição, uma vez que provoca alterações diretas nos meios ambientais, sociais e econômicos, e outras indiretas, nem sempre possíveis de mensurar. Todos os processos que visam a transformação de recursos naturais em energia, renováveis e não-renováveis, provocam alterações no meio em algum momento deste processo, de forma quase sempre permanente.

A partir dos anos de 1990, o foco das discussões de impactos causados pelo consumo energético são os gases de efeito estufa, causadores das mudanças globais de clima, originados principalmente por energias não-renováveis como o carvão mineral e o petróleo. Entretanto, não são eximidas as emissões de GEE de usinas hidrelétricas, gás natural, carvão vegetal, biomassa, entre outros. O ponto de convergência situa-se entre o uso das fontes renováveis, menos poluentes, das não-renováveis, onde a diversificação da matriz energética mundial poderia mitigar o cenário de impacto negativo de aumento da temperatura global.

A hidroeletricidade fornece quase 20% da eletricidade mundial, para o Brasil este valor é ainda maior com quase 78% de fornecimento de energia elétrica para o país (WCD – World Commission on Dams, 2001; BEN – Balanço Energético Nacional, 2006). Ao considerar o balanço energético, é possível visualizar a distinção de uso de combustíveis renováveis e não-renováveis mundialmente e no Brasil:

	Renováveis	Não-renováveis
Brasil	44,7%	55,3%
Mundo	13,3%	86,7%
OCDE ⁶³	6,0%	94,0%

Quadro 6: Estrutura da oferta interna de energia
 Fonte: BEN – Balanço Energético Nacional, 2006

Em se tratando de hidroeletricidade, o aspecto principal levado em consideração são os impactos negativos provenientes da construção de uma grande UHE. A própria WCD (2001) afirma que os benefícios da hidroeletricidade vieram a um preço elevado, através da inundação de relevantes habitats naturais, perda de biodiversidade aquática e do deslocamento de milhares de pessoas atingidas⁶⁴. Entretanto, as hidrelétricas possuem um valor significativo no desenvolvimento dos países na geração de energia elétrica, no represamento de água para a irrigação, no controle das cheias e no fornecimento de água para consumo humano e dessedentação de animais.

Grandes barragens estão associadas a uma publicidade negativa e controversa a respeito dos seus benefícios e malefícios. Para Sarkar (*et al*, 1995) a principal divulgação negativa associada à construção de barragens é a realocação de pessoas que vivem nas áreas onde está proposto o empreendimento. De forma mais acentuada, ocorre na construção de barragens em áreas remotas, onde vivem populações tradicionais, indígenas ou comunidades remanescentes de algum grupo étnico, que são mais vulneráveis a estas mudanças, que podem resultar não só na perda de sua área como também de sua cultura e de suas raízes.

Segundo o autor não se deve ignorar que durante a construção do empreendimento pode ocorrer a exploração da biodiversidade, dos recursos florestais e da população nativa. Finalizada a barragem podem surgir problemas como doenças de veiculação hídrica, alteração

⁶³ OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico é uma organização internacional composta pelos 30 países mais ricos do planeta que são responsáveis pela produção de mais da metade da riqueza mundial. Entre seus objetivos está: apoiar o crescimento econômico sustentável, criação de novos postos de trabalho, melhoria da qualidade de vida, manutenção da estabilidade financeira mundial, assistência a países em desenvolvimento e contribuição para o crescimento do comercial mundial (OCDE, 2007).

⁶⁴ Neste trabalho, a WCD estima que entre 40 a 80 milhões de pessoas no mundo foram atingidas por barragens, e há ainda um número não reconhecido de pessoas afetadas à jusante das barragens, que tiveram seu modo de vida alterado pelos empreendimentos.

do regime das águas, alteração do meio aquático e da qualidade da água, diminuição da população de peixes, perda de terras agricultáveis, perda de pastagens, contaminação das águas por agentes externos como adubos, pesticidas, emissão de efluentes, alteração do modo de vida da população ribeirinha e mais uma lista de problemas provocados pela construção de uma barragem.

Entretanto, tanto o artigo de Sarkar quanto o documento da WCD apresentam critérios e avaliações para a construção de barragens a fim de mitigar tais problemas. Em ambos, há uma preferência pela construção de plantas hidrelétricas do que plantas movidas a combustíveis não-renováveis, como petróleo e carvão mineral, motivados principalmente pela não emissão de gases de efeito estufa.

Para Larson (2007, p. 946) os impactos socioambientais e econômicos são grandes e necessários quando se trata de projetos hidrelétricos. O custo ambiental, e particularmente, socioeconômico e suas medidas corretivas podem ter valor elevado se a inserção afetar negativamente o curso d'água e a economia local. Mas por outro lado, o empreendimento pode beneficiar mais amplamente a sociedade e a economia nacional, bem como o fornecimento de energia adicional aos setores industrial, de serviço, comercial e da construção civil, podendo incluir estes custos nos impactos positivos.

Ao tratarmos os efeitos causados por pequenas centrais hidrelétricas, diversos autores estabelecem um contraponto com as grandes e descartam seu potencial negativo e majoram seu potencial positivo. Em seu artigo Sarkar (*et al*, 1995) apresenta a “sustentabilidade em projetos hidrelétricos”, onde as PCHs causam mínimas alterações nos habitats naturais e na vida das populações locais, além de serem importantes para o desenvolvimento regional, principalmente em áreas isoladas. Para Reddy (*et al*, 2006), as PCHs são responsáveis por benefícios locais de sua implantação, novamente em áreas isoladas, além de possibilitar a entrada de países em desenvolvimento no comércio internacional através da venda de créditos de carbono. Da mesma forma se apresentam os artigos de Tanwar (2007), Dudhani (*et al*, 2005) e Kaldellis (2006), em que as PCHs além de prover energia, os impactos são de

pequena monta, auxiliam na mitigação das emissões de gases de efeito estufa e principalmente impulsionam a economia local em áreas isoladas⁶⁵.

Apesar da contradição estabelecida da construção de uma barragem, com impactos positivos e negativos, o Brasil possui uma disponibilidade hídrica suficiente para saneamento, navegação, irrigação, manutenção de ambientes naturais, geração de energia, abastecimento industrial, recreação, dessedentação de animais, diluição de efluentes e harmonia paisagística (COIMBRA *et al*, 1999, p. 18). Por isso mesmo, a utilização de recursos naturais renováveis associados a um planejamento de longo prazo e outras matrizes energéticas renováveis e não-renováveis, podem garantir um cenário com um menor número de impactos negativos integrado a um desenvolvimento que busca a sustentabilidade.

2.3 HIDROELETRICIDADE E GASES DE EFEITO ESTUFA

O relatório da WCD (2001, p. 36) foi conclusivo no que se refere às emissões de gases de efeito estufa e a escolha de uma determinada fonte energética, seja hidráulica ou térmica:

(...) de todas as grandes represas e lagos naturais nas regiões boreal e tropicais que foram medidas as emissões de gases de efeito estufa (...) alguns valores para as emissões são extremamente baixos, e podem ser até dez vezes menos poluentes do que as plantas térmicas. Contudo, em alguns casos as emissões brutas são consideráveis, e possivelmente maiores do que as alternativas térmicas (...) a descoberta de que um reservatório de uma hidrelétrica emite gases de efeito estufa é, *per se*, insuficiente na determinação de sua contribuição final para o aquecimento global. O que deve importar aos governos e à comunidade internacional preocupada sobre a mudança do clima e aos GEEs é a escolha que suas decisões trarão sobre a seleção de um projeto que satisfaça as necessidades energéticas e que se suas emissões serão menores que outras alternativas consideradas.

Em um outro estudo editado pela ANEEL em 2002, Emissões de Gases de Efeito Estufa Derivados de Reservatórios Hidrelétricos, são apresentados diversos estudos confrontando as quantidades de CO₂ e CH₄ emitidos dos reservatórios de hidrelétricas em regiões tropicais e

⁶⁵ Apenas um artigo, Barbosa & Dupas (2006), apresentaram um trabalho contrário sobre o impacto reduzido de uma PCH. O trabalho das autoras é baseado numa matriz de correlação construída a partir de 43 itens retirados do Estudo de Impacto Ambiental quantificados e qualificados, o resultado obtido foram 37 impactos negativos, contra 06 impactos positivos. Na conclusão do trabalho as autoras afirmam que “Para que a implantação de PCH seja feita sob uma visão de sustentabilidade, é preciso observar a capacidade de suporte do ambiente, de forma que o equilíbrio dos ecossistemas regionais seja preservado. No entanto, o que se identificou foi que dos 43 impactos identificados no empreendimento, apenas 6 foram positivos. Isso demonstra, que apesar de ser pequena, a PCH possui alta disponibilidade de impactos negativos” (p.136).

temperadas. Nestes casos as condições climáticas, a altitude e a biomassa vegetal influenciam nas emissões das plantas hidrelétricas podendo emitir mais ou menos GEE do que as emissões provocadas por plantas energéticas baseadas em combustíveis fósseis.

Em síntese, apesar da geração de hidroeletricidade é dita ter evitado a nível mundial em torno de 9% do CO₂ da combustão de combustível fóssil em 1994, baseada na suposição subjacente que a geração não está associada com as emissões de GEE (Vate, 1996), Rosa *et al* (1996) confirmam que os reservatórios hidrelétricos podem ser fontes significativas de gases de efeito estufa e os efeitos acumulativos de aquecimento de suas emissões estão longe de serem desprezíveis (ROSA *et al.*, 2002, p.51).

A discussão está associada a emissões de CH₄ em comparação com as emissões de CO₂ em lagos de decomposição anaeróbica com matéria orgânica submersa, pois o tempo estimado da degradação da biomassa inundada é curto e conseqüentemente, as emissões são mais agressivas à atmosfera nos primeiros anos de operação. A diferença está no tempo de residência menor que o do CO₂. Apesar do tempo de vida do CH₄ ser de aproximadamente de 10,5 anos, enquanto que o CO₂ atinge 120 anos, parte do CH₄ transforma-se em CO₂ na atmosfera ao reagir com a hidroxila, ou seja, os valores do GWP⁶⁶ do CH₄ são muito superiores aos do CO₂, mas decrescem com o tempo.

Rosa (*et al*, 2002) inclui neste trabalho a quantificação das fontes e dos sorvedouros dos gases de efeito estufa em nove (09) reservatórios tropicais no Brasil. Os reservatórios estão localizados sobre uma faixa de latitude geográfica que variam do equador a aproximadamente 30° Sul. A escolha dos reservatórios foi feita levando-se em conta que a latitude é um importante fator que influencia na emissão de gás, principalmente porque determina a temperatura ambiente. O clima também é importante, porque determina o tipo de vegetação local, e assim o tipo e densidade de biomassa eventualmente inundada pelo reservatório. Além disso, a vegetação circunvizinha determina o tipo e quantidade de *runoff* (escoamento

⁶⁶ *Global Warming Potential* ou Potencial de Aquecimento Global, é um índice que trabalha através do equivalente de CO₂ a fim de estimar a contribuição relativa dos gases de efeito estufa a partir de 1 Kg de CO₂ equivalente a x Kg de metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonos (CFCs), perfluorcarbonos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF₆) (*Energy Informtion Administration – EIA*, 2007). O índice foi originalmente proposto por Lshof e Ahuja (1990). O GWP de um gás é o quociente entre o forçamento radiativo, instantâneo, integrado ao longo de um intervalo de tempo, produzido por um pulso de emissão desse gás e o forçamento radiativo, instantâneo, integrado no mesmo intervalo de referência. O forçamento da radiação dá a capacidade do gás de interceptar na atmosfera a radiação eletromagnética infravermelha, que é emitida pela superfície da Terra. O GWP é um índice desenvolvido para a aplicação na formulação de políticas de controle de intensificação do efeito estufa (ROSA, *et al*, 2002, p. 48).

superficial) de carbono que chega ao reservatório, do início do enchimento até seu estado de equilíbrio. De acordo com o autor, os dados obtidos no estudo mostram uma leve tendência de reservatórios jovens emitirem mais metano por bolhas do que os reservatórios antigos.

O autor ressalta que as atividades de fontes e sorvedouros de CO₂ variam devido a uma série de influências, tais como temperatura, velocidade do vento, radiação solar, parâmetros físico-químicos da água, composição da biomassa, entre outros fatores. Os que pode parecer ocasional na variação destes parâmetros são na verdade influências diretas para a emissão de gás. Outros parâmetros apresentados neste estudo que auxiliam na determinação das escolhas para a planta energética a ser projetada são a densidade de potência⁶⁷ (W/m²), a produção de carbono pela decomposição anaeróbica da biomassa por m² de floresta inundada (biomassa/m²), eficiência da termelétrica e o tipo de combustível adotado (tecnologia adotada).

Ao analisar o efeito da cumulatividade dos gases de efeito estufa baseadas em hidroeletricidade e na termoeletricidade, considerando tanto a variação de suas emissões sobre o tempo como também os tempos de residências dos gases na atmosfera, o autor afirma que os estudos não são conclusivos devido a variabilidade inter e intra-reservatórios, já que não se deve promover uma generalização de dados e conclusões.

Neste caso as PCHs possuem vários pontos a seu favor. A princípio, o curso d'água escolhido para a construção de uma pequena central hidrelétrica quase sempre possui menor largura e volume, conseqüentemente sua dimensão construtiva é menor, áreas de reservatório com menores dimensões, a retirada da biomassa vegetal é mais simples e menos onerosa, da mesma forma a retirada e salvamento de espécies da fauna e flora são de menor monta.

Segundo Tanwar (2007), as PCHs preenchem todos os requisitos para projetos elegíveis dentro do MDL, inclusive a avaliação de adicionalidade. Para a situação apresentada, a adicionalidade é calculada considerando cenários futuros para sistemas dinâmicos. Nesta modelagem, o autor trabalha a eletrificação rural em áreas isoladas, onde inclui propriedades

⁶⁷ A densidade de potência é calculada por $\text{potência}/4\pi R^2$, que é a expressão da energia pela área alçada, ou ainda pode ser utilizada para cálculos de intensidade de radiação de campos elétricos e magnéticos. É uma expressão genérica que busca medir intensidades do setor elétrico, seja para determinação de linhas de transmissão ou para centrais elétricas.

rurais e vilas. As PCHs neste cenário poderiam ofertar energia num curto prazo, aumentando a disponibilidade energética e melhorando as condições socioeconômicas da região do estudo.

Timilsina (*et al*, 2006) também apresenta uma modelagem utilizando a quantidade de emissões de gases de efeito estufa entre energias renováveis e não-renováveis, com destaque para PCHs. O fornecimento de energia através de fontes renováveis e inovações tecnológicas poderia diminuir sensivelmente a quantidade de GEE na atmosfera. Para a autora além da redução de gases de efeito estufa, principalmente NO_x e SO_x , a economia local poderia estar ainda melhor caso houvesse mais projetos elegíveis dentro do MDL e o valor da CER com melhores preços.

A questão principal para estes estudos sobre mitigação dos gases de efeito estufa e novas tecnologias energéticas, é a de não transformar a energia numa simples mercadoria de alto custo. Um dos preceitos do MDL, é que os projetos sejam voluntários e não apenas focados em um nicho de mercado: a venda de créditos de carbono. Os empreendimentos energéticos devem ser adicionais mesmo na ausência do suporte financeiro do MDL e acarretar benefícios ao meio ambiente com relação à emissão ou captura de GEE. Ou seja, o mercado não deve ser o único objetivo de empreendimentos energéticos, mas a necessidade do ser humano em consumir energia deve ser o foco primordial.

2.4 ESTUDO COMPARATIVO

Para estabelecer uma análise entre dois processos construtivos de magnitudes opostas é necessário estabelecer parâmetros de análises e confrontações. Uma PCH, numa análise simplificada, aparentemente nada mais é do que uma UHE de pequeno porte. No entanto, não é só o tamanho que diferencia construções com uma mesma finalidade: gerar energia através da força potencial ou cinética das águas. O tamanho pode sim ser determinante, pois há rios que não suportariam uma UHE, e o mesmo vale para uma PCH. Entretanto, analisar o contexto socioambiental e econômico para auxiliar na tomada de decisão de se construir uma grande UHE ou várias PCHs que, ao fim, geraria energia da mesma forma e para a mesma população é ainda um desafio para vários pesquisadores sobre o assunto. Neste item da

dissertação, não é apresentada uma resposta definitiva para esta pergunta, mas segue uma série de critérios que podem auxiliar na escolha entre UHEs e PCHs⁶⁸.

Durante um seminário promovido pelo Banco Mundial, Goodland (1997) apresenta um artigo onde são discutidos os parâmetros que podem estabelecer os critérios para se alcançar a sustentabilidade em barragens. Segundo o autor, nove pontos devem ser analisados em consonância com as questões socioambientais para que haja aceitabilidade de projetos de hidroenergia: I) restabelecimento de populações atingidas; II) uso do solo; III) recursos pesqueiros; IV) biodiversidade; V) apropriação de terras; VI) qualidade da água; VII) usos múltiplos da água; VIII) integração regional; e, IX) produção de gases de efeito estufa.

A partir destes pontos, Goodland (1997) estabelece um balanço no qual apresenta uma variação entre grandes e médios⁶⁹ projetos de barragens hidrelétricas. Os parâmetros utilizados neste estudo são: área de alagamento / potência gerada (ha/MW) e população atingida / potência gerada (pop/MW). A partir das proporções destes índices, o autor estabelece uma curva exponencial na qual é possível identificar empreendimentos mais sustentáveis e não-sustentáveis, ou “melhores” e “piores”. Assim, a proporção de sustentabilidade é dada pela menor razão entre estes parâmetros.

Dessa forma foi possível estabelecer um *ranking* com dois itens no qual se distinguem as hidrelétricas sustentáveis das insustentáveis. O primeiro item do *ranking* é o social, caracterizado pelo número de pessoas atingidas diretamente pelo empreendimento e pela vulnerabilidade das minorias étnicas. O segundo item do *ranking* é o ambiental, caracterizado pela área diretamente afetada pela inundação. Neste item, o autor dá ênfase aos impactos decorrentes do alagamento: alteração da qualidade da água, dos ecossistemas terrestre e aquático, alteração da vazão do regime hídrico, da perda de terras agricultáveis, propriedades produtivas, emissões de gases de efeito estufa, entre outros.

⁶⁸ Esta análise não possui influências de programas de fomentação à construção de PCHs. Além disso, não são, também, analisados a potência e o rendimento das máquinas hidráulicas (turbina, gerador, etc) e os aspectos construtivos inerentes a cada tipo de barragem.

⁶⁹ Para o autor médias barragens hidrelétricas situam-se entre 50 e 300MW (GOODLAND, 1997, p.80).

Following the two proxies of the number of oustees and the area of reservoir⁹

Country	Project Name	Megawatts	Hectares	Ousteers	ha/MW	Ousteers/MW
China	Three Gorges	18,200	110,000	1,300,000	6	71
Brazil/Paraguay	Itaipu	12,600	135,000	59,000	11	5
Venezuela	Guri Complex	10,300	426,000	1,500	41	0
Brazil	Tucuruí	7,600	243,000	30,000	32	4
United States	Grand Coulee	6,494	33,306	10,000	5	2
Canada	Churchill Falls	5,225	665,000	0	127	0
Pakistan	Tarbela	3,478	24,280	96,000	7	28
China	Ertan	3,300	10,100	30,000	3	9
Brazil	Ilha Solteira	3,200	125,700	6,150	39	2
Argentina/Paraguay	Yacyreta	2,700	172,000	50,000	64	19
Turkey	Ataturk	2,400	81,700	55,000	34	23
Malaysia	Bakun	2,400	70,000	9,000	29	4
India	Tehri	2,400	4,200	100,000	2	42
Egypt	Aswan High	2,100	400,000	100,000	191	48
Mozambique	Cabora Bassa	2,075	380,000	250,000	183	120
Pakistan	Ghazi Barotha	1,450	2,640	899	2	1
Brazil	Sobradinho	1,050	415,000	65,000	395	62
India	Narmada Sagar	1,000	90,820	80,500	91	81
Pakistan	Mangla	1,000	25,300	90,000	25	90
Ghana	Akosombo/Volta	833	848,200	80,000	1,018	96
Nigeria	Kainji	760	126,000	50,000	166	66
Laos	Nam Theun 2	600	34,000	4,500	57	8
Chile	Pehuenche	500	400	10	1	0
Nepal	Arun III	402	43	775	0	2
Thailand	Khao Laem	300	38,800	10,800	129	36
Brazil	Balbina	250	236,000	1,000	944	4
Sri Lanka	Victoria	210	2,270	45,000	11	214
Laos	Nam Theun-Hinboun	210	630	0	3	0
Laos	Nam Ngum	150	37,000	3,000	247	20
Thailand	Pak Mun	34	6,000	4,945	176	145
Indonesia	Kedung Ombo	29	4,600	29,000	159	1,000
Burkina Faso	Kompienga	14	20,000	1,842	1,426	132

Figura 6: *Ranking* socioambiental e da geração hidrelétrica por área alagada
 Fonte: Goodland, 1997, p.85.

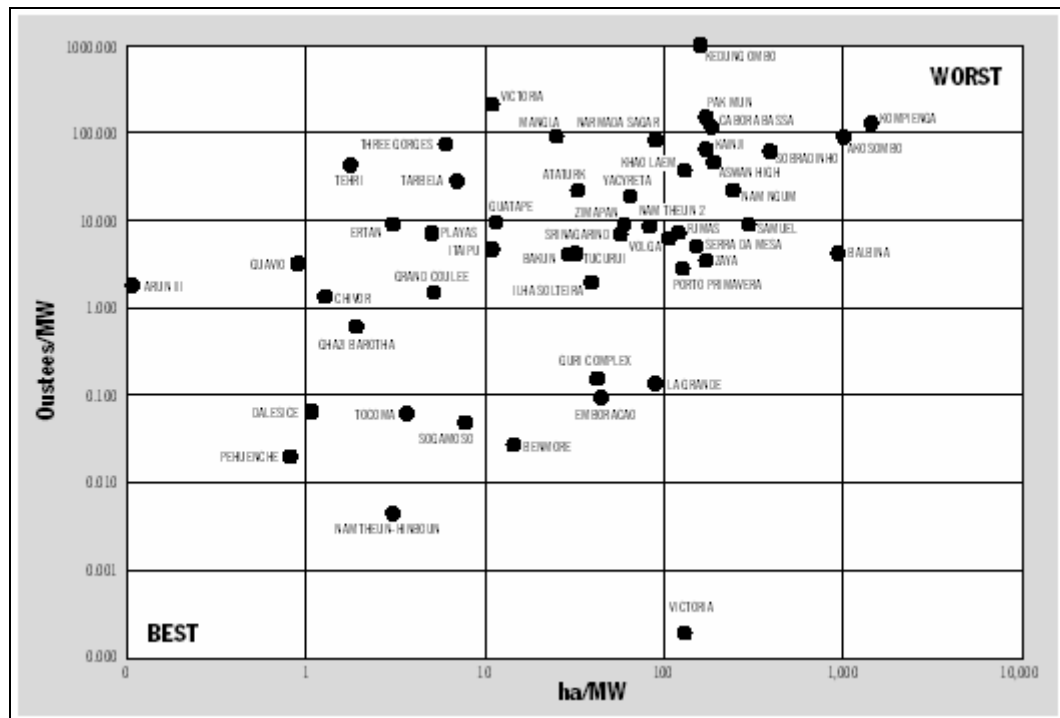


Figura 7: Taxa de “eficiência” hidrelétrica da capacidade instalada mundialmente.
 Fonte: Goodland, 1997, p.87.

De maneira similar, é possível estabelecer critérios de sustentabilidade entre pequenas e grandes barragens para o Brasil. Segundo o autor (1997) há diferenças substanciais entre reservatórios situados em países de clima temperado e aqueles de clima tropical e subtropical. A começar pela quantidade de biomassa e de biodiversidade presente nos ecossistemas atingidos e no número de pessoas residentes próximas aos recursos hídricos e suas condições de vida. Em países de clima temperado, a quantidade de biodiversidade presente é menor e quase sempre já foi estudada e catalogada; as populações atingidas possuem uma melhor condição de vida e escolaridade que permite a conscientização e tomada de atitude perante um empreendimento de magnitude maior. O mesmo não ocorre em países de clima tropical e subtropical, onde a biodiversidade é maior, e nem sempre completamente estudada, tanto no meio terrestre quanto aquático e as populações atingidas possuem uma condição de vida, normalmente, caracterizado pela pobreza e muitas vezes não são conscientes do seu papel na manutenção de um determinado ciclo de vida (GOODLAND, 1997, p.82-6).

A utilização sistemática de ferramentas de avaliação de impacto ambiental e legislação ambiental pertinente ao assunto é uma forma de garantir que os empreendimentos hidroenergéticos sigam determinados critérios que não atestem para controvérsias na implantação de barragens. A mitigação dos impactos negativos é uma possível solução, no entanto, trabalhar desde a concepção do empreendimento até sua implantação procurando soluções técnicas aliada a questão socioambiental possui um diferencial muito mais proativo do que reparações pós-implantação.

Outra questão bastante discutida sobre a área de alagamento das barragens é a emissão de gases de efeito estufa a partir da decomposição anaeróbica da biomassa inundada. Partindo da utilização das mesmas variáveis⁷⁰, mas com a proporção de razão invertida, Rosa (*et al*, 2002) apresenta em um estudo a variável “densidade de potência” (MW/ha) para a emissão de gases de efeito estufa. Nesta determinação, quanto maior a razão, melhor é o índice de sustentabilidade da área alagada da hidrelétrica, já que a decomposição anaeróbica da biomassa inundada e inversamente proporcional à área alagada.

⁷⁰ Área de alagamento (km²) e potência gerada (MW).

Segundo cálculos de Rosa⁷¹ (*et al.*, 2002 *apud* ROSA, *et al.*, 1994), a quantidade de metano emitido devido ao represamento é muito inferior ao do dióxido de carbono equivalente que seria emitido por termelétricas, levando em conta três opções tecnológicas: carvão-convencional, óleo-convencional e gás natural-ciclo combinado. Entretanto, o próprio autor destaca que em casos específicos onde a densidade de potência (W/m²) da hidrelétrica é extremamente baixa, não é evitada a emissão de carbono.

Ao estabelecer uma comparação entre a decomposição microbiana da biomassa de floresta inundada e a produção de CH₄ pelos reservatórios hidrelétricos e, a produção de CO₂ através da geração de eletricidade com a queima de combustíveis fósseis pode ser entendida e generalizada da seguinte forma: a maioria das emissões de CH₄ dos reservatórios hidrelétricos está concentrado no tempo inicial e decai durante um período de poucos anos, enquanto que as emissões de CO₂ da geração de eletricidade através da queima de combustíveis fósseis permanecem contínuas e constantes sobre o período de vida do investimento de capital (ROSA, *et al.*, 2002, p.41).

Em outro estudo de Rosa e Schaeffer (1995 *apud* ROSA, *et al.*, 2002), os autores salientam que não se pode esquecer que também haverá pequenas emissões de CH₄ e CO₂ a longo prazo através da decomposição da biomassa residual estocada remanescente nos reservatórios após intensa degradação inicial, como também através da nova biomassa produzida durante o período de tempo dentro dos reservatórios. Estas novas emissões não são desconsideradas pelos autores, apesar de serem relativamente pequenas quando comparadas às emissões de CO₂ decorrentes da geração termelétrica usando a queima de combustíveis fósseis. Estes dados foram obtidos em estudos de campo em reservatórios tanto de clima tropical, quanto em reservatórios de clima temperado⁷².

Outro dado interessante é que parte dessas contribuições permanentes nos reservatórios seja pela vazão natural do rio, seja pela vegetação presente ao longo da área alagada, surgi

⁷¹ Os estudo comparativos de Rosa (*et al.*, 1994), mostram a consistência dos resultados de seus cálculos, ajustados aos dados obtidos por Tundsi (1992) em Samuel e Tucuruí. Este ajuste, através do modelo serviu para validar as hipóteses sobre a quantidade de biomassa que se decompõe em metano na floresta submersa pelas represas. Outro ponto importante para a comparação foi a presença do carbono na água, sob formas de CO₂ e CH₄. Foi encontrada alta presença de CO₂ nas águas das terras inundadas, maior que a concentração de equilíbrio com a atmosfera (ROSA, *et al.*, 2002, p.39 *apud* RICHEY, 1982; FURCH, 1984).

⁷² Os trabalhos de campo foram realizados no Brasil e no Canadá.

devido a decomposição natural dos recursos da biomassa existentes nestes locais periodicamente inundados pelo rio, independente da existência ou não de um reservatório (ROSA, *et al.*, 2002 *apud* FRANKEN, 1992).

A densidade de potência definida por Rosa (*et al.*, 2002) ao ser levada em consideração numa análise, deverá ser confrontada observando o bioma em que será inserida a hidrelétrica e a quantidade de biomassa que poderá vir a ser submersa. Ou seja, o critério de 10 W/m² não é suficiente para determinar o tipo de aproveitamento que pode ser efetivamente realizado daqueles que não devem ser, mas tem como finalidade acentuar a diferenciação das situações entre os mesmos. Lembrando que este estudo coordenado por Rosa (*et al.*, 2002) levou em conta nove reservatórios situados entre as latitudes 4° S a 26° S, com várias idades de conclusão das barragens, variando entre um e 38 anos. Além dos tipos de vegetação circundante que incluíram floresta equatorial úmida, floresta temperada, floresta de Mata Atlântica, cerrado e caatinga.

Particularmente, no Brasil, há dois pesquisadores que contestam os dados entre si sobre a emissão de GEE na região amazônica, Rosa e Fearnside. Rosa (*et al.*, 1994; 1995; 2002) ao elaborar seu estudo comparativo de emissões provocadas por hidrelétricas teve o cuidado de considerar os diversos tipos de biomas presente no Brasil e conseqüentemente sua biomassa inundada. Além disso, o autor estabeleceu uma cronologia de diversos outros estudos e autores sobre a quantidade de metano emitido da floresta amazônica em diversos casos: florestas inundadas, tapetes gramados flutuantes, águas abertas, áreas de várzea e durante o ciclo de inundação do Amazonas (*apud* BARTLETT, *et al.*, 1988; RICHEY, *et al.*, 1987; ABLE/AGE 2A - CAMREX, 1985).

Fearnside (1995; 1996) atribui outras conclusões sobre as emissões de GEE de reservatórios hidrelétricos situados no bioma amazônico. Segundo o autor a floresta alagada pela construção de barragens emite uma quantidade muito superior de GEE do que o equivalente de plantas energéticas que utilizam combustíveis fósseis, principalmente metano, através da degradação subaquática da biomassa da floresta. Conseqüentemente, o impacto do aquecimento global de hidrelétricas na Amazônia é maior que outras fontes não-renováveis. Além disso, o autor contesta o esquema de GWP do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC, com relação a emissões de metano e à relação exponencial de decaimento da biomassa inundada, já que o declínio não é uma simples exponencial descrita por uma

simples constante de decaimento e o CH₄ sendo considerado um gás cujo tempo de vida atmosférico curto faz parecer menos importante, que, no entanto estabelece maiores relações com outros gases atmosféricos possuindo um GWP maior que outros gases.

Em ambos trabalhos, a discussão sobre as emissões de GEE afirma necessitar de uma avaliação do efeito acumulativo das emissões de gases dos reservatórios hidrelétricos e usinas termelétricas usando combustíveis fósseis, considerando tanto a variação das suas emissões sobre o tempo como também nos tempos de residências dos gases da atmosfera. Apesar das pesquisas de ambos diferenciarem em muito nos seus resultados finais, é importante compreender que mesmo tratando-se de uma energia renovável, a construção de centrais hidrelétricas possui um custo ambiental necessário de ser quantificado.

2.5 COMPORTAMENTO GRÁFICO ENTRE PCHS X UHES

A fim de avaliar os parâmetros acima e confrontar os dados entre pequenas e grandes usinas hidrelétricas, foi executado um levantamento de todas as PCHs e UHes em funcionamento no Brasil para aplicação dos critérios de Goodland (1997) e Rosa (2002). A construção das tabelas seguiu a divisão regional do Brasil e não a divisão por bacia hidrográfica, já que nos levantamentos efetuados as usinas estão separadas por estados e não por bacias.

Segundo dados da ANEEL (2008) há 292 PCHs e 158 UHes em operação no Brasil, no entanto quem efetua os levantamentos de geração e área alagada dos empreendimentos é o Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro – SIPOT. Os dados das tabelas elaboradas pela autora são de julho de 2005, data da última atualização do sistema. As mesmas levaram em consideração os dois critérios citados acima: I) Goodland (1997) - ha/MW⁷³; e II) Rosa (*et al.*, 2002) – densidade de potência (MW/ Km²).

A partir destes dados é possível perceber que as diferenças regionais são determinantes para os critérios elaborados pelos autores. Os gráficos abaixo representam o comportamento exponencial dos reservatórios de UHes e PCHs região por região.

⁷³ Neste caso será substituído ha por Km².

Tabela 4: UHEs Região Sul – exame de densidade de potência e Km²/MW

UHE Região Sul								
	Nome	Rio	UF	Estágio	Potência (MW)	Área do Reservatório (Km ²)	Densidade de potência (MW/Km ²)	Km ² /MW
1	Bento Munhoz da Rocha Neto	Iguaçu	PR	Operação	1.676,00	141,90	11,811	0,0847
2	Canastra	Santa Maria	RS	Operação	42,50	0,05	850,000	0,0012
3	Dona Francisca	Jacuí	RS	Operação	125,00	18,90	6,614	0,1512
4	Guaricana	Arraial	PR	Operação	36,00	0,90	40,000	0,0250
5	Itá	Uruguai	SC/RS	Operação	1.450,00	141,80	10,226	0,0978
6	Itaipú 1	Paraná	PR/Paraguai	Operação	12.600,00	1.460,00	8,630	0,1159
7	Itaúba	Jacuí	RS	Operação	500,00	17,00	29,412	0,0340
8	Jacuí	Jacuí	RS	Operação	180,00	4,80	37,500	0,0267
9	Júlio Mesquita Filho	Chopim	PR	Operação	57,60	0,45	128,000	0,0078
10	Luiz Carlos Barreto Carvalho	Grande	SP/MG	Operação	1.104,00	46,53	23,727	0,0421
11	Machadinho	Pelotas	RS/SC	Operação	1.140,00	78,91	14,447	0,0692
12	Parigot de Souza	Capivari / Cacheira	PR	Operação	260,00	13,10	19,847	0,0504
13	Passo Fundo	Passo Fundo / Erechim	RS	Operação	226,00	151,54	1,491	0,6705
14	Passo Real	Jacuí	RS	Operação	158,00	225,50	0,701	1,4272
15	Salto Caxias	Iguaçu	PR	Operação	1.240,00	141,43	8,768	0,1141
16	Salto Osório	Iguaçu	PR	Operação	1.078,00	55,87	19,295	0,0518
17	Salto Santiago	Iguaçu	PR	Operação	1.420,00	210,00	6,762	0,1479
18	Segredo	Iguaçu	PR	Operação	1.260,00	80,58	15,637	0,0640

Fonte: SIPOT, 2005, elaboração próprio da autora, 2007.

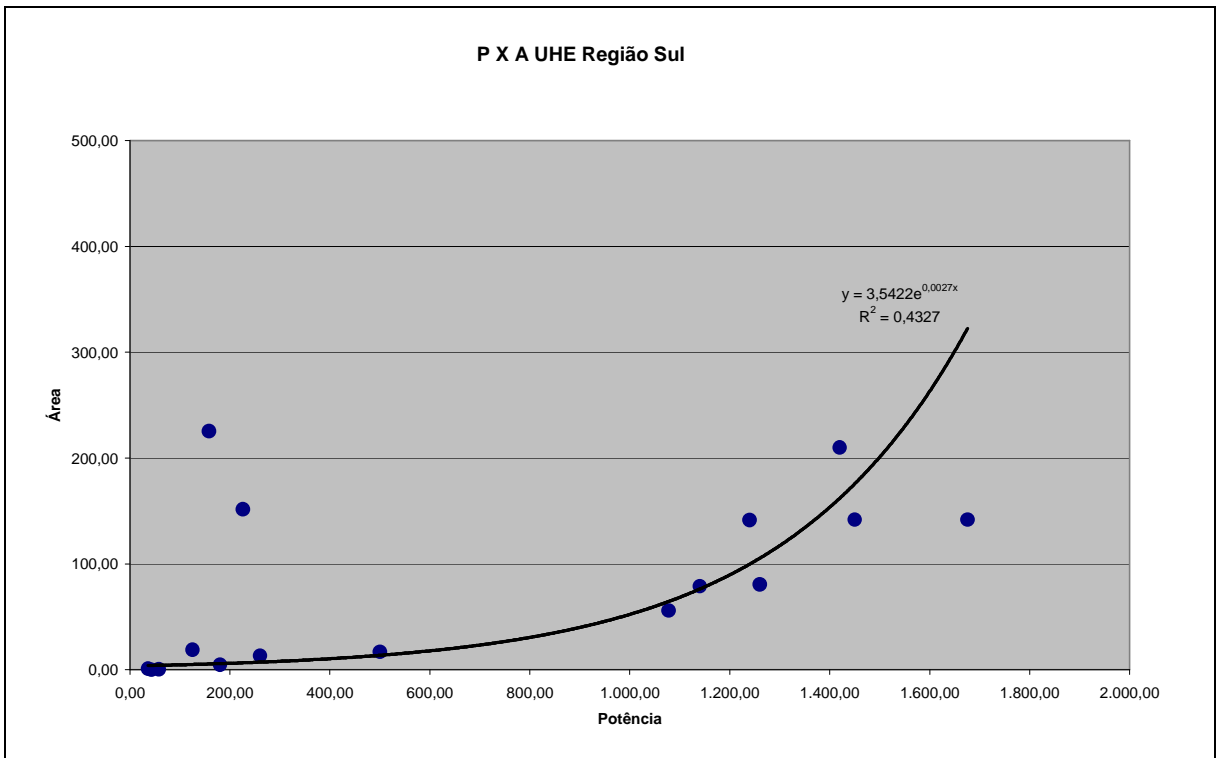


Gráfico 2: Gráfico exponencial das UHEs da Região Sul.
Fonte: Elaboração próprio da autora, 2007.

Tabela 5: PCHs Região Sul – exame de densidade de potência e Km²/MW

PCHs Região Sul								
	Nome	Rio	UF	Estágio	Potência (MW)	Área do Reservatório (Km ²)	Densidade de potência (MW/Km ²)	Km ² /MW
1	Apucarantina	Apucarantina	PR	Operação	9,50	0,55	17,273	0,0579
2	Bracinho	Bracinho	SC	Operação	16,50	0,06	275,000	0,0036
3	Bugres	Santa Maria	RS	Operação	11,12	2,50	4,448	0,2248
4	Capigui	Guaporé	RS	Operação	3,76	7,60	0,495	2,0213
5	Caveiras	Caveiras	SC	Operação	3,50	14,40	0,243	4,1143
6	Cedros	Cedros	SC	Operação	7,40	2,94	2,517	0,3973
7	Celso Ramos	Chapecozinho	SC	Operação	4,60	0,08	57,500	0,0174
8	Chaminé	São João	PR	Operação	18,00	0,10	180,000	0,0056
9	Derivação Jordão - Eixo B	Jordão	PR	Operação	6,50	3,35	1,940	0,5154
10	Garcia	Garcia	SC	Operação	8,60	0,82	10,488	0,0953
11	Guarita	Guarita	RS	Operação	1,76	4,43	0,397	2,5170
12	Ijuizinho	Ijuizinho	RS	Operação	1,00	0,10	10,000	0,1000
13	Ivo Silveira	Santa Cruz	SC	Operação	2,40	0,06	40,000	0,0250
14	Mourão 1	Mourão	PR	Operação	7,50	11,30	0,664	1,5067
15	Palmeiras	Bonito	SC	Operação	17,40	3,10	5,613	0,1782
16	Palmeiras/Cedros	Bonito	SC	Operação	7,00	0,85	8,235	0,1214
17	Passo do Inferno	Santa Cruz	RS	Operação	1,33	0,12	11,083	0,0902
18	Pery	Canoas	SC	Operação	4,40	0,05	88,000	0,0114
19	Rio dos Patos	Dos Patos	PR	Operação	1,60	0,50	3,200	0,3125
20	Salto Rio Branco	Dos Patos	PR	Operação	2,50	0,32	7,813	0,1280
21	Santa Marta	Ticororó	RS	Operação	1,48	1,80	0,822	1,2162
22	Santa Rosa	Santa Rosa	RS	Operação	1,40	0,11	12,727	0,0786
23	São Jorge	Pitangui	PR	Operação	2,30	7,20	0,319	3,1304

Fonte: SIPOT, 2005, elaboração próprio da autora, 2007.

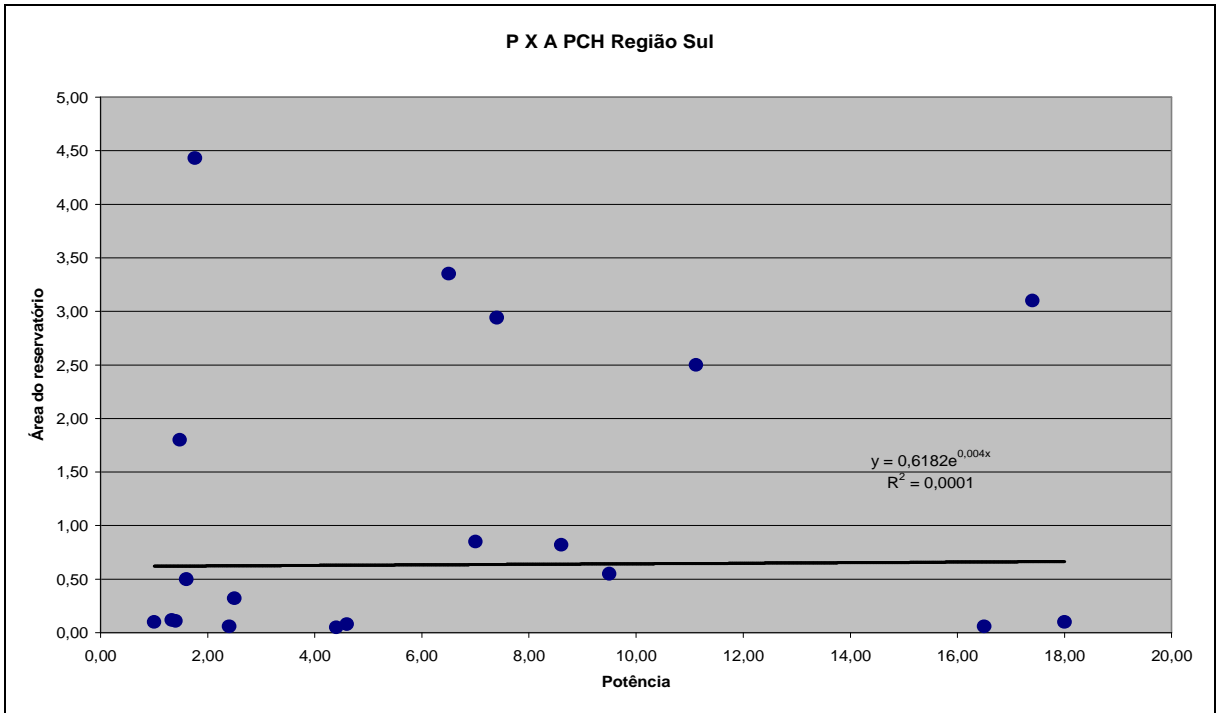


Gráfico 3: Gráfico exponencial das PCHs da Região Sul.

Fonte: Elaboração próprio da autora, 2007. Tabela 06: UHEs Região Sudeste – exame de densidade de potência e Km²/MW.

Tabela 6: UHEs Região Sudeste – exame de densidade de potência e Km²/MW

UHE Região Sudeste								
	Nome	Rio	UF	Estágio	Potência (MW)	Área do Reservatório (Km ²)	Densidade de potência (MW/Km ²)	Km ² /MW
1	Álvaro Souza Lima	Tietê	SP	Operação	144,00	60,10	2,396	0,4174
2	Americana	Atibaia	SP	Operação	33,60	11,40	2,947	0,3393
3	Armando A. Laydner	Paranapanema	SP	Operação	98,00	448,93	0,218	4,5809
4	Armando Salles de Oliveira	Pardo	SP	Operação	32,00	2,70	11,852	0,0844
5	Barra Bonita	Tietê	SP	Operação	140,00	310,52	0,451	2,2180
6	Caconde	Pardo	SP	Operação	80,00	30,95	2,585	0,3869
7	Camargos	Grande	MG	Operação	46,00	73,36	0,627	1,5948
8	Canoas I	Paranapanema	SP/PR	Operação	82,50	29,11	2,834	0,3528
9	Canoas II	Paranapanema	SP/PR	Operação	72,00	23,52	3,061	0,3267
10	Capivara	Paranapanema	SP/PR	Operação	640,00	576,30	1,111	0,9005
11	Emborcação	Paranaíba	MG	Operação	1.192,00	447,70	2,662	0,3756
12	Euclides da Cunha	Pardo	SP	Operação	108,00	1,07	100,935	0,0099
13	Fontes Nova	Ribeirão das Lajes	RJ	Operação	132,00	4,00	33,000	0,0303
14	Fontes - BC	Lajes	RJ	Operação	88,00	4,00	22,000	0,0455
15	Fontes - Lajes	Lajes	RJ	Operação	44,00	30,70	1,433	0,6977
16	Funil	Grande	MG	Operação	180,00	37,71	4,773	0,2095
17	Funil	Paraíba do Sul	RJ	Operação	222,00	39,73	5,588	0,1790
18	Furnas	Grande	MG	Operação	1.312,00	1.442,00	0,910	1,0991
19	Guilman-Amorim	Piracicaba	MG	Operação	140,00	1,00	140,000	0,0071
20	Henry Borden	Cubatão 1	SP	Operação	888,00	127,45	6,967	0,1435
21	Ibitinga	Tietê	SP	Operação	132,00	114,82	1,150	0,8698
22	Igarapava	Grande	MG/SP	Operação	210,00	52,00	4,038	0,2476
23	Ilha dos Pombos	Paraíba do Sul	RJ	Operação	183,00	4,00	45,750	0,0219
24	Ilha Solteira	Paraná	SP/MS	Operação	3.444,00	1.195,20	2,882	0,3470
25	Itutinga	Grande	MG	Operação	52,00	1,60	32,500	0,0308
26	Jaguara	Grande	MG/SP	Operação	424,00	33,90	12,507	0,0800
27	José Ermírio de Moraes	Grande	SP/MG	Operação	1.396,20	646,26	2,160	0,4629
28	Lucas Nogueira Garcez	Paranapanema	SP/PR	Operação	72,00	11,59	6,212	0,1610
29	Luiz Carlos Barreto Carvalho	Grande	SP/MG	Operação	1.104,00	46,53	23,727	0,0421
30	Marimondo	Grande	MG/SP	Operação	1.488,00	438,00	3,397	0,2944
31	Mário Lopes Leão	Tietê	SP	Operação	264,00	530,00	0,498	2,0076
32	Mascarenhas	Doce	ES	Operação	131,00	4,10	31,951	0,0313
33	Mascarenhas de Moraes	Grande	MG	Operação	478,00	263,75	1,812	0,5518
34	Miranda	Araguari	MG	Operação	408,00	50,63	8,058	0,1241
35	Nilo Peçanha	Ribeirão das Lajes	RJ	Operação	380,00	4,00	95,000	0,0105
36	Nova Avanhandava	Tietê	SP	Operação	347,40	212,00	1,639	0,6102
37	Nova Maurício	Novo	MG	Operação	32,10	3,40	9,441	0,1059
38	Nova Ponte	Araguari	MG	Operação	510,00	443,00	1,151	0,8686
39	Paraibuna / Paraitinga	Paraíba do Sul	SP	Operação	85,00	177,17	0,480	2,0844
40	Pereira Passos	Lajes	RJ	Operação	100,00	1,10	90,909	0,0110
41	Piraju	Paranapanema	SP	Operação	80,00	12,75	6,275	0,1594
42	Porto Colômbia	Grande	SP/MG	Operação	328,00	143,90	2,279	0,4387
43	Porto Estrela	Santo Antônio	MG	Operação	112,00	4,20	26,667	0,0375
44	Porto Primavera	Paraná	SP/MS	Operação	1.540,00	2.139,67	0,720	1,3894

UHE Região Sudeste								
	Nome	Rio	UF	Estágio	Potência (MW)	Área do Reservatório (Km²)	Densidade de potência (MW/Km²)	Km²/MW
45	Rosal	Itabopoana	ES/RJ	Operação	55,00	1,28	42,969	0,0233
46	Rosana	Paranapanema	SP/PR	Operação	372,00	217,66	1,709	0,5851
47	Sá Carvalho	Severo	MG	Operação	78,00	0,46	169,565	0,0059
48	Salto Grande	Santo Antônio	MG	Operação	102,00	5,80	17,586	0,0569
49	Santa Branca	Paraíba do Sul	SP	Operação	58,00	27,00	2,148	0,4655
50	Santa Clara	Mucuri	MG/BA	Operação	60,00	7,60	7,895	0,1267
51	Sobragi	Paraibuna	MG	Operação	60,00	0,11	545,455	0,0018
52	Souza Dias	Paraná	SP/MS	Operação	1.551,20	327,00	4,744	0,2108
53	Suíça	Santa Maria da Vitória	ES	Operação	30,60	0,60	51,000	0,0196
54	Taquaruçu	Paranapanema	SP/PR	Operação	554,00	74,58	7,428	0,1346
55	Três Irmãos	Tietê	SP	Operação	807,50	756,54	1,067	0,9369
56	Três Marias	São Francisco	MG	Operação	396,00	1.009,32	0,392	2,5488
57	Volta Grande	Grande	MG/SP	Operação	380,00	201,60	1,885	0,5305

Fonte: SIPOT, 2005, elaboração próprio da autora, 2007.

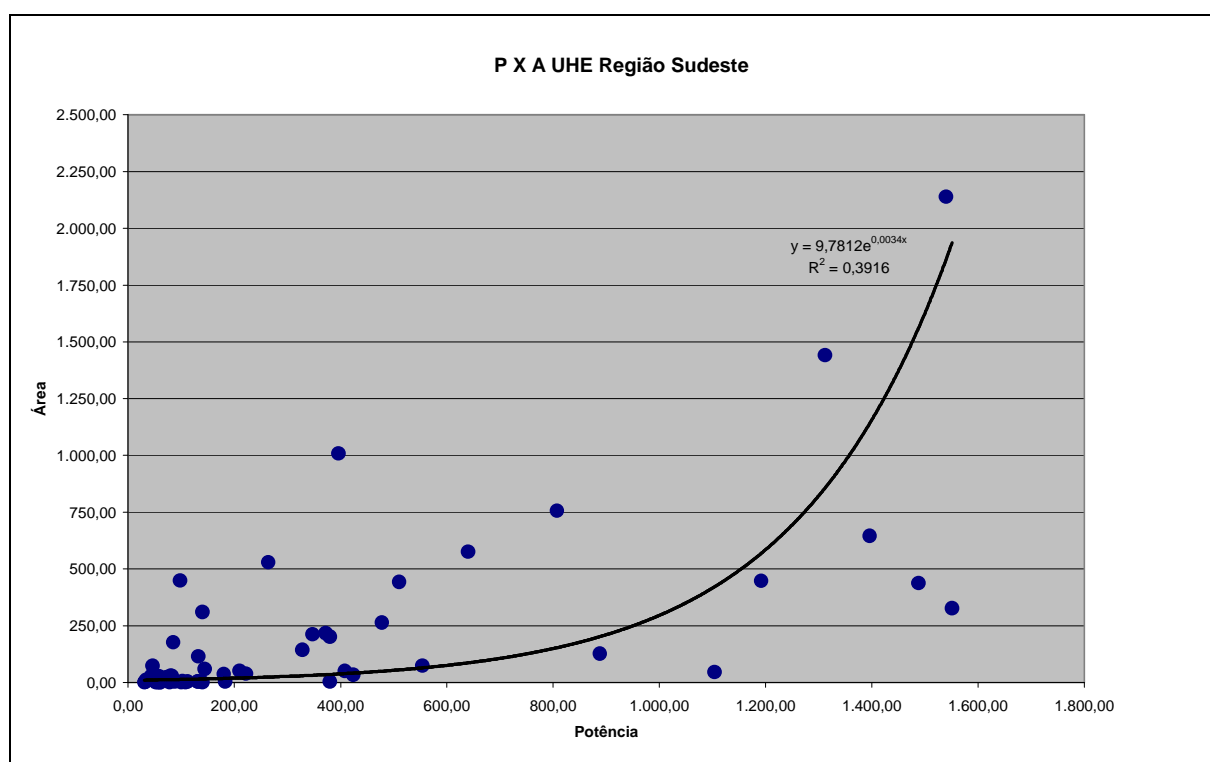


Gráfico 4: Gráfico exponencial das UHEs da Região Sudeste.

Fonte: Elaboração próprio da autora, 2007.

Tabela 7: PCHs Região Sudeste – exame de densidade de potência e Km²/MW.

PCH Região Sudeste								
	Nome	Rio	UF	Estágio	Potência (MW)	Área do Reservatório (Km ²)	Densidade de potência (MW/Km ²)	Km ² /MW
1	Anil	Jacaré	MG	Operação	3,60	0,08	45,000	0,0222
2	Cachoeira da Onça	São José	ES	Operação	1,13	0,23	4,913	0,2035
3	Cachoeira do Emboque	Matipó	MG	Operação	18,00	2,80	6,429	0,1556
4	Cacheira Encoberta	Glória	MG	Operação	22,70	0,29	78,276	0,0128
5	Cajuru	Pará	MG	Operação	7,20	23,30	0,309	3,2361
6	Capão Preto	Quilombo 3	SP	Operação	5,52	2,80	1,971	0,5072
7	Cariobinha	Ribeirão Quilombos	SP	Operação	1,35	0,10	13,500	0,0741
8	Coronel Domiciano	Fumaça	MG	Operação	1,84	0,03	61,333	0,0163
9	Dona Rita	Tanque	MG	Operação	2,41	3,50	0,689	1,4523
10	Dourados	Sapucai Paulista	SP	Operação	7,00	0,54	12,963	0,0771
11	Eloy Chaves	Mogi-Guaçu	SP	Operação	18,80	0,41	45,854	0,0218
12	Gafanhoto	Pará	MG	Operação	12,88	1,52	8,474	0,1180
13	Gavião Peixoto	Jacaré-Guaçu	SP	Operação	4,20	0,17	24,706	0,0405
14	Glória	Glória	MG	Operação	14,50	1,70	8,529	0,1172
15	Itatinga	Itatinga	SP	Operação	15,00	17,00	0,882	1,1333
16	Jaguari	Jaguari	SP	Operação	27,60	55,68	0,496	2,0174
17	Jucu	Jucu Braço Sul	ES	Operação	2,01	0,01	201,000	0,0050
18	Lúis Dias	Lourenço Velho Grande	MG	Operação	2,43	0,03	81,000	0,0123
19	Macabu	Macabu	RJ	Operação	22,50	3,20	7,031	0,1422
20	Martins	Uberabinha	MG	Operação	7,70	0,20	38,500	0,0260
21	Maurício	Novo	MG	Operação	2,20	3,40	0,647	1,5455
22	Mello	Santana	MG	Operação	10,00	0,69	14,493	0,0690
23	Mogi-Guaçu	Mogi-Guaçu	SP	Operação	7,00	5,50	1,273	0,7857
24	Muniz Freire	Pardo	ES	Operação	25,00	0,18	138,889	0,0072
25	Neblina II	Manhuaçu	MG	Operação	4,60	1,48	3,108	0,3217
26	Oswaldo Costa	Machado	MG	Operação	9,16	2,40	3,817	0,2620
27	Pai Joaquim - Ampliação	Araguari	MG	Operação	23,00	0,50	46,000	0,0217
28	Pandeiros	Pandeiros	MG	Operação	4,20	0,40	10,500	0,0952
29	Paraúna	Paraúna	MG	Operação	4,08	1,00	4,080	0,2451
30	Peti	Santa Bárbara	MG	Operação	9,40	6,00	1,567	0,6383
31	Piau	Piau	MG	Operação	18,01	0,50	36,020	0,0278
32	Poquim	Poquim	MG	Operação	1,40	0,27	5,185	0,1929
33	Rio Bonito	Santa Maria da Vitória	ES	Operação	13,80	2,20	6,273	0,1594
34	Rio de Pedras	Velhas	MG	Operação	9,38	4,00	2,345	0,4264
35	Salto Grande	Atibaia	SP	Operação	3,70	0,04	92,500	0,0108
36	Xicão	Santa Cruz	MG	Operação	1,81	1,20	1,508	0,6630

Fonte: SIPOT, 2005, elaboração próprio da autora, 2007

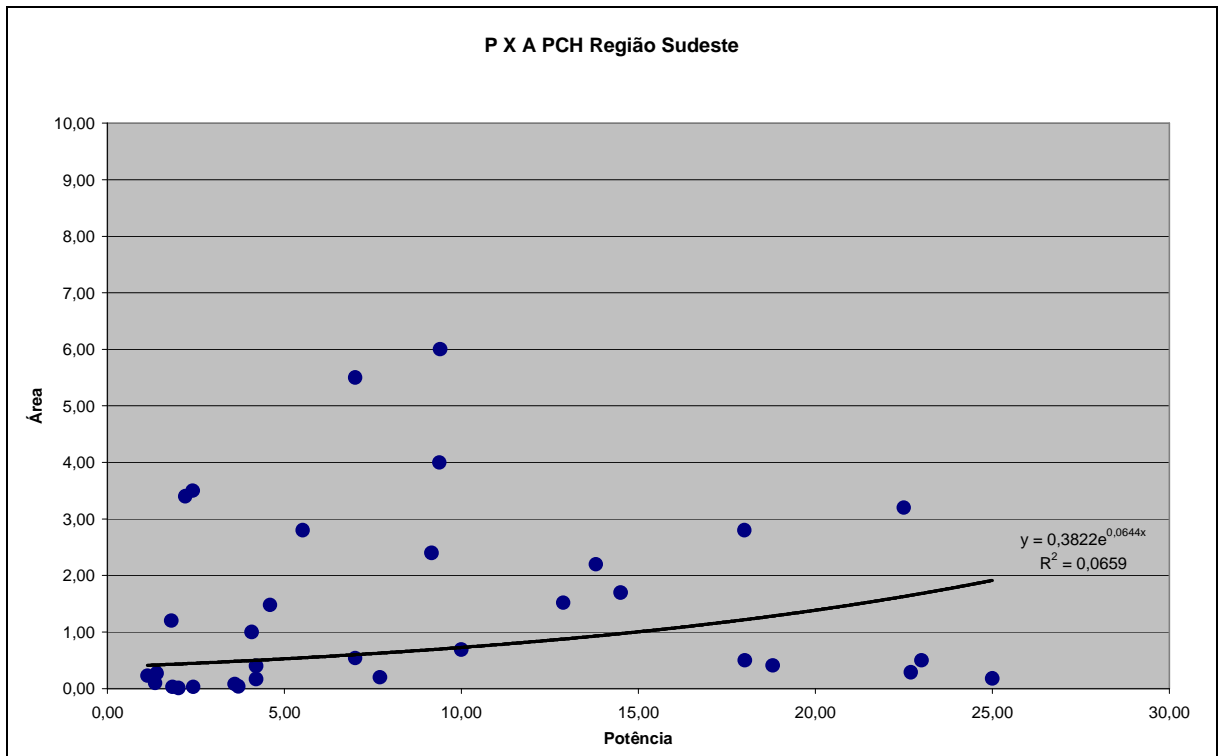


Gráfico 5: Gráfico exponencial das PCHs da Região Sudeste.

Fonte: Elaboração próprio da autora, 2007.

Tabela 8: UHEs Região Centro-Oeste – exame de densidade de potência e Km²/MW.

UHE Região Centro-Oeste								
	Nome	Rio	UF	Estágio	Potência (MW)	Área do Reservatório (Km ²)	Densidade de potência (MW/Km ²)	Km ² /MW
1	Cachoeira Dourada	Paranaíba	GO	Operação	658,00	69,00	9,536	0,1049
2	Cana Brava	Tocantins	GO	Operação	471,60	138,70	3,400	0,2941
3	Corumbá I	Corumbá	GO	Operação	375,00	64,60	5,805	0,1723
4	Corumbá IV	Corumbá	GO	Operação	127,00	173,30	0,733	1,3646
5	Guaporé	Guaporé	MT	Operação	120,00	4,10	29,268	0,0342
6	Itiquira II	Itiquira	MT	Operação	95,20	0,10	952,000	0,0011
7	Itiquira I	Itiquira	MT	Operação	60,80	2,10	28,952	0,0345
8	Itumbiara	Paranaíba	GO/MG	Operação	2.280,00	798,00	2,857	0,3500
9	Jauru	Jauru	MT	Operação	121,50	2,16	56,250	0,0178
10	Juba I	Juba	MT	Operação	42,00	0,87	48,276	0,0207
11	Juba II	Juba	MT	Operação	42,00	2,62	16,031	0,0624
12	Manso	Manso	MT	Operação	210,00	387,00	0,543	1,8429
13	Queimado	Preto	GO/MG	Operação	105,00	41,00	2,561	0,3905
14	São Simão	Paranaíba	GO/MG	Operação	1.710,00	665,27	2,570	0,3890
15	Serra da Mesa	Tocantins	GO	Operação	1.275,00	1.784,00	0,715	1,3992

Fonte: SIPOT, 2005, elaboração próprio da autora, 2007.

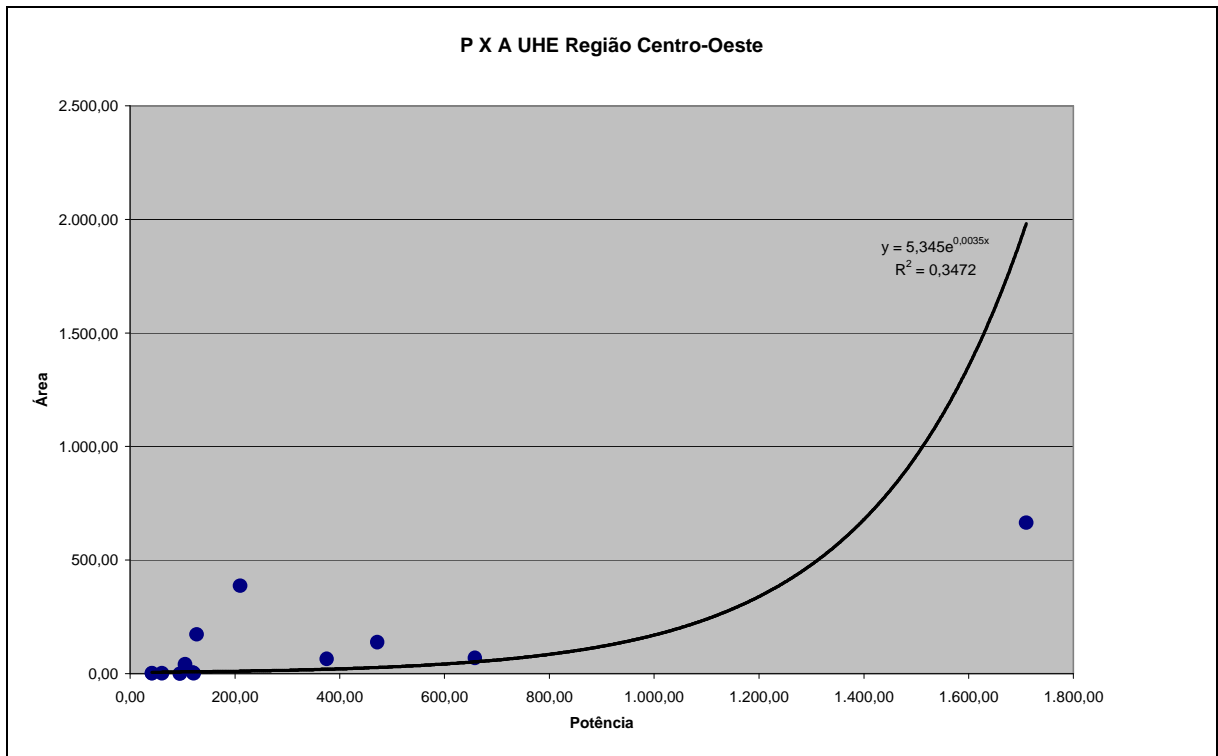


Gráfico 6: Gráfico exponencial das UHEs da Região Centro-Oeste.
Fonte: Elaboração próprio da autora, 2007.

Tabela 9: PCHs Região Centro-Oeste – exame de densidade de potência e Km²/MW.

PCH Região Centro-Oeste								
	Nome	Rio	UF	Estágio	Potência (MW)	Área do Reservatório (Km²)	Densidade de potência (MW/Km²)	Km²/MW
1	Água Suja	Água Suja	MT	Operação	1,20	0,03	40,000	0,0250
2	Assis Chateaubriand	Pardo	MS	Operação	29,50	15,20	1,941	0,5153
3	Braço Norte II	Braço Norte	MT	Operação	9,20	7,05	1,305	0,7663
4	Casca 3	Casca	MT	Operação	12,00	0,35	34,286	0,0292
5	Costa Rica	Sucuriú	MS	Operação	16,00	0,15	106,667	0,0094
6	Culuene	Culuene	MT	Operação	1,92	0,39	4,923	0,2031
7	Derivação Jordão - Eixo B	Jordão	PR	Operação	6,50	3,35	1,940	0,5154
8	JKO (Braço Norte)	Braço Norte	MT	Operação	4,82	0,20	24,100	0,0415
9	Paraíso I	Paraíso	MS	Operação	21,60	1,20	18,000	0,0556
10	Paranoá	Paranoá	DF	Operação	19,00	44,00	0,432	2,3158
11	Primavera	Mortes	MT	Operação	8,10	2,90	2,793	0,3580
12	Rochedo	Meia Ponte	GO	Operação	4,00	7,89	0,507	1,9725
13	Salto Belo	Noidore	MT	Operação	3,30	0,70	4,714	0,2121
14	São Domingos	São Domingos	GO	Operação	12,40	2,50	4,960	0,2016
15	Torixoréu	São Domingos	MT	Operação	2,00	0,53	3,774	0,2650

Fonte: SIPOT, 2005, elaboração próprio da autora, 2007.

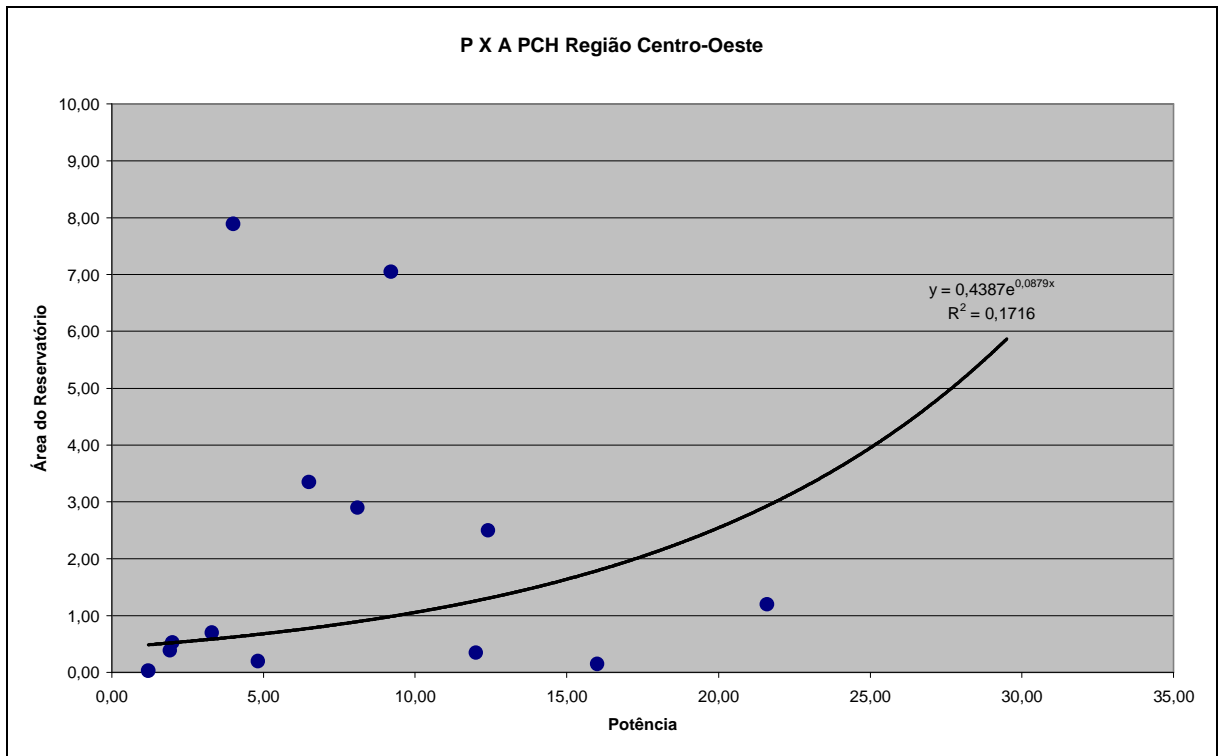


Gráfico 7: Gráfico exponencial das PCHs da Região Centro-Oeste.
Fonte: Elaboração próprio da autora, 2007.

Tabela 10: UHEs Região Nordeste – exame de densidade de potência e Km²/MW

UHE Região Nordeste								
	Nome	Rio	UF	Estágio	Potência (MW)	Área do Reservatório (Km ²)	Densidade de potência (MW/Km ²)	Km ² /MW
1	Apolônio Sales	São Francisco	AL/BA	Operação	400,00	91,00	4,396	0,2275
2	Boa Esperança	Parnaíba	PI/MA	Operação	225,00	363,00	0,620	1,6133
3	Itaparica	São Francisco	PE/BA	Operação	1.500,00	828,19	1,811	0,5521
4	Itapebi	Jequitinhonha	BA	Operação	450,00	61,58	7,308	0,1368
5	Paulo Afonso 1	São Francisco	BA	Operação	180,00	4,19	42,959	0,0233
6	Paulo Afonso 2A	São Francisco	BA	Operação	217,00	4,19	51,790	0,0193
7	Paulo Afonso 2B	São Francisco	BA	Operação	228,00	4,19	54,415	0,0184
8	Paulo Afonso 3	São Francisco	BA	Operação	800,00	4,19	190,931	0,0052
9	Paulo Afonso 4	São Francisco	BA	Operação	2.460,00	91,00	27,033	0,0370
10	Sobradinho	São Francisco	BA	Operação	1.050,00	4.214,31	0,249	4,0136
11	Xingó	São Francisco	AL/SE	Operação	3.000,00	60,00	50,000	0,0200

Fonte: SIPOT, 2005, elaboração próprio da autora, 2007.

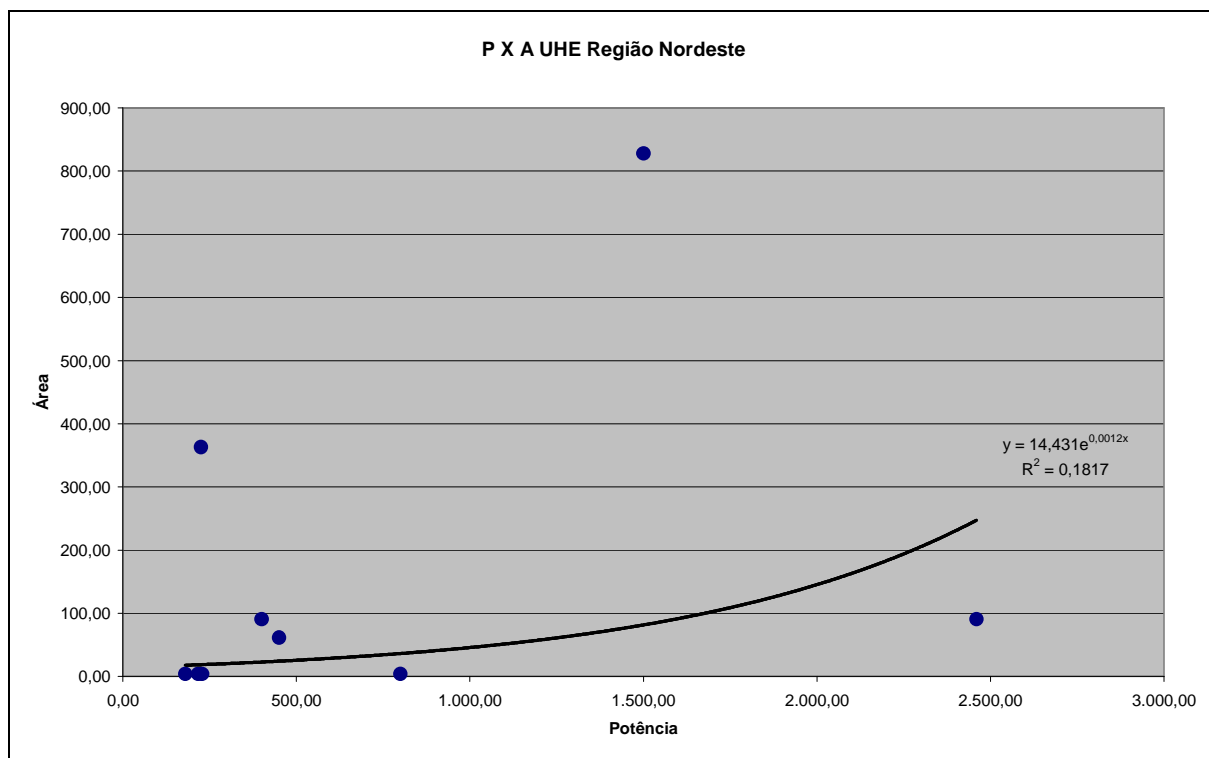


Gráfico 8: Gráfico exponencial das UHEs da Região Nordeste.
Fonte: Elaboração próprio da autora, 2007.

Tabela 11: PCHs Região Nordeste – exame de densidade de potência e Km²/MW.

PCH Região Nordeste								
	Nome	Rio	UF	Estágio	Potência (MW)	Área do Reservatório (Km ²)	Densidade de potência (MW/Km ²)	Km ² /MW
1	Alto Fêmeas 1	Galheirão das Fêmeas	BA	Operação	10,00	0,01	1.000,000	0,0010
2	Araras	Acaraú	CE	Operação	4,40	96,25	0,046	21,8750
3	Correntina	Correntina	BA	Operação	9,00	0,07	128,571	0,0078
4	Curemas	Piancó	PB	Operação	3,52	59,50	0,059	16,9034
5	Funil	Contas	BA	Operação	30,00	4,10	7,317	0,1367
6	Itapecuruzinho	Itapecuru	MA	Operação	1,03	0,06	17,167	0,0583
7	Pedra	Contas	BA	Operação	23,00	105,00	0,219	4,5652

Fonte: SIPOT, 2005, elaboração próprio da autora, 2007.

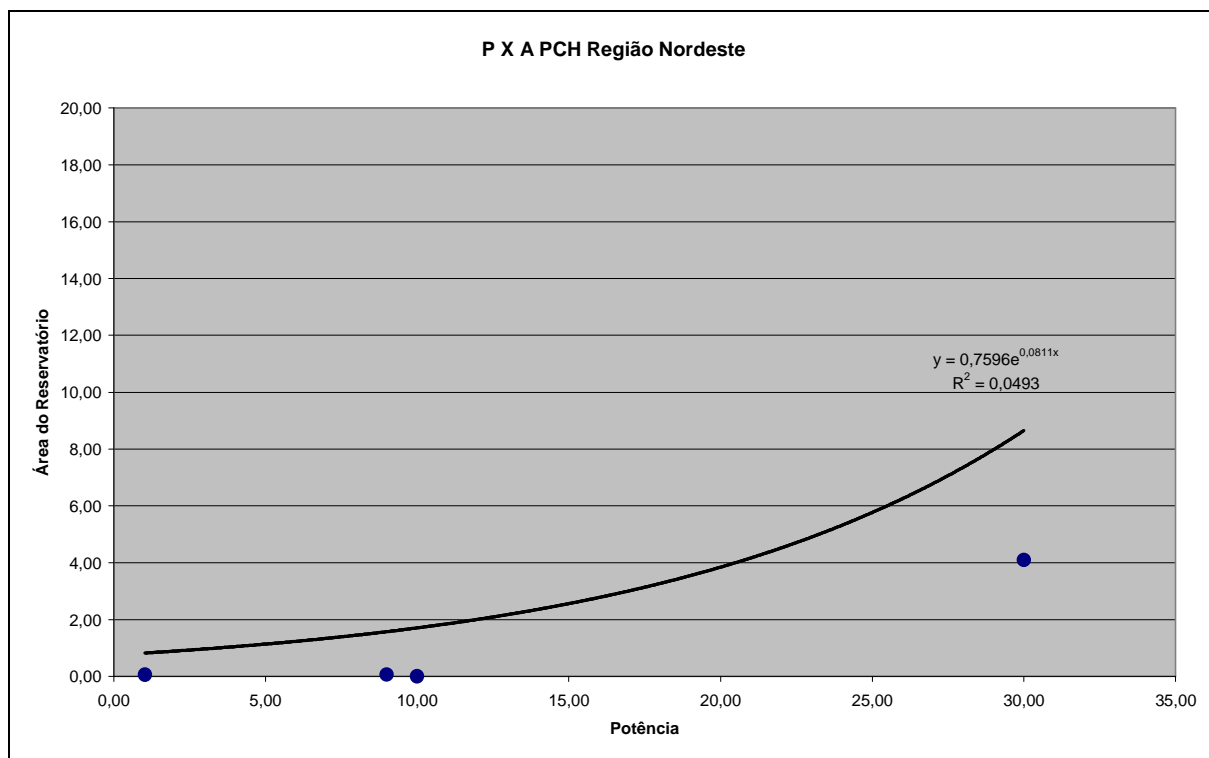


Gráfico 9: Gráfico exponencial das PCHs da Região Nordeste.
Fonte: Elaboração próprio da autora, 2007.

Tabela 12: UHEs Região Norte – exame de densidade de potência e Km²/MW.

UHE Região Norte								
	Nome	Rio	UF	Estágio	Potência (MW)	Área do Reservatório (Km ²)	Densidade de potência (MW/Km ²)	Km ² /MW
1	Balbina	Uatumã	AM	Operação	250,00	2.359,53	0,106	9,4381
2	Coaracy Nunes	Araguari	AP	Operação	68,00	23,30	2,918	0,3426
3	Luís Eduardo Magalhães	Tocantins	TO	Operação	902,50	626,00	1,442	0,6936
4	Peixe Angical	Tocantins	TO	Operação	452,00	294,11	1,537	0,6507
5	Salto Santiago	Iguaçu	RR	Operação	1.420,00	210,00	6,762	0,1479
6	Samuel	Jamari	RO	Operação	216,00	560,08	0,386	2,5930
7	Tucuruí 1 e 2	Tocantins	PA	Operação	5.700,00	2.430,00	2,346	0,4263

Fonte: SIPOT, 2005, elaboração próprio da autora, 2007.

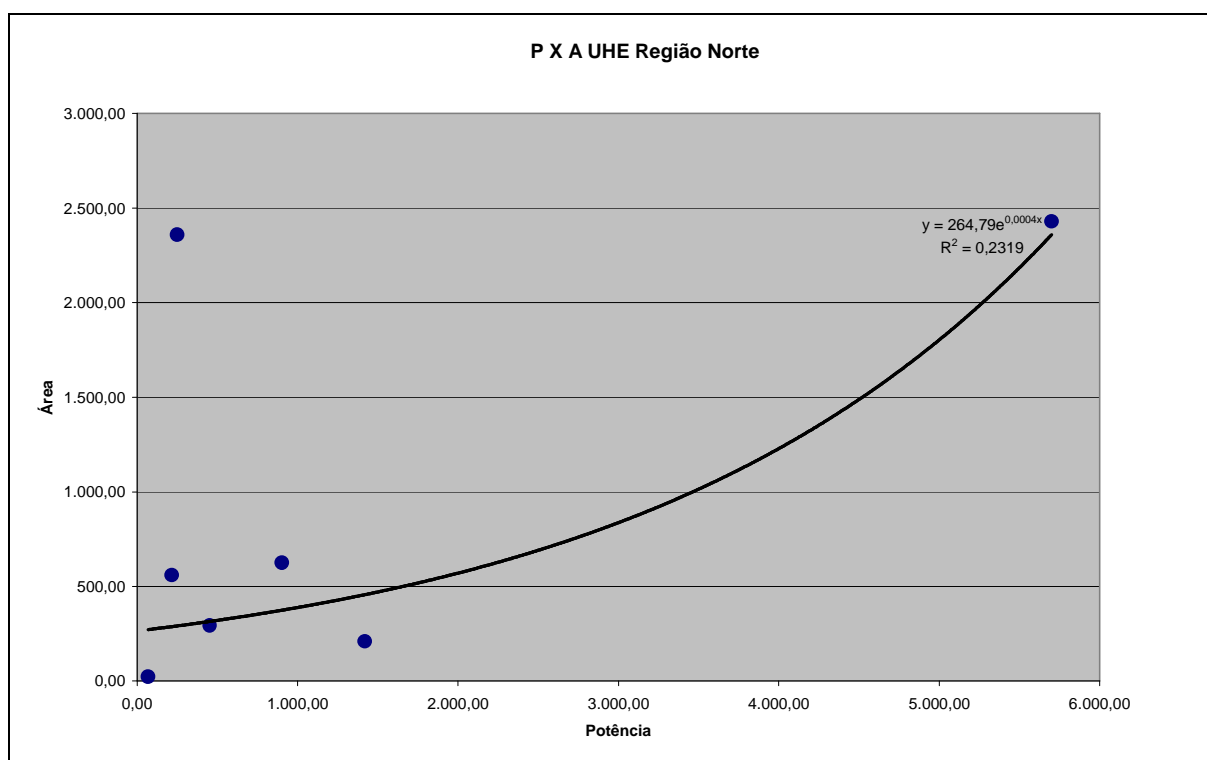


Gráfico 10: Gráfico exponencial das UHEs da Região Norte.

Fonte: Elaboração próprio da autora, 2007.

Tabela 13: PCHs Região Norte – exame de densidade de potência e Km²/MW.

PCHs Região Norte								
	Nome	Rio	UF	Estágio	Potência (MW)	Área do Reservatório (Km ²)	Densidade de potência (MW/Km ²)	Km ² /MW
1	Alta Floresta	Branco	RO	Operação	5,00	0,05	100,000	0,0100
2	Alto Jatapu	Jatapu	RR	Operação	5,00	15,00	0,333	3,0000
3	Curuá-Uma	Curuá-Uma	PA	Operação	30,00	78,00	0,385	2,6000
4	Eletrossol	Colorado	RO	Operação	1,04	0,60	1,733	0,5769
5	Isamu Ikeda II	Balsas	TO	Operação	11,50	10,00	1,150	0,8696
6	Lajeado	Lajeado	TO	Operação	2,07	0,13	15,923	0,0628
7	Pitinga	Pitinga	AM	Operação	10,00	18,70	0,535	1,8700

Fonte: SIPOT, 2005, elaboração próprio da autora, 2007.

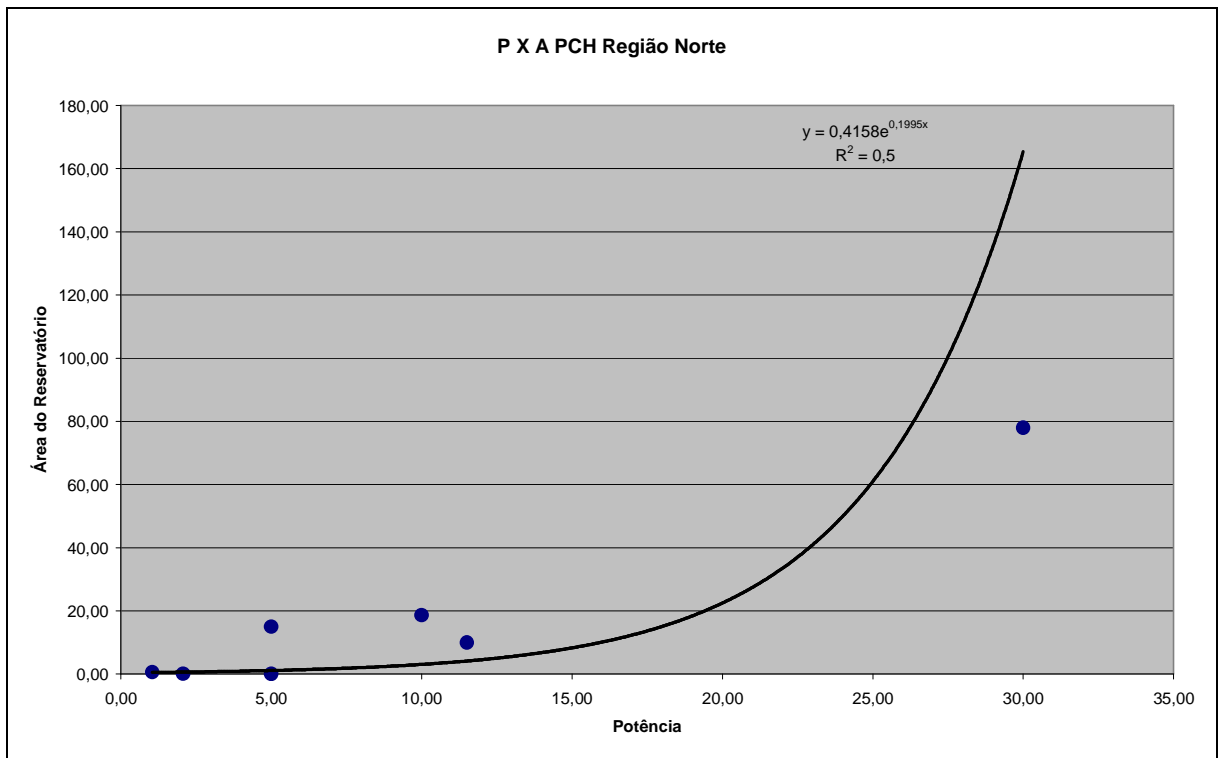


Gráfico 11: Gráfico exponencial das PCHs da Região Norte.

Fonte: Elaboração próprio da autora, 2007.

UHE	Densidade de potência	PCH	Densidade de potência
UHE Sul	8,803	PCH Sul	2,271
UHE Sudeste	1,825	PCH Sudeste	2,407
UHE Centro-Oeste	1,861	PCH Centro-Oeste	1,753
UHE Nordeste	1,836	PCH Nordeste	0,305
UHE Norte	1,385	PCH Norte	0,528

Quadro 7: Média da densidade de potência por região e tipo de empreendimento
Fonte: própria da autora, janeiro de 2008.

Muitos destes reservatórios foram dimensionados quando não havia ainda legislação pertinente ao setor ambiental e dos limites que caracterizam pequenas centrais hidrelétricas. O setor elétrico tinha soberania perante as questões socioambientais. Segue abaixo uma análise caso a caso entre PCHs e UHEs regionalmente.

Devido ao tipo de relevo caracterizado na região Sul do país; excluindo a campanha gaúcha (pampas) e a planície costeira; formado por planaltos⁷⁴ e depressões com serras e *canyons* por todo sua região, a densidade de potência da grande maioria dos empreendimentos de UHE é superior a 10 MW/Km². O mesmo tipo de rendimento não ocorre para PCHs, pois algumas usinas são antigas, anterior às legislações que as normatiza⁷⁵ e todas com potência inferior à 18 MW, tendo na sua maioria com potência próxima à 5 MW, o que caracteriza uma perda de rendimento no quesito densidade de potência.

Ao constatar que a UHE Itaipu; com data de seus primeiros estudos em 1973, início da construção em 1974, e em 1984 começou a produzir energia; fora anterior à regulação do setor elétrico e do setor ambiental, sua densidade de potência (MW/Km²) é relativamente alta, próximo a 10 MW/Km². Isso se deve ao fato de seu reservatório estar localizado num *canyon* escavado pelo rio Paraná. Entretanto, os impactos socioambientais desta usina foram latentes, já que a densidade populacional local era alta e foram perdidas grandes áreas agrícolas e ambientais como Sete Quedas, após o enchimento do reservatório. Apesar desta constatação

⁷⁴ Planalto Cristalino, Planalto Meridional, Planalto Arenito-basáltico, Planalto Uruguaio-rio-grandense e Depressão Periférica.

⁷⁵ Resolução n° 394, de 04 de dezembro de 1998 e Resolução da ANEEL n° 652, de 09 de dezembro de 2003, onde determinaram que a área máxima do reservatório seria de 3,0Km².

negativa, a UHE Itaipu fornece 19% da energia consumida no Brasil e abastece 91% do consumo paraguaio, tem-se assim, que a construção da usina impulsiona o desenvolvimento econômico e tecnológico para o Brasil e para o Paraguai (ITAIPU BINACIONAL, 2008).

Na região Sudeste o quadro inverte-se: as PCHs possuem uma densidade de potência superior às UHEs. No entanto, a região Sudeste possui uma peculiaridade no estado de Minas Gerais, percussor da primeira PCH no Brasil e caracterizado por ser o estado com o maior número deste tipo de empreendimento junto a quedas d'água ou no aproveitamento do relevo chamado mares de morro, caracterizado por montanhas antigas e arredondadas pela erosão. Uma outra questão são as UHEs construídas pelos órgãos federais Furnas Centrais Elétricas e Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - Chesf; e estaduais Eletricidade de São Paulo S/A - Eletropaulo e Companhia Energética de Minas Gerais - Cemig, que tinham o poder de desapropriar grandes áreas para a construção dos reservatórios. Além disso, os mesmos eram concebidos em cascata, num mesmo rio, a fim de minimizar o risco hidrológico em períodos de seca de uma usina para outra.

Para o caso da UHE Ilha Solteira, com início da construção em 1965 e entrada em operação em 1978, a densidade de potência (MW/Km²) é baixa, com apenas 2,88 MW/Km². Isso se deve ao fato que Ilha Solteira faz parte de um complexo que envolve outra usina, a UHE Três Irmãos ligadas por um canal, o Canal Pereira Barreto, propiciando a operação energética integrada dos dois aproveitamentos hidrelétricos. Além disso, da mesma forma que a UHE Itaipu, sua construção é anterior à regulação do setor elétrico e do setor ambiental.

A região Centro-Oeste possui um maior equilíbrio da densidade de potência entre PCHs e UHEs devido à região ser caracterizada por extensos planaltos e algumas quedas d'água que podem ser aproveitadas nos empreendimentos hidrelétricos. O estado de Goiás é o que possui a menor densidade de potência das UHEs, parte disso dá se pelas usinas pertencer ou terem pertencido a Furnas ou a Centrais Elétricas de Goiás - CELG, onde a questão da desapropriação de terras não possui uma real relevância em termos financeiros. Outra questão é a caracterização do relevo marcado por planaltos e chapadões. Apesar da legislação ambiental estar presente nas aprovações de projetos desde os anos 1980, algumas destas UHEs não seguiram a risca as determinações impostas pelos órgãos ambientais, sendo que

algumas foram finalizadas mais por questões políticas do que a geração propriamente dita⁷⁶. O estado do Mato Grosso, no entanto, possui algumas quedas d'água que foram aproveitadas para a construção de médias UHEs com densidade de potência acima dos 10 MW/Km².

A UHE Itumbiara, situada no sudeste goiano, foi a primeira grande usina da região Centro-Oeste. Construída para o atendimento do crescimento econômico da região, provocada pelos projetos agrícolas como o POLOCENTRO e o PRODECER, entre os anos de 1974 e 1981, a usina estava localizada em uma área de baixo crescimento demográfico e de terras baratas, por isso mesmo não havia preocupação com as dimensões do reservatório, que além de gerar energia, tinha uma outra função a de destinar água para a irrigação, com uma densidade de potência de 2,85 MW/Km². A represa da UHE Itumbiara é um dos principais pontos turísticos do estado Goiás, da abertura de suas comportas hidráulicas, formam um belo espetáculo das águas (FURNAS, 2008).

A menor densidade de potência para as PCHs situou-se na região Nordeste, neste caso não está caracterizado pelo relevo e sim pelas condições climáticas adversas, pela existência de rios intermitentes e pela questão geomorfológica com solos rasos onde não acumulam a água por longos períodos, tornando-se necessário o represamento de um maior volume de água para que na estação seca não ocorra escassez nem de água nem de energia. O uso múltiplo também está presente na região, pois o represamento para a geração de energia é também para o consumo da população em diversos fins, além da dessedentação dos animais. A vantagem de suas UHEs está em Paulo Afonso, onde a construção aproveitou um *canyon* do rio São Francisco e mais uma cachoeira existente na região para a implantação desta usina.

O complexo de Paulo Afonso teve seu início em 1954, com capacidade de geração de 180 MW e posteriormente houve diversas ampliações da capacidade do complexo. Sua vantagem está no aproveitamento da cachoeira de Paulo Afonso e de um desnível natural do Rio São Francisco de 80 metros de profundidade. A última grande intervenção deu-se em 1979, aumentando a capacidade de geração para 2.462,40MW com um reservatório de apenas 91 Km² (CHESF, 2008). É importante lembrar que não foi a CHESF a primeira a instalar uma

⁷⁶ Leia o artigo de Sevá Filho & Bacile Pinheiro (2006), congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade - ANPPAS, Brasília – DF.

central geradora de eletricidade, mas Delmiro Gouveia, um industrial do Ceará que instalou um grupo gerador de 3 kV, para o abastecimento de sua fábrica de tecidos (FILHO, 2003).

Já a região Norte apresenta a menor densidade de potência para as UHEs e também a menor amplitude entre elas, considerando Balbina. Tal fato pode ser compreendido pelo relevo característico da Amazônia ser praticamente de planície⁷⁷, com exceção dos estados do Amapá, no Planalto das Guianas próximo à Guiana Francesa; Rondônia, na região sul, onde ocorrem elevações e depressões, com altitudes que chegam a alcançar 800 metros na Serra dos Pacaás Novos; Roraima, no Monte Roraima, próximo ao sul da Venezuela e da Guiana formando uma tríplice fronteira; Tocantins com extensos planaltos ao leste e ao sul; e no Pará, nas regiões conhecidas como o Planalto Norte-Amazônico, formado quase integralmente por terrenos cristalinos, representando uma das parcelas do Planalto das Guianas, onde se encontram as serras de Acarí e Tumucumaque (cerca de 850 metros de altitude); e Planalto Sul-Amazônico, que se constitui parcela do Planalto Central brasileiro, elevando-se em direção ao sul, onde se encontra a serra dos Carajás. Já as PCHs presentes nestas áreas de planalto possuem uma densidade de potência maior, principalmente em Rondônia, devido ao relevo característico.

Os estudos para a construção da UHE Tucuruí iniciaram-se em 1957, mas sua construção deu-se na década de 1970, em 1976, com a finalização em 1984 com 4.000MW de energia disponível. A ampliação sempre esteve prevista para o empreendimento e se concretizou em 1999 com início da obras, chegando ao fim em 2007, com capacidade de geração 8.370 MW de potência instalada. Os dados do SIPOT de 2005 não contemplam a etapa final do empreendimento, sendo que ao considerar a capacidade total, a densidade de potência é de 3,44 MW/Km². O trecho onde se encontra a UHE Tucuruí pertencia ao curso da Hidrovia Araguaia-Tocantins, com uma geomorfologia característica de planície. Para que a usina de Tucuruí possuísse um desnível suficiente para a geração hidráulica, foram necessários grandes movimentos de terra. Dessa forma houve necessidade de se considerar uma eclusa para que o rio Tocantins continuasse navegável, entretanto está eclusa continua sem finalização.

⁷⁷ Planície Amazônica, faixa sedimentar estreita e alongada no sentido sudoeste-nordeste, através da qual corre o rio Amazonas.

Em todas as discussões acima, para as escolhas entre PCHs e UHEs devem ser abordados diversos pontos da necessidade de geração de energia elétrica aliado ao que seja o desenvolvimento sustentável. A caracterização de critérios simplificados pode ajudar a compreender a sistemática de área de alagamento por população atingida e potência gerada, entretanto, apenas estes aspectos são insuficientes para considerar se o empreendimento pode ser sustentável ou insustentável.

Caracterizar relevo, vegetação, clima, sociedade, economia, patrimônios arqueológicos e históricos, espécies endêmicas, custos de implantação, possibilidade de emissões de gases de efeito estufa ou destruição de sorvedouros dos mesmos entre outros tantos aspectos é fundamental para a escolha da fonte energética a adotar. Há diversos parâmetros ainda por se discutir e estudar, a escolha depende, entre outros pontos, da disponibilidade do recurso que o país possui, e o Brasil é um país rico em recursos hídricos, que, no entanto depende de um maior número de estudos sobre o aproveitamento ótimo de suas águas territoriais.

Buscando agregar algumas destas características acima citadas, surgiu a necessidade de se trabalhar com uma ferramenta computacional para a construção de um cenário futuro como uma alternativa de representar as estruturas relacionadas para o estudo de caso e as ações que irão ocorrer no desenvolvimento deste cenário num marco temporal de 30 anos. Nesta situação, tem-se uma região com previsão de sete pequenas centrais hidrelétricas construídas em dez anos, onde os estoques iniciais partem de duas pequenas centrais hidrelétricas em funcionamento e os estoques finais contemplam as demais usinas em construção e em viabilidade. O marco temporal de 30 anos foi adotado uma vez que promove a visibilidade para os efluxos provocados pela construção destes empreendimentos na localidade estudada e suas inter-conexões com os aspectos socioambientais locais.

3 MODELAGEM E ESTUDO DE CASO

Este capítulo tem o objetivo de apresentar os conceitos sobre modelagem e sistemas dinâmicos e a configuração do modelo proposto, assim como apresentar a localidade estudada a fim de desenvolver a descrição do modelo dinâmico para Pequenas Centrais Hidrelétricas e suas variáveis.

Dessa forma, será abordado a descrição da localidade e os componentes que serão testados no modelo.

3.1 CONCEITOS SOBRE MODELAGEM

As relações entre o homem e os recursos naturais explorados constituem o foco dos problemas ambientais. Uma forma de compreender a inter-relação entre as dinâmicas sociais e ambientais é a associação das diferentes disciplinas através da pluridisciplinaridade, onde as diversas monodisciplinas devem ser confrontadas e discutidas, visando à constituição de um conjunto coerente (BOUSQUET, *et al*, 2002).

Para tanto é necessário o uso de ferramentas capazes de dialogar entre os diversos conhecimentos. A modelagem constitui um procedimento que pode, por um lado, catalisar a busca por uma integração entre as diversas disciplinas e, por outro, configurar um terreno artificial onde podem ser expressos e submetidos à crítica esses diversos pontos de vista sobre a configuração que se deseja de um sistema de gestão e suas ações coordenadores em contextos específicos (BOUSQUET, *et al*, 2002, p.303).

Os modelos são abstrações da realidade, que permitem comunicar um ponto de vista do mundo e o seu entendimento, para compreender a estrutura lógica de um sistema abstrato, para construir cenários futuros e fazer previsões sobre o que aconteceria num processo dinâmico. A construção dos modelos depende das informações disponíveis do sistema que está se estudando (PÉREZ-MAQUEO *et al*, s/d).

Existem modelos para explicar o comportamento observado no mundo real e também para manipular o sistema (como num laboratório), mantendo sempre um grau de incerteza e

havendo consciência pelos os usuários que todos os modelos possuem limitações (PÉREZ-MAQUEO *et al*, s/d).

As diferenças entre as pesquisas e as práticas apresentam um desafio para a implementação de uma gestão ambiental sustentável. Os problemas ambientais são complexos e precisam ao menos de aproximações multidisciplinares, para aprender, entender a tomada de decisões e resolver seus problemas. Ferramentas como a modelagem dinâmica de sistemas nas ciências ambientais e na gestão se converte num instrumento poderoso que permite integrar as ciências ambientais, a gestão e o manejo, permitindo a comunicação entre os tomadores de decisões e os pesquisadores dos sistemas ambientais complexos (EXTER, 2004).

Os modelos que são utilizados como ferramentas de análise de sistemas permitem integrar as contribuições de diversos campos do conhecimento, contribuindo para um olhar interdisciplinar da realidade (GODARD *et al*, 2002). As disciplinas envolvidas nos estudos dos recursos naturais, institucionais e de gestão reúnem conhecimentos das ciências sociais, econômicas e ambientais, que permitem uma melhor compreensão do objeto em estudo, gerando diversos pontos de vista. Por outro lado a modelagem pode se converter em um elemento que permite construir um terreno artificial, onde podem se expressar opiniões variadas e perspectivas sobre o que se deseja para um sistema de gestão integrada (BOUSQUET *et al*, 2002).

O trabalho construído da modelagem e da dinâmica de sistemas influi diretamente no comportamento de uma situação real onde há diversos aspectos interligados e que necessitam ser explorados e compreendidos. Por isso mesmo, a modelagem é uma linguagem que permite abranger a dinâmica de sistema complexo e o seu comportamento complexo.

A dinâmica de sistemas evoluiu na combinação da engenharia de sistema e o sistema de manejo da tomada de decisão, sendo uma ferramenta que reforça a descrição do sistema em termos de sua estrutura e função, permitindo observar o comportamento do sistema ao longo do tempo (WEBER, 2002).

Podemos dizer que a dinâmica de sistemas pode trabalhar com a complexidade, a não-linearidade e as estruturas de ciclos de retroação que são inerentes a sistemas socioambientais (EXTER *et al*, 2004 *apud* FORRESTER, 1994). É largamente utilizada na pesquisa das

ciências ambientais, na pesquisa social, na pesquisa econômica, nas políticas de desenvolvimento e como ferramenta de aprendizado. Os modelos são utilizados para projetar experimentos, desenvolver hipóteses através de identificação de arestas, como também para resolver problemas encontrados de efeitos cumulativos, bem como auxiliar na pesquisa científica transdisciplinar (EXTER, 2004, p.17).

A dinâmica de sistemas assume que todas as coisas estão interconectadas em padrões complexos, o mundo está composto de taxas, níveis e ciclos de retroação, os fluxos de informação são intrinsecamente diferentes dos fluxos físicos, existe uma não linearidade, os retardos (delays) são elementos importantes dos sistemas e o comportamento do sistema que emerge de sua estrutura (MEADOWS, 1992).

Desta maneira a característica mais importante da dinâmica de sistemas é ajudar a elucidar a estrutura endógena do sistema que se estuda e demonstrar como os diferentes elementos do sistema relacionam-se uns com outros (ELMAHDI, 2005). Todos os elementos do modelo devem corresponder às entidades do mundo real, sendo o modelo um diagrama visual do sistema e uma ferramenta para análise (EXTER *et al*, 2006).

O modelo dinâmico do sistema é uma representação do meio. Sua visualização (dos componentes e conexões) pode ser definida através de interfaces gráficas, ou uma serie de equações diferenciais, ou ainda através da modelagem matemática que definem o comportamento do sistema através do tempo (EXTER *et al*, 2006).

Para reconhecer, interpretar e relatar a dinâmica de um ecossistema e conferir a sua legitimidade é pertinente a adoção de um modelo simples da realidade que se pretende estudar, o que efetivamente facilitaria a interconexão e a compreensão do sistema ambiental e social. A implementação de sistemas dinâmicos para a visualização de meios complexos, requer antes a simplificação, pois quanto mais o modelador aproxima o modelo da realidade, mais este se torna complexo e inacessível para os atores envolvidos na realidade modelizada. A modelagem dinâmica atua na transdisciplinaridade, participação e aproximação adaptativa do mundo real com um determinado sistema que se deseja estudar atendendo a premissa do gerenciamento e desenvolvimento de entradas em curto, médio e longo prazo sobre várias escalas espaciais e organizacionais (EXTER, 2004, p. 26-7).

Para desenvolver a modelagem de sistemas dinâmicos é necessário um trabalho preliminar de coleta de dados onde seja entendida a natureza do problema, o desenvolvimento de hipóteses, a determinação de uma estrutura temporal e a determinação de avaliação de dados históricos. A fase de desenvolvimento do modelo dinâmico é a fase de conceituação da referência do problema que se pretende estudar. Na formulação da fase padrão, as variáveis são descritas e o modelo toma a forma inicial até atingir a forma detalhada de sua estrutura.

O padrão elementar do método do sistema dinâmico é a interação entre os estágios interiores e cada fase que o compõem. Na conceituação das fases, o modelo pode alterar conforme a familiarização da questão, o método de referência e o mecanismo básico de concepção de organização de retroalimentação com a familiarização. Na formulação da fase, a interação ocorre entre a descrição do mundo real com o mundo causal através da influência do diagrama, dos níveis do sistema, do detalhamento e parametrização da estrutura, testes, simulações, políticas experimentais e retorno ao mundo real. Uma efetiva ponte entre a conceituação e a formulação.

3.1.1 Ambiente de Modelagem Computacional Quantitativo – STELLA

O Ambiente de Modelagem Computacional Quantitativo STELLA, acrônimo de *Structural Experimental Learning Laboratory with Animation*, cuja tradução em português é Laboratório de Aprendizagem Experimental com Animação baseado no Pensamento Sistêmico foi desenvolvido em 1987, para ser utilizado em computadores IBM-PC, ao invés de ter que definir as equações diferenciais parciais de um dado problema complexo nas mais diversas ciências, de resolução altamente complexa e, muitas vezes, improvável (RAMPINELLI, 2006; ANGELINI, 1999).

O STELLA é um software com uma interface amigável que permite ao usuário simular sistemas dinâmicos sem que seja necessário explicitar modelos matemáticos complexos. O software é utilizado na criação de diagramas com as inter-relações entre os componentes de um modelo, ou seja, proporciona uma representação visual das equações diferenciais descritas do sistema estudado e o soluciona numericamente. O STELLA pode apresentar estes dados tanto na forma de tabelas quanto na forma de gráficos para qualquer sistema modelado nos diagramas construídos (LION, 2007).

A figura abaixo apresenta os componentes utilizados pelo programa utilizado para desenvolver uma modelagem e uma pequena descrição de suas fases considerando um sistema hídrico:

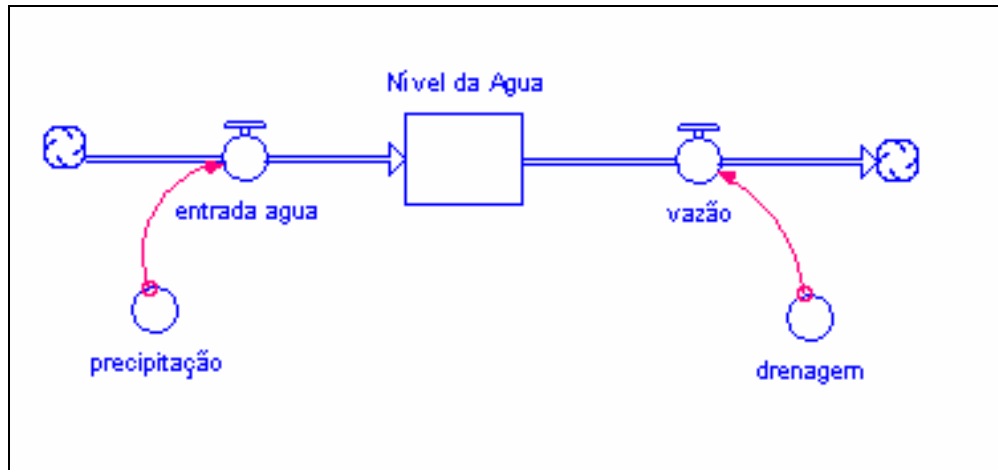


Figura 8: Componentes principais.
Fonte: próprio da autora, 2007

Os estoques (*stocks*) são utilizados para representar qualquer coisa que se acumula como quantidades de material, que no caso da figura 08 é nível da água. Eles são representados com retângulos. Os fluxos (taxas) mudam fisicamente as quantidades dos estoques e representam atividades que abastecem ou drenam estes estoques. A direção da seta define quando é um efluxo na ação ou um afluxo da ação. Efluxos incluem a entrada da água, e os afluxos incluem a vazão, como se observa na figura 08. Eles são representados como tubos que entram ou saem do estoque. As constantes/auxiliares (*auxiliaries/constants*) contêm informações que alimentam os estoques ou fluxos e são representados em círculos como a precipitação ou a drenagem; e finalmente os conectores (*connectors*), representados como setas, compõem as relações entre dois elementos do modelo. A direção da seta indica a direção da influência, ou seja, as relações de dependência. Os estoques e fluxos descrevem como o sistema está conectado por ciclos de retroação, que criam a não linearidade de problemas complexos (ELMAHDI, 2005).

Para Low (*et al*, 1999) os estoques são “materiais” basicamente unitários, mensuráveis e que não possuem contagem numérica do tempo. Estes “materiais” podem acumular ou declinar, dependendo da situação. Ao se considerar um ecossistema, os estoques são considerados capitais naturais com dois espectros de amplitude: capital natural renovável (biótico) e capital natural não-renovável (abiótico). Ainda segundo o autor, os atributos são as

características dos estoques, das taxas, e dos conectores. O número de atributos pode ser indefinidamente incluído, tal como: heterogeneidade, predicabilidade, resiliência, extensão de tempo e espaço, produtividade, limite de variabilidade, entre outros. Para os modelos dinâmicos não-lineares a utilização de cenários para a determinação da estrutura ou arquitetura do modelo depende do que se deseja encontrar: sistemas excludentes, exeqüíveis, objetivos, divisíveis ou sustentáveis.

Segundo Saysel (*et al*, 2001, p. 07), em modelos de sistemas dinâmicos não-lineares, o resultado do processo de validação depende da estabilidade estrutural da modelagem para o respectivo modelo proposto. Ou seja, a proposição de um sistema dinâmico auxilia a visualização de alternativas estruturais para a tomada de decisão (estratégica ou política) a fim de apresentar um mínimo crítico de cenários que envolvem desde condições extremas a comportamentos sensíveis, além de testes de conexões entre as fases.

A linguagem STELLA proporciona ao usuário uma visualização de diversos cenários, seja real ou comportamental. Tais cenários são representados por uma arquitetura com as variáveis disponíveis no sistema que se pretende estudar ou por aquelas de maior pertinência ou abrangência, ou ainda por variáveis consideradas mínimas, mas que ao inter-relacionar com aspectos sociais e econômicos, passam a ter valor significativo no ambiente estudado. O software “traduz” o pensamento sistêmico de uma dada condição ambiental afetada por diversos atores e impactos envolvidos e proporciona a visualização do sistema ao ser afetado num dado espaço temporal e as suas transformações, indicando assim, possíveis soluções aos impasses entre desenvolvimento e meio ambiente.

3.2 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Este capítulo descreve a concepção do estudo de caso⁷⁸ para a construção aproximada de um modelo dinâmico de sistemas que pode abrir os canais de compreensão e comunicação entre a comunidade e os tomadores de decisão. O sistema em questão é composto por sete pequenas centrais hidrelétricas e suas variáveis antropizadas provenientes da construção. É

⁷⁸ Vide anexo 03 e 04 sobre a caracterização completa da localidade do trabalho de campo.

importante salientar que o estudo de caso possui um curto de período de análise, entre outubro de 2007 e fevereiro de 2008, e inclui neste estudo de caso:

- 1) O desenvolvimento de um modelo dinâmico aplicado a um empreendimento hidrelétrico como ferramenta para as avaliações de impacto ambiental (AIA);
- 2) A divisão da modelagem em cinco estruturas de interação: fluxo populacional, potencial hidroenergético, recursos naturais, recursos hídricos e fatores econômicos.
- 3) A aplicação dos dados coletados em campo e em pesquisas aos órgãos e empresas responsáveis pelos dados.

O modelo dinâmico leva em conta duas situações distintas: inicial, como os empreendimentos que estão em funcionamento na sub-bacia estudada, e a final, com os demais empreendimentos em construção, em mobilização, em projeto, inventário e projeto. Todos os dados analisados estarão dentro de um modelo único com as diversas variáveis que o compõem.

Para que um modelo seja válido e ao mesmo tempo legítimo, tem-se como pressuposto a necessidade de participação dos vários níveis de atores sociais envolvidos: comunidade local, gestores públicos, pesquisadores, *experts*, tomadores de decisões, modeladores entre outros (EXTER *et al*, 2006).

Nesta pesquisa não foi possível conceber um trabalho conjunto com a população residente local, assim como um *workshop* com os atores envolvidos no processo, para que estes fossem ouvidos e assim partir para a delimitação das variáveis envolvidas. No entanto, foram realizados *surveys*⁷⁹ aos quais continham variáveis qualitativas capazes de serem mensuradas e transportadas para um modelo. Estes *surveys* foram realizados tanto com a comunidade local de Sítio d'Abadia assim como aos profissionais ligados às áreas específicas da divisão proposta pelo modelo.

⁷⁹ Vide anexo 10.

É claro que os *surveys* não possuem o mesmo peso de um trabalho conjunto onde são discutidas abertamente as problemáticas sistêmicas da implantação de um empreendimento, mas com variáveis que possam alterar o modo de vida local, seja positivo ou negativo. Assim mesmo, foi proposto um modelo dinâmico conceitual da implantação de PCHs.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE

A região do estudo de caso encontra-se no nordeste do estado de Goiás, na micro-região do Vão do Paranã, sub-bacia do rio Corrente, localizada na sub-bacia 21 da bacia do rio Tocantins, e envolve terras dos municípios de: Alvorada do Norte, Simolândia, Buritinópolis, Damianópolis, Mambaí, Posse e Sítio d'Abadia, que juntos abrangem uma área de 6.698,306 Km² e uma população de 60.901 habitantes (SEPIN, 2008).

Municípios	População
Alvorada do Norte	8.363
Simolândia	6.915
Buritinópolis	3.446
Damianópolis	3.507
Mambaí	6.450
Posse	29.017
Sítio d'Abadia	3.203
Total	60.901

Quadro 8: Perfil Socioeconômico dos municípios goianos – Aspectos demográficos

Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

Municípios	Área
Alvorada do Norte	1.259,495 km ²
Simolândia	347,823 km ²
Buritinópolis	268,115 km ²
Damianópolis	415,349 km ²
Mambaí	859,555 km ²
Posse	1.949,632 km ²
Sítio d'Abadia	1.598,337 km ²
Total	6.698,306 Km²

Quadro 9: Perfil Socioeconômico dos municípios goianos – Aspectos físicos

Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.



Figura 9: Microrregião 11 – Vão do Paranã
 Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2007.

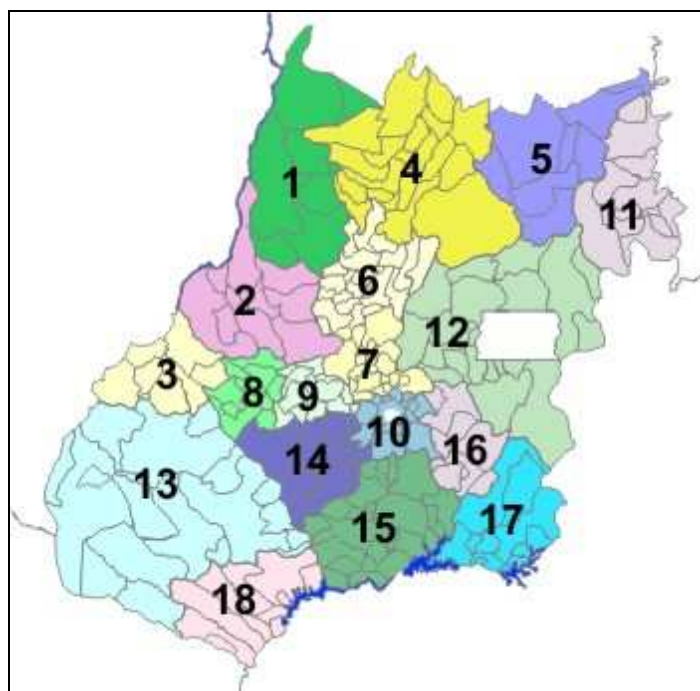


Figura 10: Microrregiões de Planejamento do Estado de Goiás
 Dados: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2007.

De acordo com a tradição a ocupação da região teria começado no século XVIII, ou talvez antes, com a formação do Arraial de Flores de Goiás, onde teriam refugiados grupos de ex-escravos originários da Bahia.

No entanto, segundo dados oficiais, o município mais antigo seria Sítio d'Abadia, emancipado pela Lei Provincial nº 19, de 06 de julho de 1850. O segundo município mais antigo seria Posse (criado em 19/02/1854). Os demais foram criados recentemente, por desmembramento de parte das terras dos municípios mais antigos.

A divisão do estado de Goiás em mesorregiões e microrregiões corresponde à divisão adotada pelo IBGE pelo Decreto nº 67.647, de 24 de novembro de 1970, que dividiu o país em cinco grandes regiões – Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste -, em 27 Unidades da Federação, com 26 estados e um distrito federal. Além dessa divisão proposta, os estados foram divididos em regiões de planejamento conforme a identidade regional, as dimensões do processo social, do quadro natural e da rede de comunicação existente. Outra característica determinante para essa divisão são as formas do arranjo produtivo local, constituindo-se pela produção propriamente dita distribuição troca e consumo, incluindo as atividades urbanas e rurais (LEMOS, *et al*, 2003).

Assim, tem-se que a microrregião do Vão do Paranã possui características que aproximam os núcleos urbanos e rurais entre si na adequação das necessidades básicas da região, seja no fator econômico, social ou político. São ainda mais próximas as cidades pertencentes à sub-bacia do Rio Corrente, que possuem os seus recursos hídricos compartilhados.

Da implantação de sete pequenas centrais hidrelétricas na região pode decorrer alterações permanentes no meio, não só ambiental, como também socioeconômico. A configuração desta nova perspectiva é que a construção do modelo quer retratar e as suas inter-relações entre os diversos níveis de estruturas afetadas pelas pequenas centrais hidrelétricas.

3.3.1 Metodologia e base de dados aplicados ao modelo

A metodologia para a construção do modelo foi baseada em pesquisa tipo *survey*, onde são coletadas amostras aleatórias com a população residente e os atores sociais envolvidos a partir de um questionário estruturado, onde primeiramente é realizado um pré-teste. Caso o questionário seja adequado para a pesquisa é executada a coleta de dados, ao contrário, o questionário passa por uma re-elaboração.

Os elementos trabalhados para o *survey* deste estudo de caso envolvendo a construção de uma pequena central hidrelétrica foram: I) unidade de coleta da informação: município de Sítio d'Abadia e canteiro de obras da PCH Mambaí II; II) população escolhida: população da cidade de Sítio d'Abadia, população rural do entorno da PCH Mambaí II e distritos populacionais próximos à PCH Mambaí II; III) população pesquisada: diretamente envolvida com o empreendimento (trabalhadores da PCH Mambaí II), indiretamente envolvida com o empreendimento (fornecedores da PCH Mambaí II e familiares dos trabalhadores), e pessoas não envolvidas no empreendimento hidrelétrico; IV) elemento de agregação: população local ser residente na localidade do estudo há pelo menos dez anos; V) criação de um vínculo entre o entrevistador e o entrevistado.

Para o estudo de caso foi executada uma amostra probabilística com tratamento qualitativo para a população local e quantitativo para os atores envolvidos diretamente com o empreendimento. As amostras buscaram uma heterogeneidade com a população residente local, que por ser pequena, sua variabilidade não foi significativa. As entrevistas apresentaram a temporalidade do antes e do depois da construção do empreendimento hidroelétrico, com suas conseqüências positivas e negativas perante a população local. Já com os atores envolvidos diretamente com a construção da PCH Mambaí II, os questionamentos foram de ordem técnica quantitativa sobre o empreendimento e o tratamento que os mesmos deram a questão socioambiental.

Tem-se assim que, a coleta dos dados primários deu-se pelos *surveys*, e pelos documentos referentes ao empreendimento como o Relatório Ambiental Simplificado – RAS e os Programas Básicos Ambientais – PBAs. Para tanto, foram realizadas, primeiramente, entrevistas com a população residente no município, onde foi necessário estabelecer níveis de confiança e intervalos de confiança para que os interlocutores pudessem responder aquilo que

realmente compreendiam sobre a construção de uma PCH em seu município. Em determinados casos a entrevista tornava-se semi-estruturada a partir do momento em que o entrevistado respondia além do questionário. Parte destas entrevistas tornou-se intencional sobre a existência ou não de conflito da construção da PCH e sobre a alteração no modo de vida da população, buscando respostas alternativas ao que seria apresentado pelo modelo.

Já as entrevistas com os atores ligados diretamente ao empreendimento, foram abordadas questões técnicas ligadas ao empreendimento e as características da localidade da implantação da PCH Mambaí II anterior à sua construção e as alterações do ambiente natural e social no decorrer da obra. A coleta destes dados foram em grande parte auxiliados pelos levantamentos feitos pela empresa de consultoria do empreendimento, CTE Engenharia, que disponibiliza no canteiro de obras todos os levantamentos socioambientais do início da construção da PCH Mambaí II com constantes atualizações a fim de embasar a questão da sustentabilidade para os empreendedores.

A coleta de dados secundários foi conseguida a partir de entrevistas realizadas com os gestores estaduais e municipais que trabalham com a localidade, novamente com a empresa de consultoria que elaborou o RAS e os PBAs, associados às coletas em agências de informações e estatísticas tanto nacionais, quanto estaduais como, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA/IPEADATA, Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação – SEPIN-GO, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás – SEPLAN- GO.

Tais dados coletados durante o trabalho de campo associado ao trabalho nas agências de informações e estatísticas constituem o banco de dados utilizado para a construção do modelo e que serão apresentados no decorrer da dissertação.

3.3.2 Arquitetura conceitual do modelo

O modelo foi proposto com cinco estruturas de interação: fluxo populacional, potencial hidroenergético, recursos naturais, recursos hídricos e fatores econômicos. Estas estruturas estão interligadas dentro de uma dinâmica interdependente de seus fluxos de entrada e saída, tentando representar uma situação real, no entanto simplificada.

A motivação de se compreender que uma pequena central hidrelétrica é sustentável, viável ou nenhuma das afirmações anteriores não é apenas mais uma tentativa de cancelar um determinado produto da construção civil. Mas, aliar a necessidade de geração de energia com o desenvolvimento econômico e a qualidade ambiental é fundamental para o desenvolvimento sustentável.

A proposta de trabalhar com uma ferramenta que auxilia na compreensão das escolhas de uma determinada tecnologia construtiva de fontes energéticas surgiu como uma alternativa ao estudo. A solução adequada para a determinada realidade local é uma situação limite entre o que viável e o que é inviável. Ou seja, cada localidade possui uma dinâmica única que necessita ser interpretada para que empreendimentos estruturantes sejam sociais e ambientalmente capazes de determinar um desenvolvimento responsável local.

A proposição de diversas políticas públicas de diversificação da matriz energética brasileira vem sendo aplicada. Entretanto, a tecnologia na utilização da hidroeletricidade em grande escala foi desenvolvida em nossos centros de pesquisa no aproveitamento do nosso principal recurso natural: a água. Por isso mesmo, é necessário encontrar um ponto conciliador onde os recursos hídricos serão bem utilizados em consonância com os outros recursos energéticos renováveis e não-renováveis.

Com a ampliação do conceito de desenvolvimento sustentável e das discussões sobre as mudanças climáticas e do modo de consumo humano, abriu-se um novo campo de discussões: a utilização de fontes energéticas alternativas. O avanço tecnológico caminha neste sentido e quanto maior a diversificação da matriz energética, menores serão as possibilidades de falta de energia.

Dessa forma foi proposta uma modelagem onde no cenário apresentado há apenas a utilização de pequenas centrais hidrelétricas. Os dados utilizados para a elaboração da modelagem dizem respeito à todos os municípios da sub-bacia do rio Corrente, mas o ponto de partida deu-se da visita de campo à PCH Mambaí II a fim de efetuar um melhor conhecimento da localidade e suas interferências sobre a região.

O modelo poderia não ser factual caso observasse apenas as modificações de um determinado município, no entanto, a análise da região que já possui outras PCHs auxiliaram

fundamentalmente nas conclusões sobre as alterações provocadas na dinâmica da sub-bacia do rio Corrente. A simplificação das estruturas da interface permite ao modelador uma apresentação sucinta da situação real de uma determinada localidade e os principais aspectos relevantes para o modelo, isso permite uma maior compreensão do sistema para uma futura gestão integrada.

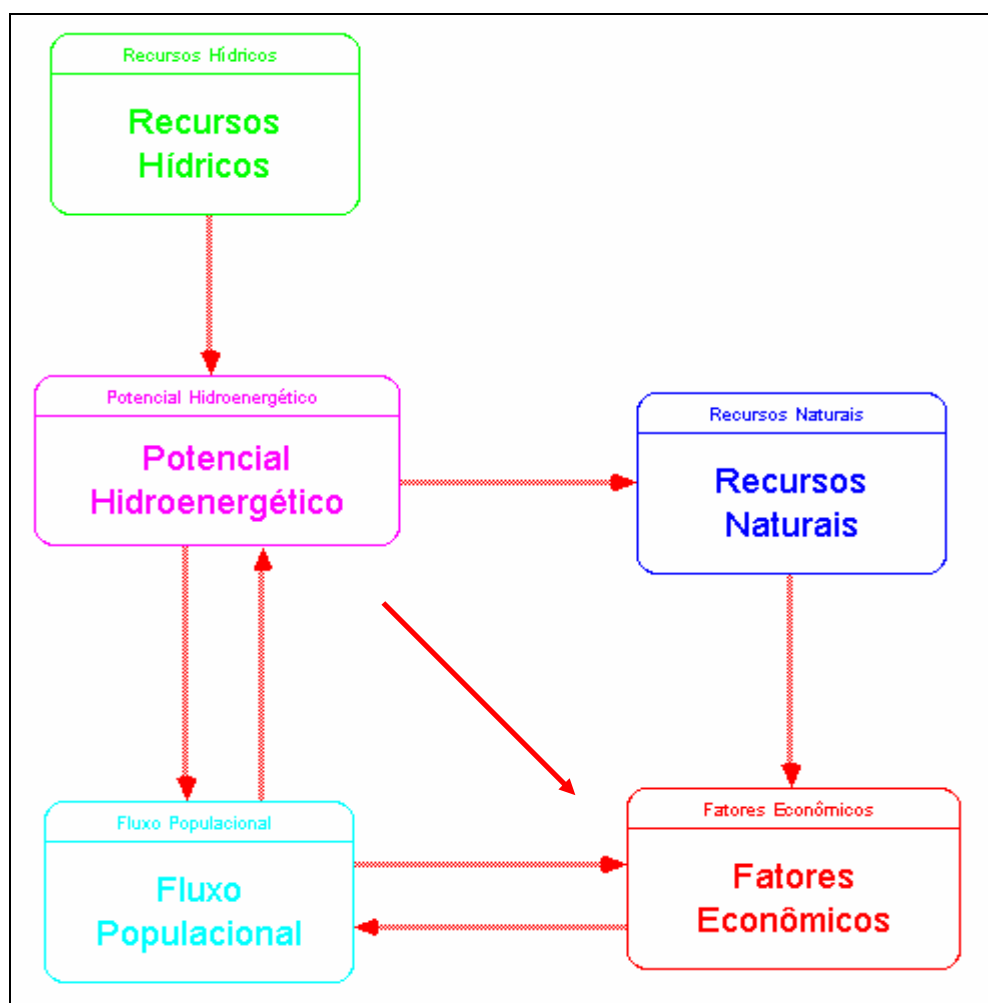


Figura 11: Interface do modelo aplicado à Pequenas Centrais Hidrelétricas
Fonte: próprio da autora, 2008.

A partir da concepção do modelo, da utilização das variáveis propostas e do comportamento temporal permitida pelo software Stella, foi possível perceber e concluir que da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas pode haver conseqüências desastrosas se da realização do empreendimento o proponente não estabelecer parâmetros de estudos socioambientais. Entretanto, há aspectos positivos que não podem deixar de ser discutidos. A

utilização da ferramenta na construção de cenários reais e/ou fictícios⁸⁰ pode auxiliar na visualização dos possíveis conflitos e impactos que possam surgir.

Cabe ressaltar que os empreendimentos realizados na localidade estudada foram determinantes para a transformação dinâmica da sociedade e da economia inserida na Área de Influência Direta – AID e Indireta – AII. Tais dados remetem a um estudo elaborado por Drummond & Silva⁸¹ (2004a-e) para Furnas S/A sobre a AAI de municípios atingidos por barragens construídas na década de 1970. Os dados finais de ambos não são tão diferentes em determinados pontos da questão socioeconômica.

Estes estudos elaborados para Furnas S/A serviram como base, também, para as outras dimensões adotadas no modelo. É claro, que não foi possível estabelecer comparações em todos os aspectos, já que os estudos de Drummond & Silva (2004a-e) tratam de grandes barragens e este é um trabalho de pequenas centrais hidrelétricas.

Para compreender a dinâmica social das PCHs construídas e em construção, as mesmas não foram potencialmente causadoras de grandes impactos na saída de populações atingidas, uma vez que estas usinas eram antigas fazendas⁸² que foram vendidas aos empreendedores. Tem-se como questão relevante a dimensão da área alagada, onde os empreendimentos são recentes e estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela Resolução da ANEEL n° 652, de 09 de dezembro de 2003.

Exceção feita à PCH Alvorada, onde aplicando os dados relativos da usina dentro da inequação utilizada pela ANEEL⁸³, com potência de 10,30MW e queda bruta de 19,40m, a área de inundação poderia atingir até 7,6 Km².

⁸⁰ A construção do cenário real para a localidade estudada contempla apenas quatro PCHs, uma vez que houve uma determinação do Ministério Público do estado de Goiás para que não fossem construídas quatro PCHs (PCH Alvorada, PCH Vermelho I, PCH Vidal e PCH Mambaí II) em cascata no rio Corrente, mas apenas a PCH Mambaí II. No entanto, o modelo contempla as sete PCHs previstas dentro dos inventários da ANEEL. Dessa forma, temos uma situação real, mas que no entanto com o marco temporal, torna-se fictícia.

⁸¹ Este trabalho ainda não foi publicado, sendo que seus autores disponibilizaram os estudos para esta pesquisa.

⁸² Com exceção das usinas em projeto, viabilidade e inventário que não tiveram suas áreas adquiridas pelos empreendedores.

⁸³ Resolução da ANEEL n° 652, de 09 de dezembro de 2003.

USINAS	POTÊNCIA (MW)	ÁREA INUNDADA (KM ²)	SITUAÇÃO	RIO
PCH Santa Edwiges I	10,10	2,52	em operação	Piracanjuba
PCH Santa Edwiges II	13,00	2,89	em operação	Buritis
PCH Mambaí II	12,00	0,29	em construção	Corrente
PCH Santa Edwiges III	6,50	1,00	em mobilização	Buritis
PCH Alvorada	10,30	5,90	projeto, viabilidade, inventário	Corrente
PCH Vermelho I	7,80	2,90	projeto, viabilidade, inventário	Corrente
PCH Vidal	6,30	2,25	projeto, viabilidade, inventário	Corrente

Quadro 10: Dados das PCHs da sub-bacia do rio Corrente.

Fonte: Secretaria de Infra-Estrutura do estado de Goiás – SEINFRA, Parque Gerador Elétrico do estado de Goiás, junho de 2007.

As cinco estruturas de interação são ligadas entre si através de taxas e fluxos, ou seja, a menor alteração em algum desses estoques podem transformar todo o sistema. Muitas destas ligações não são diretas, mas influenciam positivamente ou negativamente a dinâmica adotada no modelo.

A retroalimentação neste caso é fundamental, se o incremento inicial de uma variável num ciclo de retroação produz um efeito de incremento da mesma variável, o ciclo é identificado como positivo, e se o aumento de uma variável num ciclo produz um efeito de decrescimento na mesma variável, o ciclo é identificado negativo (SAYSEL, 2001, p.185 *apud* STERMAN, *et al*, 2000). Os ciclos de retroação positiva permitem o comportamento exponencial do sistema, enquanto os negativos potencializam sua estabilização, apresentando um crescimento estável assintótico.

Pode-se compreender que os modelos são ferramentas que auxiliam a visualizar determinadas situações reais que ainda estão por acontecer, e ainda podem prever o surgimento de conflitos durante a transformação dos recursos naturais ou dos meios em equilíbrio. A observação de diversos campos auxilia na determinação de soluções e no aporte ao desenvolvimento sustentável. Por isso, é incapaz de fornecer soluções prontas perante variadas opiniões e perspectivas sobre um sistema de gestão integrada (LOW, *et al*, 1999, p.240).

Segue abaixo as discussões individuais das cinco estruturas de interação e ao fim uma discussão integrada do sistema.

3.3.3 Dinâmica populacional

A dinâmica populacional dos municípios correspondentes à sub-bacia do rio Corrente sempre foi caracterizada por municípios de baixa densidade populacional e com pequeno crescimento demográfico, que em alguns momentos foram negativos. Tal fato pode ser compreendido em parte pelo isolamento regional, econômico e institucional característico da zona de estudo. Além disso, a população jovem dos municípios em questão parte em busca de novas oportunidades de estudo e trabalho em Brasília, Goiânia ou até mesmo em Minas Gerais ou Bahia, onde as distâncias são maiores.

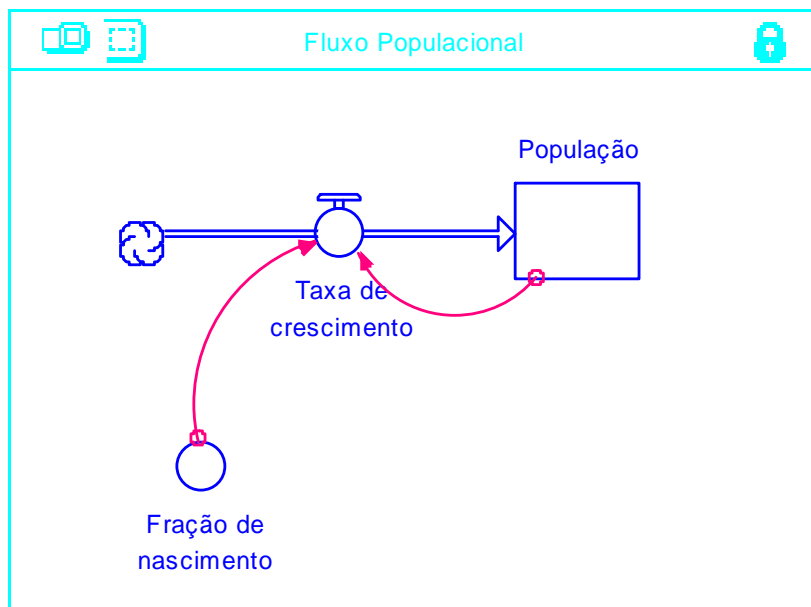


Figura 12 Fluxo Populacional
Fonte: própria da autora, 2008

A chegada de obras estruturantes como a recuperação de rodovias federais e estaduais e a construção de pequenas centrais hidrelétricas permite que tal população possivelmente migrante permaneça nos municípios na esperança de uma vida melhor. Além disso, são trazidos pelos empreendimentos uma população itinerante, composta basicamente por trabalhadores especializados para o empreendimento.

Segundo os dados da Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação do Estado de Goiás – SEPIN/GO (2007), após o ano de 2003, a região deixou de decrescer e passou a crescer, com exceção de Damianópolis, que só no ano de 2007 teve um crescimento positivo. O município de Buritinópolis foi emancipado em 29/04/1992 pela Lei nº 11.705 do estado de Goiás, por isso não é apresentada a taxa geométrica de crescimento entre os anos de 1992-1996 e 1991-2000.

Municípios	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Alvorada do Norte	7.560	7.571	7.596	7.612	7.647	7.666	7.685	8.217
Simolândia	6.219	6.293	6.354	6.416	6.548	6.621	6.693	6.915
Buritinópolis	3.383	3.420	3.452	3.485	3.552	3.590	3.627	3.442
Damianópolis	3.303	3.257	3.225	3.188	3.112	3.070	3.028	3.507
Mambaí	4.838	4.926	5.026	5.113	5.296	5.397	5.497	6.454
Posse	25.696	26.060	26.332	26.628	27.248	27.591	27.932	28.850
Sítio d'Abadia	2.681	2.673	2.667	2.660	2.647	2.639	2.631	3.251

Quadro 11: População da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos demográficos

Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

Municípios	1991-1996	1991-2000	1996-2000	1996-2007	2000-2005	2000-2006	2000-2007
Alvorada do Norte	0,56%	0,25%	-0,13%	0,71%	0,28%	0,27%	1,20%
Simolândia	1,65%	1,22%	0,68%	1,22%	1,26%	1,23%	1,53%
Buritinópolis	–	–	0,03%	0,17%	1,19%	1,17%	0,25%
Damianópolis	0,76%	-1,18%	-1,70%	-0,08%	-1,45%	-1,44%	0,86%
Mambaí	8,37%	-4,02%	1,71%	3,29%	2,21%	2,15%	4,20%
Posse	1,04%	0,99%	0,92%	0,69%	1,43%	1,40%	1,67%
Sítio d'Abadia	1,03%	-0,27%	-1,88%	1,07%	-0,32%	-0,31%	2,79%

Quadro 12: Taxa geométrica de crescimento – Aspectos demográficos

Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

Parte dessa dinâmica está associada à construção das PCHs Santa Edwiges I e II, e mobilização da PCH Santa Edwiges III no município de Mambaí e da PCH Mambaí II no município de Sítio d'Abadia. As PCHs Santa Edwiges I e II foram construídas entre os anos de 2003-2006, a PCH Santa Edwiges III está em fase de mobilização, e da PCH Mambaí II teve seu início no ano de 2006 e com previsão para término em maio de 2008.

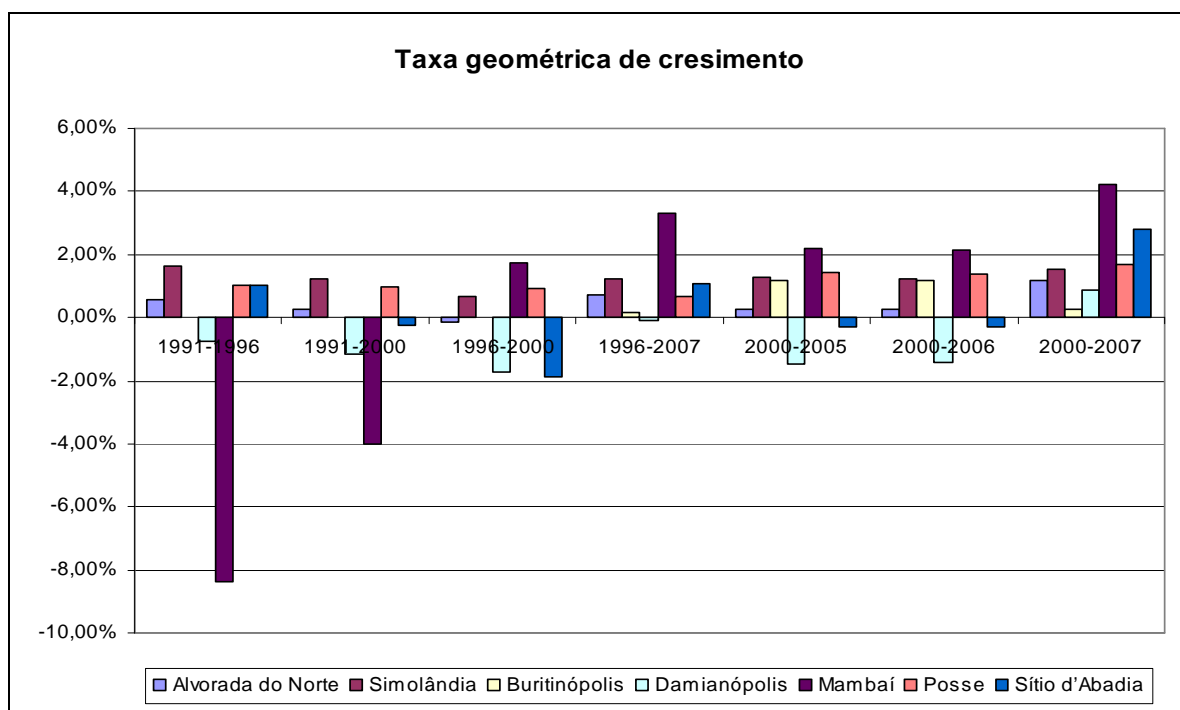


Gráfico 12: Taxa geométrica de crescimento – Sub-bacia do rio Corrente
 Fonte: Elaboração própria da autora, 2008.

No município de Mambaí a taxa geométrica de crescimento entre os anos de 1991-1996 e 1991-2000 é caracterizada por um decréscimo expressivo da população, principalmente entre os anos de 1991 e 1996 onde a população em 1991 era de 6.999 habitantes e em 1996 era de 4.520 habitantes. Após o ano de 2000 a população do município volta a crescer, com o crescimento mais expressivo situado entre os anos de 2003 e 2004, e entre os anos de 2006 e 2007, do início do funcionamento das PCHs Santa Edwiges I e II.

No município de Sítio d'Abadia houve também um decréscimo da população caracterizada por um êxodo da população mais jovem. Entre os anos de 2006 e 2007, no auge da construção da PCH Mambaí II, houve um incremento populacional significativo, elevando a taxa de crescimento geométrico da localidade.

Em ambos municípios há uma imigração da população itinerante das usinas, conhecidos como “barrageiros”. Essa mão-de-obra especializada na construção de barragens traz consigo sua família, já que este tipo de construção possui um cronograma extenso, quase sempre superior a um ano. Esse fator “tempo de obra x família” aumenta a população municipal, que ao final do empreendimento, pode decair.

No entanto, tal crescimento não é diretamente proporcional ao fluxo de trabalhadores que chega na região, mas também é levada em conta a população residente do município que permanece e é absorvida pelo empreendimento e por outros meios produtivos.

Juntamente com a análise populacional é interessante analisar em paralelo o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, que agrega três dimensões, que são: rendimento *per capita*, educacional e de longevidade. De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, o IDH classifica o desenvolvimento das nações em baixo, médio e alto, conforme a média dos três índices. Dessa forma, as localidades que alcançarem um IDH maior que 0,800 são classificadas como regiões de alto estágio de desenvolvimento humano, entre 0,500 e 0,799, como médio estágio de desenvolvimento humano, e os que ficam abaixo de 0,500 como de baixo estágio de desenvolvimento humano (PAIXÃO, 2000).

O IDH vem sendo amplamente utilizado como um indicador de desenvolvimento humano, não sendo apenas utilizado para qualificar países, mas também regiões menores como estados e municípios. Para os municípios é utilizado o IDH-M, que possui as mesmas dimensões do IDH, mas com alguns ajustes nos indicadores de cada dimensão. “Essa desagregação territorial busca ampliar as possibilidades de análise detalhada da realidade, justificada no caso brasileiro, que tem grande dimensão territorial, marcantes variações regionais e uma elevada diversidade socioeconômica” (DRUMMOND & SILVA, 2004e, p.14).

A diferença entre o IDH e o IDH-M reside no cálculo dos indicadores de Renda e Educação, utilizando a renda familiar *per capita* do município, ao invés do Produto Interno Bruto *per capita* (PIB *per capita*) e para a educação, utilizando o número médio de estudo da população adulta. Tais alterações diminuem as distorções provocadas pela renda gerada no município, que são transferidas para trabalhadores de outras cidades, sendo que assim são contabilizadas apenas aquilo que se mantém no município estudado; e na educação não apenas a contagem da taxa combinada de matrículas nos três níveis de ensino (DRUMMOND & SILVA, 2004e, p.15).

Da mesma forma que o IDH o IDH-M tem escores que variam de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior é o desenvolvimento da localidade. Segue o IDH-M dos municípios pertencentes à sub-bacia do rio Corrente e do estado de Goiás.

Municípios	1991				2000			
	IDH-M	IDH-M-R	IDH-M-E	IDH-M-L	IDH-M	IDH-M-R	IDH-M-E	IDH-M-L
Alvorada do Norte	0,617	0,556	0,677	0,618	0,688	0,610	0,792	0,663
Simolândia	0,564	0,475	0,598	0,618	0,657	0,561	0,733	0,678
Buritinópolis	0,521	0,452	0,539	0,573	0,600	0,479	0,719	0,602
Damianópolis	0,546	0,490	0,626	0,522	0,634	0,518	0,748	0,636
Mambáí	0,554	0,470	0,575	0,618	0,647	0,535	0,728	0,678
Posse	0,604	0,561	0,634	0,618	0,711	0,613	0,792	0,729
Sítio d'Abadia	0,530	0,481	0,570	0,540	0,643	0,536	0,729	0,663
Estado de Goiás	0,700	0,667	0,765	0,668	0,776	0,717	0,866	0,745

Quadro 13: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M – Aspectos sócio-culturais
 Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

O IDH-M dessa região foi medido anteriormente à construção dos empreendimentos de pequenas usinas hidrelétricas, o que revela que a região, assim como o Brasil, tem passado por um processo contínuo e intenso de desenvolvimento humano. No entanto, a região possui uma situação de baixo desenvolvimento se comparada ao estado de Goiás, com exceção para Alvorada do Norte e Posse.

O município de Posse é o que apresentou um maior crescimento econômico nestes últimos anos, tornando-se um entreposto da região nordeste do estado de Goiás com a região Norte, Nordeste e noroeste de Minas Gerais. Além disso, a cidade é ponto de referência para os demais municípios da região com relação à saúde, bens e serviços, e educação, sendo a única cidade da sub-bacia do rio Corrente e do Vão do Paranã a ter curso superior pela Universidade Estadual de Goiás - UEG. Isso leva o município a um padrão de desenvolvimento humano medido pelo IDH-M.

A impulsão do IDH-M das cidades brasileiras deve-se em grande parte ao IDH-M Educação, incentivados principalmente pelos programas governamentais à educação, como o Bolsa Escola. Outro fator que impele o aumento do índice é o IDH-M Renda, que teve seu crescimento aliado a programas como a aposentadoria rural e ao Bolsa Família, além dos programas estaduais de fomento à renda como o Vale-Gás e o Vale-Leite. Todos estes incentivos dinamizam os setores produtivos provocando um impacto favorável e amplo nas condições de vida da população (DRUMMOND & SILVA, 2004e, p.15). Conseqüentemente,

estes fatores contribuem para o aumento da expectativa de vida da população e para o aumento do IDH-M Longevidade.

Uma outra abordagem que contextualiza o IDH-M é o índice de pobres e de pobreza, medida pelo percentual de pobres e pela intensidade da pobreza. Segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEADATA (2008), o percentual de pobreza é medido baseando-se no percentual de pessoas com renda domiciliar *per capita* inferior a ½ salário mínimo⁸⁴ e vivendo em domicílios particulares permanentes.

Municípios	Pessoas pobres (%)		Pessoas indigentes (%)	
	1991	2000	1991	2000
Alvorada do Norte	56,704	49,902	27,553	23,636
Simolândia	76,890	65,428	44,424	36,173
Buritinópolis	85,279	71,794	58,881	48,123
Damianópolis	74,815	67,628	40,974	40,855
Mambáí	78,302	62,934	51,819	34,806
Posse	61,417	48,520	33,810	24,589
Sítio d'Abadia	82,169	69,359	55,474	42,701
Estado de Goiás	35,052	26,650	12,606	9,769

Quadro 14: Porcentagem de pessoas pobres e pessoas indigentes (%) na sub-bacia do rio Corrente e no estado de Goiás

Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada IPEADATA – Social – Renda, 2008.

Considera-se indigente pessoa que vive com menos de ¼ do salário mínimo de renda domiciliar por indivíduo residente em domicílios particulares permanentes. Na construção da tabela é percebido quantitativamente que a região da sub-bacia do rio Corrente apresenta um dos níveis mais baixos de renda do estado de Goiás, sendo que algumas localidades a porcentagem de pessoas pobres é superior a 50%, chegando a 70% como no caso de Buritinópolis. Posse foi a única cidade que conseguiu diminuir consideravelmente a porcentagem de pessoas pobres no município, passando de 61,42% para 48,52%. A diferença

⁸⁴ No ano de 2000, ano do último recenseamento sobre pobreza domiciliar *per capita* por municípios do Brasil, a renda por indivíduo que caracterizava a pobreza situava-se na faixa de R\$ 75,50.

entre as porcentagens da região do estudo e do estado de Goiás é grande, mostrando que tais índices são desfavoráveis se comparadas às demais regiões do estado.

Todos os municípios da região da sub-bacia do rio Corrente reduziram seus percentuais de pessoas pobres e indigentes. Tal evolução se deve ao fato do país ter retomado a estabilidade econômica e monetária e a adoção de políticas sociais eficazes. Nenhum destes dados tem ligação direta com os empreendimentos elétricos construídos na localidade, pois a data dos levantamentos é anterior a data de construção das usinas.

A discussão sobre o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH esta associada aos fatores sociais, entretanto, nesta modelagem entra como uma componente presente na estrutura Fator Econômico, já que ele é um efluxo das inter-relações entre os diversos setores sociais e econômicos, e não uma taxa que alimenta o modelo.

A sensação de “volta ao passado” na região é freqüente, não pelo fato de haver uma cidade tombada pelo patrimônio histórico, mas pelo relativo isolamento que provocaram nas relações sociais uma endogenia na qual renega os fatores exógenos ao desenvolvimento a partir dos conhecimentos tradicionais fundados nas relações de solidariedade e auto-ajuda. Outra questão relevante é a presença de traços do poder fundados no coronelismo, onde as negociações de maior vulto só ocorrem entre os expoentes da oligarquia rural.

O isolamento involuntário renuncia a uma educação critica voltada para uma organização formal, deixando a população num obscurantismo espontâneo, incapaz de influenciar ou pressionar o poder estabelecido. A chegada de meios produtivos que possam alterar a dinâmica estabelecida no município é sempre vista com algumas restrições, pois podem quebrar tal hegemonia. Na região em questão não existe uma classe média constituída.

Tais características não têm como serem impressas na modelagem. Além disso, o modelo não considerou aspectos específicos qualitativos e quantitativos de educação e saúde, uma vez que se buscava a simplificação dos dados e dos resultados a fim de expressar uma dinâmica maior do que as relações sociais.

A construção da usina não conseguiu transformar estruturalmente o modo de vida da população. Muitos dos habitantes locais preferiram manter seu modo de vida preservado, sem

a assimilar os conhecimentos de um grande empreendimento e não se ver preso a um determinado tipo de emprego temporário, mesmo podendo ter seus rendimentos superiores ao que os meios produtivos locais proporcionam. A grande maioria não considera vantajoso trabalhar temporariamente e depois voltar a seu antigo modo produtivo, a percepção de ganho é apenas factual, sem pensar em um investimento futuro.

Assim mesmo, da construção do modelo foi percebido que a entrada destes empreendimentos, estes trouxeram novamente um crescimento populacional para uma região que estava visivelmente diminuindo, uma vez que a população buscava novas oportunidades de trabalho e renda fora de seus municípios.

3.3.3.1 Educação

A educação é, entre os três componentes do IDH, o índice que impulsiona o IDH-M no caso dos municípios estudados de forma crescente. As políticas educacionais aliada aos programas de fomento de renda fizeram crescer o número de matrículas em todos os municípios brasileiros, além dos incentivos à educação de adultos, a fim de diminuir a taxa de analfabetismo da população brasileira (DRUMMOND & SILVA, 2004e).

A adoção de políticas educacionais acarretou numa redução da defasagem escolar. Principalmente motivada pelo programa Bolsa Escola, uma vez que a criança só recebe o benefício caso esta frequente a escola regularmente.

No estado de Goiás com a adoção da Universidade Estadual de Goiás, todas as microrregiões de planejamento possuem pelo menos uma unidade universitária que atenda aquela microrregião. No caso do Vão do Paranã, o município escolhido foi Posse, principal cidade da localidade.

A unidade universitária de Posse possui cursos estruturantes caracterizados pelo ensino na área de exatas: Licenciatura em Matemática, Licenciatura em Informática e Sistemas de Informação; cursos na área de humanas: Licenciatura em Letras, Licenciatura em História, Licenciatura em Geografia, Licenciatura em Pedagogia; e um curso na área biológica: Tecnologia em Agropecuária; também curso seqüencial com duração de cinco semestres: Gestão em Agronegócio; e ainda pós-graduação *latu sensu* em Ensino da Matemática. Isso confere à região um desenvolvimento educacional ainda maior (UEG, 2008).

Municípios	2000	2001	2003	2004	2005	2006
Alvorada do Norte	3.182	3.345	3.363	3.371	3.238	3.244
Simolândia	2.442	2.197	2.305	2.354	2.389	2.596
Buritinópolis	1.237	1.300	1.284	1.296	1.189	1.240
Damianópolis	1.290	1.259	1.380	1.189	1.235	1.147
Mambáí	1.779	1.832	2.013	1.905	1.687	1.996
Posse	10.059	10.284	10.045	10.200	10.431	9.869
Sítio d'Abadia	986	978	1.050	1.044	913	1.028

Quadro 15: Número de estudantes por município da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos sócio-culturais
 Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

O quadro acima apresenta uma tendência de permanência do número dos estudantes matriculados. Além disso, a defasagem escolar das crianças dos municípios da sub-bacia do rio Corrente está reduzindo. Este índice é medido pela razão entre o somatório da defasagem (em termos de série escolar) das crianças com idade entre sete e 14 anos e o número de crianças do mesmo segmento etário. Outro ponto é que a taxa de analfabetismo reduziu entre os anos de 1991 e 2000, seguindo um movimento nacional e estadual.

Apesar da região estudada não ter ainda alcançado a média estadual da taxa de alfabetização e da defasagem escolar, os índices atingiram um crescimento razoável, tendo um destaque para a cidade de Alvorada do Norte. Os resultados obtidos devem-se à implantação de escolas rurais no atendimento das populações mais distantes da cidade, além da implantação de escolas nos distritos, povoados e aglomerados dos municípios. Questões como o trabalho infantil e o acesso à escola são os principais obstáculos na melhoria da educação de crianças e jovens. Durante o trabalho de campo não foi identificado nenhum tipo de transporte escolar nas estradas vicinais da região, assim como o transporte público entre municípios. Cabe ressaltar que estes dados não possuem ligação com o modelo apresentado, pois não sofreram influência das pequenas centrais hidrelétricas construídas na localidade.

Municípios	1991	2000
Alvorada do Norte	52,9	26,3
Simolândia	63,0	37,7
Buritinópolis	64,8	39,4
Damianópolis	57,7	32,8
Mambaí	62,5	40,1
Posse	58,9	35,6
Sítio d'Abadia	61,5	40,2
Estado de Goiás	41,8	23,3

Quadro 16: Defasagem escolar – mais de um ano de atraso – pessoas de sete (07) a 14 anos
 Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEADATA – Social – Educação, 2008.

Municípios	1991	2000
Alvorada do Norte	66,5	80,5
Simolândia	59,7	76,1
Buritinópolis	–	71,9
Damianópolis	64,8	75,6
Mambaí	59,3	75,0
Posse	69,9	79,0
Sítio d'Abadia	58,4	74,4
Estado de Goiás	82,8	89,2

Quadro 17: Taxa de alfabetização da sub-bacia do rio Corrente e do estado de Goiás – Aspectos sócio-culturais
 Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.



Foto 1: Unidade educacional do município de Sítio d'Abadia, no povoado de Água Boa.
 Fonte própria da autora, 12/10/2007.

3.3.3.2 Saúde

Segundo a Organização Mundial de Saúde (2001), não existe uma recomendação nem mesmo uma taxa ideal do número de leitos por habitantes que deve ser seguida e cumprida por seus países membros. De forma genérica aceita-se como coeficiente de leitos por mil habitantes o número de três leitos por mil. Entretanto, tal índice não é suficiente por si para a avaliação de um sistema de saúde, já que pode ocorrer a transferências entre municípios da verba destinada para atendimento de um determinado número de pacientes, que é repassado para aquele que prestou o serviço (OMS, 2001).

O desenvolvimento da saúde e da esperança de vida está associado à melhorias das condições de vida, expansão do saneamento básico, controle das doenças epidêmicas, melhores hábitos alimentares e higiênicos (DRUMMOND & SILVA, 2004e).

Para os municípios do estudo há claramente uma defasagem na área da saúde, já que os casos mais graves são removidos para o município de Formosa, Brasília e até mesmo Goiânia, dependendo do caso. Na região há dois municípios que não apresentam leitos hospitalares, Buritinópolis e Sítio d'Abadia, sendo que o atendimento é restrito há um posto de saúde com enfermeiro plantonista, não havendo médicos nestas duas cidades.

Municípios	2000	2001	2003	2006	2007
Alvorada do Norte	30	30	30	30	30
Simolândia	18	18	18	16	16
Buritinópolis	–	–	–	–	–
Damianópolis	12	12	12	14	14
Mambaí	15	15	15	16	18
Posse	51	51	51	62	62
Sítio d'Abadia	–	–	–	–	–

Quadro 18: Número de leitos hospitalares dos municípios da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos sócio-culturais

Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

Municípios	2000	2001	2003	2006	2007
Alvorada do Norte	84	84	85	85	91
Simolândia	115	117	119	139	144
Buritinópolis	–	–	–	–	–
Damianópolis	92	90	89	72	84
Mambaí	108	109	114	115	120
Posse	168	170	174	150	155
Sítio d'Abadia	–	–	–	–	–

Quadro 19: Coeficiente de leitos por mil habitantes da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos sócio-culturais
 Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.



Foto 2: Secretaria Municipal de Saúde do município de Sítio d'Abadia.
 Fonte própria da autora, 12/10/2007.

Outra questão relevante na área de saúde é o saneamento básico, composto por abastecimento de água e coleta de esgoto e lixo. Os investimentos em infra-estrutura do Programa Nordeste Novo priorizaram a demanda da população por aquilo que consideravam indispensável. É interessante apontar que as obras de saneamento não foram escolhidas, deixando restrito ao trabalho da empresa de Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO, para a ampliação da rede.

Municípios	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Alvorada do Norte	1.237	1.933	2.006	2.038	2.107	2.191	2.230
Simolândia	–	1.376	1.413	1.522	1.594	1.604	1.644
Buritinópolis	596	610	623	627	639	649	663
Damianópolis	578	634	665	693	714	735	738
Mambaí	963	1.019	1.074	1.137	1.230	1.316	1.376
Posse	4.878	5.022	5.172	5.316	5.563	5.701	5.935
Sítio d'Abadia	–	–	–	–	–	–	–

Quadro 20: Número de ligações de abastecimento de água da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos sócio-culturais

Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

Municípios	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Alvorada do Norte	–	64	64	64	64	64	64
Simolândia	–	–	–	–	–	–	–
Buritinópolis	–	–	–	–	–	–	–
Damianópolis	–	–	–	–	–	–	–
Mambaí	–	–	–	–	–	–	–
Posse	–	–	–	–	–	–	3.516
Sítio d'Abadia	–	–	–	–	–	–	–

Quadro 21: Número de ligações de coleta de esgoto da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos sócio-culturais

Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

A partir destes quadros é possível verificar que a questão de saneamento básico é ainda um gargalo no desenvolvimento dos municípios da sub-bacia do rio Corrente. O município em maior desvantagem é Sítio d'Abadia, sem rede de abastecimento de água e coleta de esgoto. A questão do saneamento básico para este município em questão é de elevado custo para as soluções técnicas encontradas, já que a cota em que se encontra a cidade é superior à cota do possível manancial de abastecimento da região. No entanto, conforme os estudos da CTE Consultoria (2002-2007), devido à baixa antropização da região, os rios possuem uma qualidade de água ótima, podendo ter sua água consumida in natura, com alguns cuidados, como filtrar e ferver a água para consumo.

Os demais municípios, com exceção de Posse e Alvorada do Norte, não contam com rede de coleta de esgoto, sendo que os mesmos são lançados nos rios e diluídos naturalmente. Devido à baixa concentração demográfica da região, a diluição de efluentes se dá de forma

compatível com a capacidade de suporte e de assimilação dos despejos do recurso hídrico utilizado. Mesmo com a construção das usinas Santa Edwiges I e II no município de Mambá e da usina de Mambá II no município de Sítio d'Abadia, não houve efetivamente um crescimento da área de saneamento básico da região do estudo.

3.3.4 Fator econômico

A construção de uma central hidrelétrica, tanto de pequeno quanto de grande porte, normalmente dinamiza a região em que será construída, seja pelo arrecadamento de impostos, seja pela movimentação provocada nos setores produtivos da localidade. Isso é comprovado no modelo, mesmo trabalhando numa região de relativo isolamento social e econômico provocado pelo distanciamento do centro econômico do estado de Goiás, as transformações ocorridas durante este processo tornam-se permanentes.

A escolha de uma localidade isolada para o desenvolvimento deste trabalho foi, entre outros fatores, para acentuar o desconhecimento da população sobre as reais interferências de uma usina hidrelétrica. O fato do empreendimento não ter conseguido capacitar mão-de-obra suficiente para a construção da usina, algumas pessoas da região trabalharam em sua construção como um emprego temporário e assim, puderam compreender a dinâmica da construção de uma central hidrelétrica.

A questão sobre a arrecadação de impostos é ainda mais relevante, uma vez que há grandes movimentações financeiras provocadas pela usina, principalmente na arrecadação de ISSQN – Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza e do ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços, regulados ao crescimento econômico municipal, já que estas movimentações implicam diretamente num crescimento econômico dos demais setores produtivos. Entretanto, grande parte da população não conhece os benefícios diretos e indiretos da arrecadação destes impostos no crescimento econômico da região.

No caso das PCHs, estas não tem a obrigação da CFURH⁸⁵ – Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos, Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e Lei n° 9.427, de 26 de dezembro de 1996⁸⁶. Mesmo assim, é benéfico para o município o aumento da arrecadação para que sejam repassados à população na forma de melhorias e benfeitorias públicas.

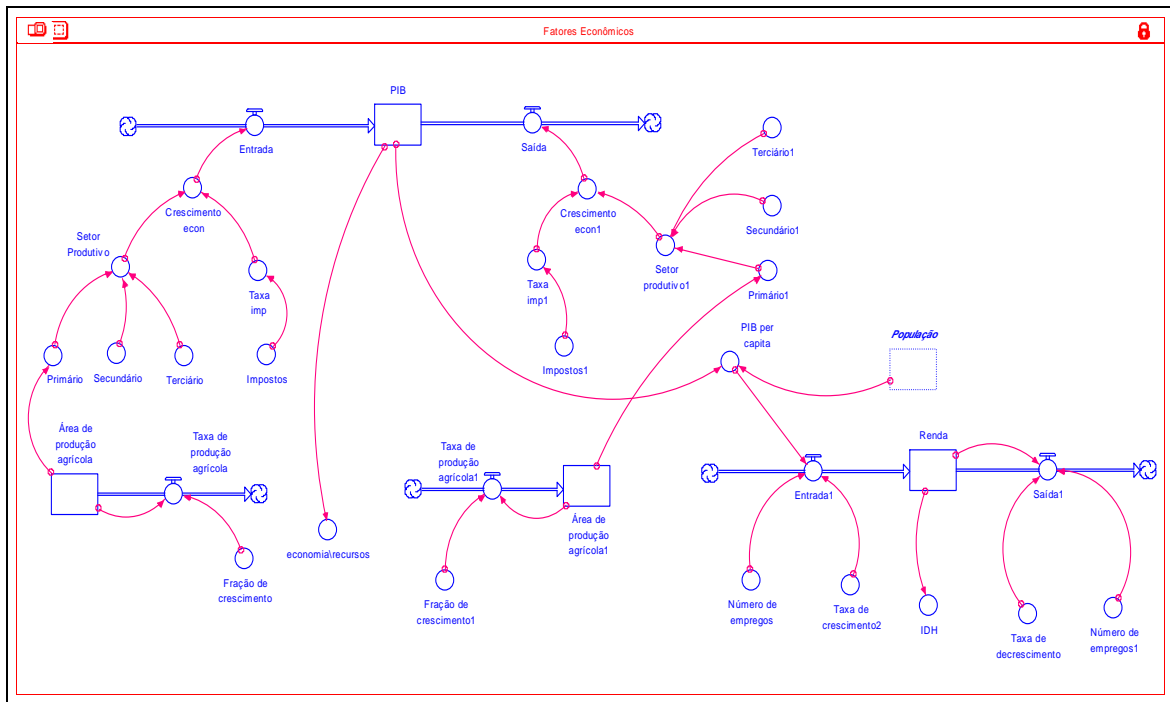


Figura 13: Fatores econômicos
Fonte: própria da autora, 2008

Para que seja feita uma análise sobre o aspecto econômico é importante salientar a trajetória dos municípios da sub-bacia do Rio Corrente através da evolução dos seus Produtos Internos Brutos – PIBs *per capita*, no período de 1999/2004, e da arrecadação do ICMS no período de 2000/2006, comparando-os com o estado de Goiás.

⁸⁵ A CFURH é um percentual que as concessionárias e empresas autorizadas a produzir energia por geração hidrelétrica pagam pela utilização de recursos hídricos para geração hidrelétrica. A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, gerencia a cobrança desta taxa e a distribuição dos recursos arrecadados entre os municípios, Estados e a União. Conforme estabelecido pela Lei n° 8.001, de 13 de março de 1990, do montante arrecadado, são destinados 45% aos municípios atingidos pelas barragens, 45% aos Estados onde se localizam as represas e 10% à União. O percentual da CFURH que cabe à União é dividida entre o Ministério de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal (3%); o Ministério de Minas e Energia (3%) e para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (4%), administrado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia. O percentual de 0,75% de CFURH é repassado à Agência Nacional de Águas (ANA) (DRUMMOND & SILVA, 2004, p.42-3).

⁸⁶ Na Lei n° 7.990, de 1989, a autorização não-onerosa para explorar o potencial hidráulico está no art. 4º, itens I, II e III. Para a Lei n° 9.427, de 1996, a autorização não-onerosa permanece no art. 26, parágrafo 4º.

Municípios	PIB 1999	PIB 2000	PIB 2001	PIB 2002	PIB 2003	PIB 2004	%
Alvorada do Norte	1.626	1.997	2.637	2.917	3.781	4.563	19%
Simolândia	1.308	1.504	1.629	1.934	2.071	2.401	11%
Buritinópolis	1.138	1.314	1.496	1.912	2.224	2.417	13%
Damianópolis	1.327	1.649	2.036	2.476	3.193	3.563	18%
Mambaí	1.167	1.406	1.653	1.826	2.272	2.709	15%
Posse	1.510	1.863	2.103	2.805	3.034	3.595	16%
Sítio d'Abadia	1.865	2.239	2.839	4.017	5.879	6.376	23%
Estado de Goiás	3.614	4.276	4.840	5.921	6.825	7.501	13%

Quadro 22: Arrecadação de Produto Interno Bruto *per capita* (R\$ 1,00) – Aspectos econômicos
 Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

Municípios	ICMS 2000	ICMS 2001	ICMS 2002	ICMS 2003	ICMS 2004	ICMS 2005	ICMS 2006	%
Alvorada do Norte	708	1.027	1.604	3.029	3.905	3.242	443	-6%
Simolândia	70	66	110	146	78	135	134	10%
Buritinópolis	15	23	6	6	17	6	7	-10%
Damianópolis	49	105	59	329	271	61	41	-3%
Mambaí	94	157	225	429	317	1.018	556	29%
Posse	797	1.203	5.332	3.043	3.258	3.616	2.847	20%
Sítio d'Abadia	60	251	279	835	927	502	151	14%
Estado de Goiás	2.198.012	2.615.326	3.020.447	3.698.720	3.978.116	4.216.197	4.764.279	12%

Quadro 23: Arrecadação de ICMS (R\$ mil) – Aspectos financeiros
 Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

O comportamento do PIB e do ICMS pode ser explicado pelas atividades provocadas pela instalação das PCHs Santa Edwiges I, Santa Edwiges II, Santa Edwiges III e Mambaí II, além da reforma e manutenção da rodovia federal BR-020, principal eixo de escoamento da produção da região leste do estado de Goiás para a região Nordeste do país.

As usinas Santa Edwiges I e Santa Edwiges II estão em pleno funcionamento desde 2006, situadas no município de Mambaí e alocadas no rio Buritis. O ano de 2005 foi o que apresentou a maior taxa de crescimento do município, sendo que logo após no ano de 2006 já há um declínio acentuado. Tal movimento pode estar relacionado com a fase de construção das PCHs Santa Edwiges I e Santa Edwiges II, dinamizado pelo setor da construção civil.

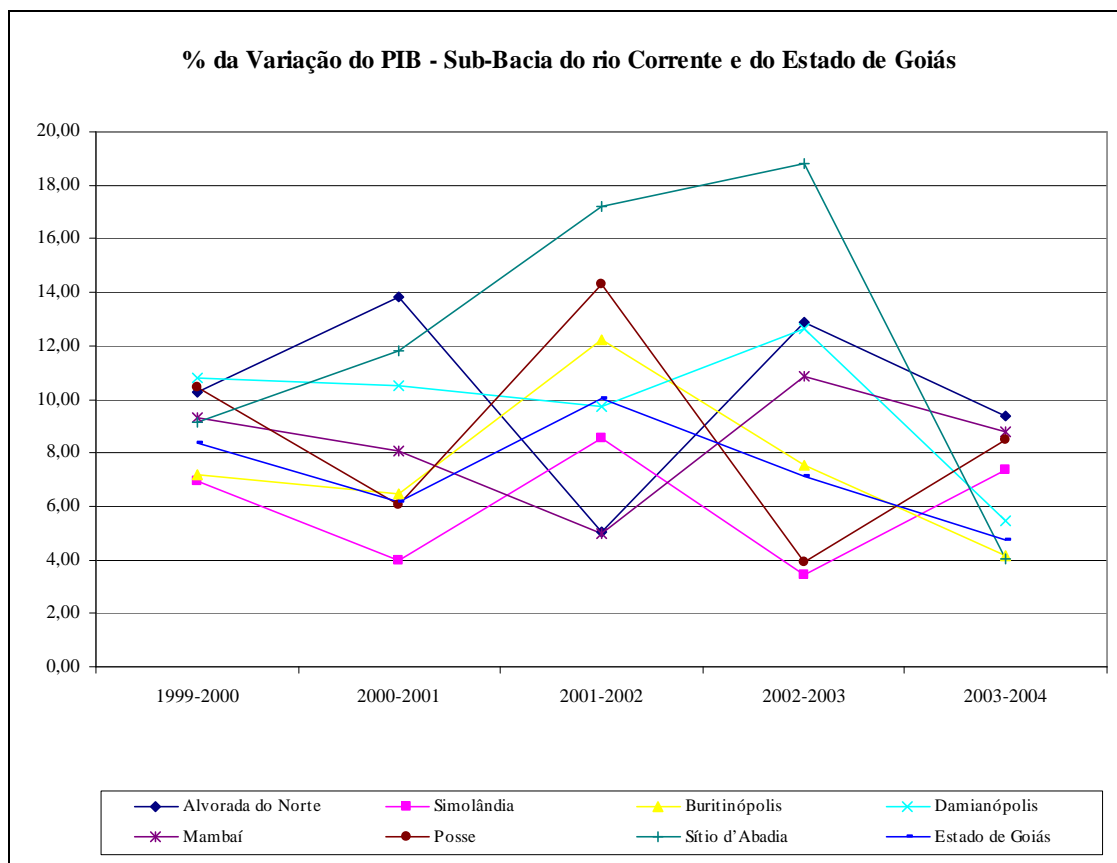


Gráfico 13: % da Variação do PIB – Sub-bacia do rio Corrente e do Estado de Goiás
Fonte: próprio da autora, 2008.

No caso do município de Sítio d'Abadia, não é possível estabelecer uma ligação direta entre os impostos arrecadados e a construção da PCH Mambáí II, já que o início do empreendimento deu-se em junho de 2006. O aumento do PIB em 2004 é resultado da atividade agropecuária no município, com destaque para o aumento da área produtiva de soja, milho e arroz (SEPIN, 2008).

3.3.4.1 Agropecuária

Antes de conhecer o ritmo da agropecuária no nordeste Goiano, e em especial, na sub-bacia do rio Corrente, é necessário compreender a dinâmica que resultou no atual desenvolvimento da região Centro-Oeste e do estado de Goiás. Segundo Griffon (2002, p.257) a Revolução Verde, intensificada a partir da década de 1950 na Ásia, é caracterizada pela radical modernização da agricultura extensiva. Esta modernização concilia a monocultura, a mecanização, o uso de adubos químicos e de produtos de tratamento fitossanitário, assim como a seleção de plantas cultivadas e de animais de criação. Os resultados dessa mudança

técnica podem ser comparados pela produtividade alcançada na agropecuária. Entretanto, estas transformações são acompanhadas de problemas ambientais, normalmente irreversíveis.

No Brasil, o desenvolvimento da agropecuária incentivado pelo pacote tecnológico da Revolução Verde, a partir da década 60, e pela intervenção governamental por meio das políticas desenvolvimentistas fez ser reconhecida em praticamente todo o território nacional, que se modernizou e passou a vivenciar uma nova fase de crescimento agrícola. Isso inclui a região Centro-Oeste e o estado de Goiás.

Antes, contudo, no período entre os anos 40 e 60, o estado de Goiás já havia recebido grande impulso econômico com o incentivo da migração para a Região Centro-Oeste que se deu principalmente pelo surgimento de Brasília, pelas construções de grandes eixos rodoviários (BR-153 - Belém/Brasília e a BR-364 - Cuiabá/ Porto Velho), não obstante a falta de programas e incentivos governamentais para o desenvolvimento agrícola da região Centro-Oeste (PEDROSO, *et al*, 2004, p.03).

Na década 70, como a ocupação da Amazônia não resultou em desenvolvimento agrícola como se esperava, o interesse governamental voltou-se para os Cerrados, que inclusive estavam localizados mais próximos dos mercados do Centro-Sul. Daí foram criados programas especiais de estímulo à agricultura nos Cerrados, além de projetos privados de colonização que alcançaram o Mato Grosso e norte do Estado de Goiás (MULLER, 1990).

Esse processo de ocupação trouxe à região Centro-Oeste um enorme fluxo de migração e uma rápida modernização da agricultura, resultando numa rápida incorporação espacial. A partir de então, o desenvolvimento da agricultura da região pautou-se em um modelo de priorização de cultivos comerciais, com grande aplicação de insumos e moderna mecanização, sem incorporar nesse processo, a adequada consideração de aspectos sociais e ambientais.

A região Centro-Oeste tem uma economia baseada na pecuária extensiva, na produção intensiva de grãos, com destaque para milho e soja, e, ultimamente, no desenvolvimento da agroindústria e do setor sucroalcooleiro. A produção de grãos tem se destacado por todo o estado de Goiás e, a partir da década de 60 teve acelerada mudança em sua base produtiva e intensificado a produção, com o apoio do Estado, por meio de políticas públicas e empréstimos subsidiados. Dentre os principais incentivos, pode-se destacar o Programa de

Desenvolvimento dos Cerrados – POLOCENTRO e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para Desenvolvimento dos Cerrados – PRODECER.

Criado em 1975, o POLOCENTRO teve como objetivo o desenvolvimento e a modernização das atividades agropecuárias da região Centro-Oeste e do oeste do Estado de Minas Gerais. Tinha como objetivo a ocupação racional dos Cerrados por meio do seu aproveitamento em escala empresarial. Para tanto, após terem selecionado as áreas para o plantio, os produtores que desejassem investir em exploração agropecuária empresarial recebiam crédito subsidiado (GOBBI, 2004). Essas políticas estimularam a média e a grande agricultura empresarial, favorecendo, portanto, os grandes e médios produtores. Diferentemente dos objetivos iniciais do programa, o pequeno agricultor praticamente não foi contemplado com essas políticas (MULLER, 1990, p. 55).

Seguindo a tradição do Estado de Goiás, a economia da região do Vão do Paranã é fortemente influenciada pela agropecuária, tendo como seus principais produtos a pecuária de corte e a produção de arroz, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho e soja. A região possui grandes áreas naturais assegurada pela formação Serra Geral, o que dificulta a exploração mecanizada de determinadas áreas caracterizadas por extensos *canyons* e depressões.

Lembrando que os solos dos Cerrados possuem baixa fertilidade natural, sendo que até a década de 1960 eram considerados impróprios para agricultura. De fato, a proporção de latossolo roxo e de terra roxa estruturada é de pouco mais de 5% do total dos Cerrados do Centro-Oeste, os latossolos ocupam 46% do Centro-Oeste, com 90 milhões de hectares e os solos podzólicos com 15% do total do Centro-Oeste (ABRAMOVAY, 1999).

Os latossolos são considerados áreas privilegiadas de expansão de uma agricultura especializada em grãos pela facilidade que oferecem à mecanização, com solos profundos, bem drenados e inclinação normalmente menores que 3%. Mesmo possuindo altas concentrações de ferro e alumínio e baixas concentrações de matéria orgânica e de nutrientes como magnésio, fósforo e potássio, o que os caracterizam com baixa fertilidade natural, sua utilização agrícola supõe a correção da acidez por meio do uso do calcário.

Assim mesmo, a produção agrícola de alguns municípios obteve crescimento nos últimos anos, como Sítio d'Abadia, Mambaí e Posse. Neste caso, pode-se considerar como

influência da construção das pequenas centrais hidrelétricas no incremento de renda dos municípios acima citados. O município de Sítio d'Abadia aumentou sua área agrícola no plantio de soja e sorgo a partir do ano de 2003. O crescimento da atividade agrícola de Posse é explicado pela diversificação dos cultivos no município. Até o ano de 2001 a produção estava baseada no plantio de arroz de sequeiro, banana, cana-de-açúcar, feijão, laranja, mandioca e milho. A partir de 2002 inicia-se o plantio de café, côco-da-bahia, melancia e abóbora com um incremento significativo da área de cultivo de milho, cana-de-açúcar e feijão.

Municípios	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Alvorada do Norte	2.297	1.618	2.092	2.072	2.342	2.742	2.182
Simolândia	565	520	585	685	665	700	646
Buritinópolis	1.273	989	986	727	897	867	847
Damianópolis	1.030	860	967	515	1.740	1.286	1.310
Mambaí	1.002	819	800	775	734	727	1.905
Posse	2.219	2.344	2.844	3.002	4.198	4.204	4.134
Sítio d'Abadia	1.852	1.792	1.803	2.278	3.158	4.508	3.938

Quadro 24: Área de produção agrícola dos municípios da sub-bacia do rio Corrente (ha)– Aspectos econômicos
Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

O salto de área de produtividade no município de Mambaí deve-se ao incremento da produção de feijão na entressafra. As demais cidades da sub-bacia do rio Corrente permaneceram praticamente com suas áreas de cultivo inalteradas, sendo que ano a ano prevaleciam determinados tipos de agricultura na dependência do preço dos produtos e dos fatores climáticos (SEPIN, 2008).

Com relação à pecuária, os municípios da sub-bacia do rio Corrente têm esta atividade como a mais antiga e praticada em toda a região. O rebanho bovino de corte é o principal produto desta atividade, seguido pela produção de aves e granja de porcos. A produção leiteira é apenas para o abastecimento do mercado interno, assim como a produção de ovos. A entrada da ovinocapricultura nas pequenas propriedades é um novo mercado que se instala. Entretanto, a atividade ainda não é recenseada.

Municípios	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Alvorada do Norte	37.170	37.028	40.219	46.630	50.380	52.360	48.520
Simolândia	28.090	21.430	25.357	24.760	28.000	30.350	29.560
Buritinópolis	16.290	19.108	20.409	24.410	24.400	23.130	25.230
Damianópolis	23.470	25.315	27.315	29.531	31.600	29.200	33.830
Mambaí	10.509	13.411	13.105	12.610	13.780	14.770	14.585
Posse	97.775	98.550	109.780	115.800	127.200	130.940	147.790
Sítio d'Abadia	32.350	33.240	40.313	41.550	33.730	42.800	41.910

Quadro 25: Efetivo da pecuária pelo número de cabeças de aves, bovinos e suínos dos municípios da sub-bacia do rio Corrente – Aspectos econômicos.

Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

Os dados acima não apresentam de forma explícita o número de cabeças de aves, bovinos e suínos. No entanto, as flutuações ocorridas no número de cabeças produzidas dá-se principalmente na produção bovina, sendo que a produção de aves e suínos permanecem praticamente inalterados ano a ano. Os municípios que tem sua população predominantemente rural são os que apresentam um maior número de cabeças de produção pecuária por população do município. A exceção se dá no município de Mambaí, onde a produção de aves é superior à produção de bovinos. Tal tendência permanece até o ano de 2004, onde inicia-se um efetivo aumento do rebanho bovino e uma diminuição na produção de aves.

3.3.4.2 Indústria, Comércio e Serviços

A região da sub-bacia do rio Corrente é ainda insipiente de setores produtivos secundários e terciários. Basicamente, estes setores são ligados ao setor produtivo primário da região caracterizado pela agropecuária. Na região da sub-bacia do rio Corrente, entre os anos de 2006 e 2007, houve uma diminuição acentuada no número de indústrias e de estabelecimento de comércio varejistas. Tal movimento é comprovado na movimentação do ICMS no ano de 2006.

A exceção é o município de Mambaí, fortemente influenciado pela construção das PCHs Santa Edwiges I e II, que no entanto, teve seu números de estabelecimento industriais e varejistas diminuídos. O único município que cresceu no ramo varejista foi Buritinópolis, entretanto fechou seu único estabelecimento industrial.

Municípios	Estabelecimentos industriais		Estabelecimentos varejistas		Estabelecimentos bancários	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Alvorada do Norte	12	9	108	95	3	3
Simolândia	7	4	70	67	–	–
Buritinópolis	1	–	13	15	–	–
Damianópolis	1	–	38	35	–	–
Mambaí	8	6	59	58	–	–
Posse	36	23	364	305	3	3
Sítio d'Abadia	1	–	13	13	–	–

Quadro 26: Número de estabelecimentos industriais, varejistas e bancários dos municípios da sb. rio Corrente.
Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

O município de Posse, o mais desenvolvido da região de estudo, possui um organizado setor agroindustrial que serve para os demais municípios da região como um entreposto de escoamento da produção agrícola e pecuária. Além da via de escoamento pela BR-020, eixo de ligação do nordeste do estado de Goiás para o Distrito Federal, Bahia e demais localidades da região Nordeste, o que facilita o comércio regional e interestadual.

Período: Jan de 2007 a Dez de 2007				
CBO	Sal. Médio Adm.(R\$)	FREQUÊNCIA		
		Adm.	Desl.	Saldo
Trabalhador agropecuário em geral	430,60	5	1	4
Tratorista agrícola	535,33	3	0	3
Trabalhador da cultura de trigo, aveia, cevada e triticales	462,00	2	0	2
Operador de máquinas de beneficiamento de produtos agrícolas	625,00	2	1	1
Gerente administrativo	550,00	1	1	0
Atendente comercial (agência postal)	508,00	1	1	0
Caseiro (agricultura)	450,00	1	0	1
Técnico agropecuário	-	0	1	-1
Trabalhador de pecuária polivalente	-	0	2	-2

Quadro 27: 20 ocupações que mais admitiam no município de Sítio d'Abadia – Perfil do Município.
Fonte: MTE – Ministério do Trabalho e Emprego, Cadastro Geral de Empregados e Desempregados, 2008.

Período: Jan de 2007 a Dez de 2007				
CBO	Sal. Médio Adm.(R\$)	FREQUÊNCIA		
		Adm.	Desl.	Saldo
Servente de obras	382,07	100	91	9
Empregado doméstico nos serviços gerais	372,25	40	120	-80
Pedreiro	618,06	16	23	-7
Carpinteiro	623,07	15	11	4
Motorista de caminhão (rotas regionais e internacionais)	611,10	10	11	-1
Vendedor de comércio varejista	375,71	7	1	6
Armador de estrutura de concreto	539,00	7	7	0
Mecânico de manutenção de automóveis, motocicletas e veículos similares	1.069,00	6	1	5
Repositor de mercadorias	380,00	5	4	1
Operador de motoniveladora	1.141,80	5	3	2
Funileiro de veículos (reparação)	900,00	5	5	0
Auxiliar de escritório, em geral	390,00	4	3	1
Topógrafo	1.040,00	3	1	2
Vigia	420,00	3	4	-1
Armador de estrutura de concreto armado	959,33	3	2	1
Cozinheiro de carnes	486,00	3	1	2
Operador de quadro de distribuição de energia elétrica	1.360,00	3	1	2
Operador de máquinas fixas, em geral	696,67	3	0	3
Encarregado geral de operações de conservação de vias permanentes (exceto trilhos)	1.258,00	3	0	3
Auxiliar de contabilidade	1.130,00	2	1	1

Quadro 28: 20 ocupações que mais admitiam no município de Mambá – Perfil do Município.

Fonte: MTE – Ministério do Trabalho e Emprego, Cadastro Geral de Empregados e Desempregados, 2008.

Período: Jan de 2007 a Dez de 2007				
CBO	Sal. Médio Adm.(R\$)	FREQUÊNCIA		
		Adm.	Desl.	Saldo
Pedreiro	517,00	9	8	1
Servente de obras	369,00	7	9	-2
Empregado doméstico nos serviços gerais	385,00	4	2	2
Trabalhador da pecuária (bovinos corte)	365,00	2	4	-2
Cozinheiro geral	380,00	1	0	1
Trabalhador agropecuário em geral	570,00	1	1	0
Tratorista agrícola	380,00	1	0	1
Boiadeiro	-	0	1	-1
Trabalhador da manutenção de edificações	-	0	2	-2

Quadro 29: 20 ocupações que mais admitiam no município de Buritinópolis – Perfil do Município.
 Fonte: MTE – Ministério do Trabalho e Emprego, Cadastro Geral de Empregados e Desempregados, 2008.

Considerando o número de estabelecimentos formais com os dados de renda e emprego⁸⁷ e cruzando os mesmos é possível estabelecer uma configuração sobre a interferência da construção das PCHs nos municípios de Sítio d'Abadia e Mambaí. Até 31 de dezembro de 2006, data do último recenseamento disponível houve uma interferência direta sobre a população no que diz respeito à geração de renda e emprego, principalmente no município de Mambaí. Entretanto, há outros aspectos que tornam relevantes estes dados como a criação de novos postos na agropecuária, no setor varejista e na administração pública municipal, principalmente na área de educação. Convém ressaltar que os empregos da construção civil são flutuantes e demandados conforme o cronograma do empreendimento.

Outro aspecto é que os dados apresentados não abrangem os estabelecimentos com atividades informais, ou seja, pode haver ainda uma quantidade expressiva de trabalhadores nestes municípios que não foram contabilizados. A existência de grandes áreas ocupadas pelas atividades agrícolas e mais o setor de serviços muitas vezes não cadastrados, leva a conclusão que a quantidade efetiva de empregos está aquém do apresentado.

⁸⁷ Dados retirados do sítio do Ministério do Trabalho e Emprego, Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), Informações para o Sistema Público de Emprego e Renda – Dados por Município.

O município de Mambaí apresenta uma maior diversificação de trabalho, com tipos que caracterizam uma construção como serventes, pedreiros, carpinteiros, topógrafos e armadores de estruturas de concreto. Neste caso o emprego mais interessante que possui ligação direta com os empreendimentos das usinas do município é o “operador de quadro de distribuição de energia elétrica”, com duas admissões. Os demais empregos satisfazem o mercado de trabalho, neste caso não são contabilizados os empregos públicos.

Já o município de Sítio d’Abadia não apresenta trabalhadores específicos para a construção da usina, já que grande parte dos trabalhadores ficou temporariamente neste tipo de ocupação. A maior parte da mão-de-obra é composta por trabalhadores migrantes de outras regiões ou das cidades da sub-bacia do rio Corrente como Mambaí e Buritinópolis. Já os trabalhadores de Sítio d’Abadia permanecem no meio rural; da mesma forma não são contabilizados os empregos públicos nestas contagens.

As diferenças nos dados de emprego e renda são explicadas pela estrutura da economia local. Mambaí é o município mais dinâmico entre os três⁸⁸ acima analisados, mesmo tendo um PIB *per capita* inferior à Sítio d’Abadia, mas com índices superiores em ICMS, IDH-M, ligações de água, população residente no município, taxa de alfabetização, número de estabelecimento varejista, entre outros. Somente na área de agricultura é que se posiciona abaixo dos municípios acima citados. Dessa forma, é o município que apresenta uma menor proporção de mão-de-obra empregada na atividade rural e a maior empregada no setor terciário. O contrário desta ocupação da mão-de-obra situa-se em Sítio d’Abadia, com uma população ativa basicamente na focada na agropecuária, principalmente na pecuária de corte, e na produção de milho, soja e arroz.

De forma geral, estes municípios são beneficiados por locais de grande beleza cênica ainda não descobertos. O turismo ecológico é uma vertente que necessita de apoio para se estabelecer nestes municípios como fonte de renda e emprego. Somente em Mambaí que há uma casa de apoio ao turista com guias credenciados que proporcionam passeios de aventura pelo cerrado como a travessia de um canyon por tirolesa e escalada de rapel pelas cachoeiras do município. Em todos os municípios, com exceção de Posse, não há hotéis com uma infra-

⁸⁸ Mambaí, Sítio d’Abadia e Buritinópolis.

estrutura básica, somente dormitórios simples e sem conforto, e até mesmo, casa de moradores servem como local de hospedagem.

Entre as estruturas que compõem o modelo, a questão econômica foi a que estabeleceu um maior número de variáveis, taxas, fluxos e estoques. Isso se deve em grande parte motivada pela entrada de impostos, pela necessidade de mão-de-obra local, pelo consumo de bens e serviços da região, que reflete diretamente numa dinamização dos setores sociais.

Tal movimentação dos empreendimentos hidrelétricos no “Fator Econômico” foi onde este apresentou sua maior caracterização positiva entre as estruturas modelizadas. A evolução dos índices econômicos como PIB e ICMS comprovam tal afirmação, além disso, houve uma diversificação dos setores produtivos, principalmente nos setores primário e secundário. É ainda relevante comentar é que o nordeste goiano é a nova fronteira agrícola do estado de Goiás, para tanto é necessário o incremento de energia para o desenvolvimento da localidade.

O movimento gráfico caracterizado no modelo representa um incremento positivo nos primeiros vinte anos do início da construção dos empreendimentos, após este período começa a decair. Tal descrição gráfica é motivada principalmente pelos insumos de impostos representados a partir da entrada de ISSQN e ICMS. Estas movimentações de consumo e serviços refletiram nas demais estruturas presentes no modelo.

Os estoques de renda são ativados diretamente pelo PIB. Ou seja, se a estrutura caminhar positivamente para um crescimento, a renda acompanha trajetória, para o contrário a afirmação permanece. Já os estoques da área de produção agrícola é que ativa diretamente o PIB, sendo que este pode aumentar ou decair devido a fatores exógenos e endógenos ao sistema em questão.

A construção das pequenas centrais hidrelétricas incentivou os setores produtivos locais num crescimento positivo acima daqueles que a região estava situada, por isso sua caracterização tem um papel maior dentro do modelo, pois se por um lado é positivo para o meio social, pode ser negativo dentro do meio ambiental, principalmente para o Uso do Solo e dos Recursos Hídricos. Estas questões serão analisadas no decorrer da dissertação.

3.3.5 Potencial hidroenergético

A localidade estudada possui uma elevada importância como afluente do rio Tocantins, a partir do rio Paranã, um dos seus principais tributários. A construção de sete empreendimentos hidroenergéticos de pequeno porte, com capacidade de geração de 66 MW, pode alterar o regime hídrico da localidade. O aproveitamento das águas para a geração de energia não é considerado um uso consuntivo⁸⁹, entretanto, sua utilização para fins energéticos pode introduzir uma série de impactos ambientais no meio aquático.

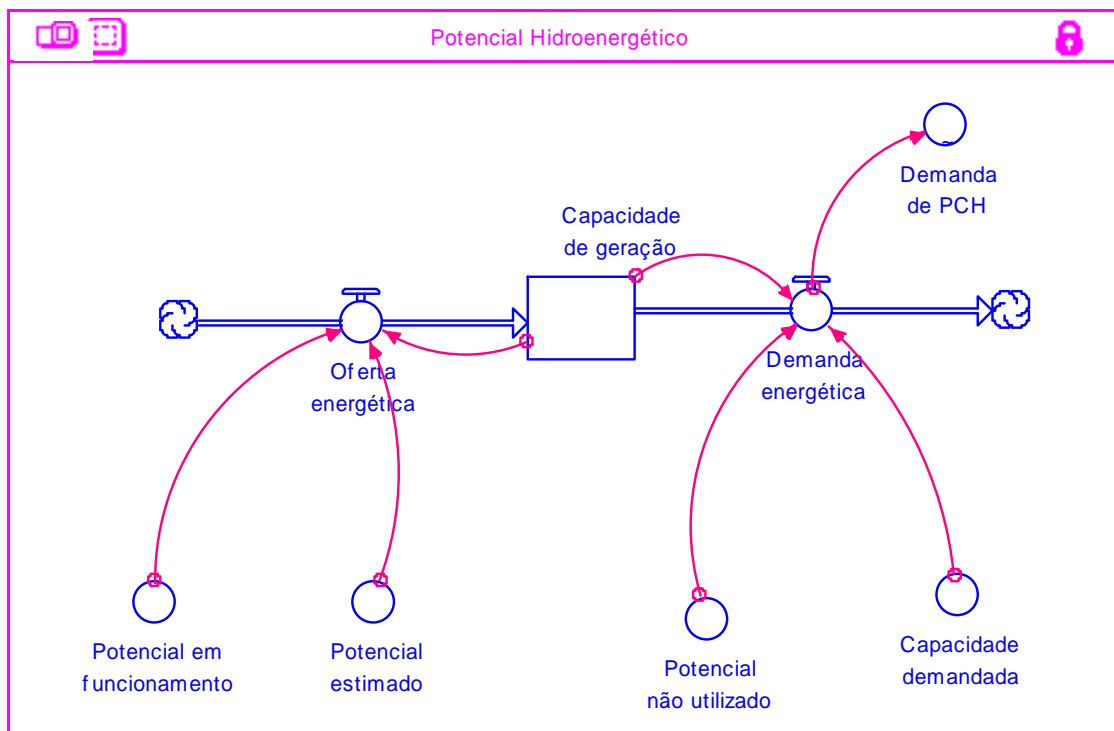


Figura 14: Potencial Hidroenergético
Fonte: própria da autora, 2008

As usinas hidrelétricas dependem da construção de uma barragem que crie um desnível entre as superfícies livres de água localizadas nos lados a montante e a jusante. Como consequência, o rio a montante da barragem transforma-se num lago, o que altera o

⁸⁹ Uso consuntivo da água é aquele que apresenta perdas entre o que é derivado e o que retorna ao curso natural, devem ser considerados para elaboração do balanço entre a disponibilidade e a demanda (ANEEL / ANA, 2002, p.45).

ecossistema aquático, pois ele passa de um ambiente de altas velocidades e alta turbulência para um ambiente de baixas velocidades e baixa turbulência (BRAGA, *et al*, 2006, p.80).

A jusante da barragem há uma alteração na vazão natural do rio e do seu regime hídrico, sendo que a partir da construção da barragem as vazões tornam-se regularizadas. Como consequência a vida das populações ribeirinhas e sua dependência das cheias e das vazantes são alteradas, ocorre uma diminuição da matéria orgânica dispersada, o que altera seus cultivos em determinadas épocas do ano.

Nos últimos anos tem-se elevado o consumo de energia elétrica na região, caracterizado pelo crescimento dos setores produtivos, com destaque para o setor primário. A partir do crescimento econômico, a população passa a consumir um maior número de bens, principalmente de bens duráveis e de consumo como artigos de uso doméstico, com destaque para equipamentos elétricos e automóveis.

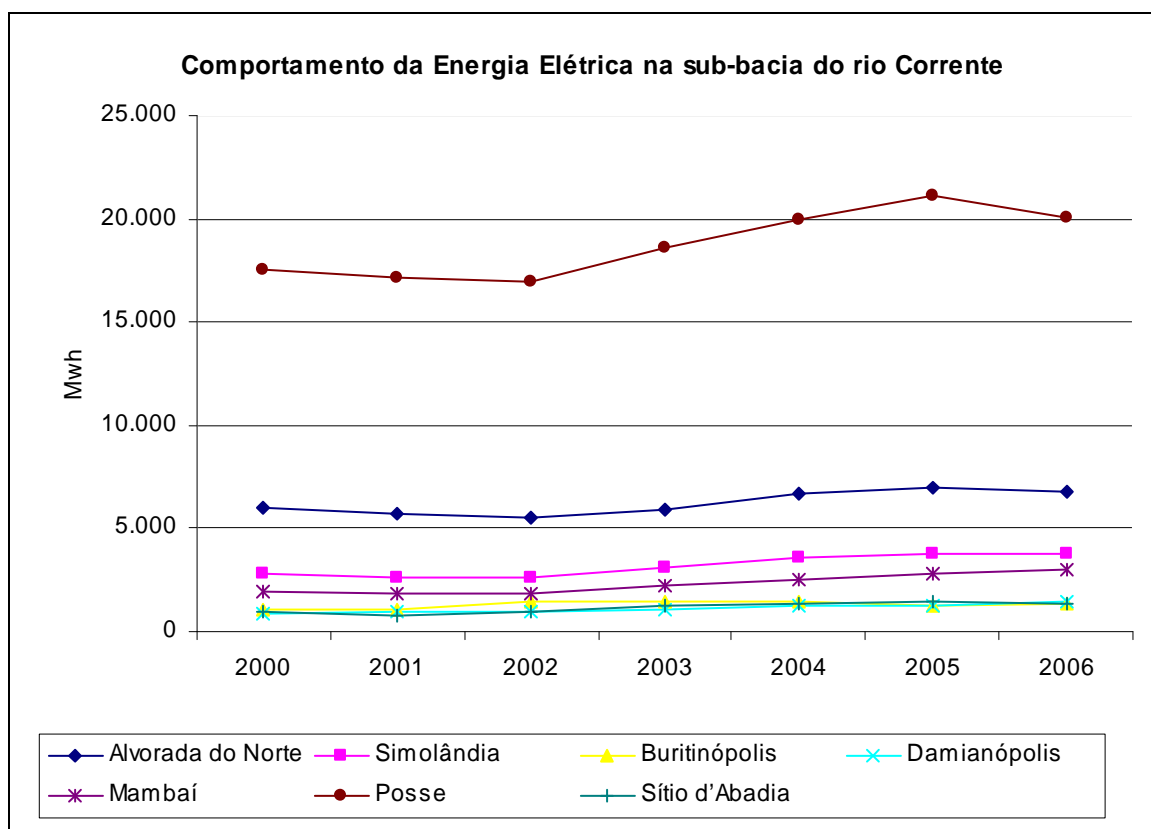


Gráfico 14: Comportamento da Variação da energia elétrica na Sub-bacia do rio Corrente – Aspectos econômicos.

Fonte: SEPIN-GO, formulação próprio da autora, 2008.

Além disso, o crescimento está atrelado à disponibilidade energética, sem eventuais falhas no sistema. A construção de pequenas usinas hidrelétricas pode acarretar num desenvolvimento local da implantação pela disponibilidade de energia ofertada, principalmente no que tange sobre energias subsidiadas por programas governamentais.

A partir do ano de 2003, percebe-se em todos os municípios da sub-bacia do rio Corrente aumentaram sua demanda por energia elétrica. Tal período coincide com o início da construção das PCHs Santa Edwiges I e II. Entretanto, não pode caracterizar apenas a construção dos empreendimentos para o aumento do consumo de energia, mas toda uma movimentação dos setores produtivos locais para alavancar a demanda por energia elétrica. Cabe ressaltar a existência de uma subestação na cidade de Alvorada do Norte, interligada com o Sistema Nacional de transmissão o que garante a manutenção de energia nos municípios interligados com esta subestação.

Durante a entrevista de campo realizada, algumas pessoas da área rural e urbana dos distritos e povoados de Sítio d'Abadia afirmaram haver interrupções constantes no fornecimento de energia e esperam que finalizada a construção da PCH Mambaí II este problema seja solucionado. Para Oliveira (2004, p.371), o suprimento energético em pequena escala, particularmente em áreas onde há baixa densidade de consumidores e a demanda está dispersa, as soluções podem ser encontradas em sistemas descentralizados de suprimento em pequena escala, a partir de fontes renováveis com baixo custo para a universalização.

Municípios	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Alvorada do Norte	6.022	5.755	5.557	5.925	6.672	6.945	6.807
Simolândia	2.821	2.595	2.595	3.116	3.589	3.782	3.735
Buritinópolis	1.089	1.069	1.444	1.407	1.445	1.302	1.327
Damianópolis	846	939	982	1.075	1.221	1.290	1.453
Mambaí	1.974	1.868	1.863	2.204	2.536	2.812	3.027
Posse	17.523	17.148	16.968	18.567	19.925	21.113	20.054
Sítio d'Abadia	1.004	807	948	1.254	1.404	1.461	1.321

Quadro 30: Consumo de energia elétrica dos municípios da sub-bacia do rio Corrente (MWh) – Aspectos econômicos.

Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2008.

Segundo a configuração do modelo, um maior crescimento acarreta em mudanças estruturais no sistema dinâmico estudado. Ou seja, a demanda de energia será proporcionalmente elevada seguindo uma tendência da taxa geométrica de crescimento populacional, do crescimento econômico. É natural que logo após o término do empreendimento haja uma redução desses fluxos e logo após uma retomada dessa tendência.

Além disso, ao considerar o nordeste goiano como nova fronteira agrícola é necessário que haja investimentos em infra-estrutura local, tal como energia, transporte e saneamento básico. Para esta região, a quantidade de energia disponível localmente não abastece todos os consumidores, principalmente dos setores primários. Há que se reportar que nem toda a energia produzida na localidade ficará na região do estudo, como exemplo tem-se que a PCH do estudo de caso, Mambaí II, terá sua energia participante do Mecanismo de Realocação de Energia – MRE⁹⁰.

Conforme apresentado no modelo, a demanda energética será maior que a oferta, caso se confirme o crescimento populacional e econômico da região. Ou seja, na modelagem é possível perceber o primeiro conflito pelo uso de energia: a região terá pequenas centrais hidrelétricas, que, no entanto parte desta energia gerada será despachada para o Sistema Interligado Nacional – SIN não permanecendo na região dos empreendimentos. Assim, pode-se supor que se confirmado o crescimento socioeconômico haverá uma concorrência entre os usos residencial, comercial e principalmente rural, com a montagem de pivôs para irrigação e na produção de carnes.

Na região é fundamental que o custo da energia seja subsidiado para o atendimento da população carente, uma vez que parte desta população residente no local é dependente dos

⁹⁰ O Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) é um mecanismo financeiro que objetiva o compartilhamento dos riscos hidrológicos que afetam os geradores na busca de garantir a otimização dos recursos hidrelétricos dos sistemas elétricos interligados e a correção de uma distorção econômica de geradores hidrelétricos e reservatórios (CCEE, 2007). Segundo Baran (2002, p.95), o MRE é um mecanismo “hedging” compulsório entre as usinas hidrelétricas que compõe o sistema. No contexto do MRE, cada usina hidrelétrica recebe a cada período um crédito de energia (MWh) proporcional à produção hidrelétrica total (soma da produção de todas as usinas hidrelétricas) nesta mesma etapa. O fator de proporção é dado pela razão entre certificado de energia assegurada da hidrelétrica e a soma dos certificados de todas as usinas participantes do MRE. Este crédito de energia, e não a energia produzida fisicamente pela mesma, é então utilizado pra atender o contrato da usina. Como a produção total de energia hidrelétrica (e, portanto o crédito de energia) é muito mais constante que a produção individual das usinas hidrelétricas, conclui-se que o MRE é um esquema eficiente de redução da volatilidade e risco hidrológico.

empregos vinculados ao poder público e há um grande número de desempregados. As PCHs poderiam incrementar a questão da universalização da energia elétrica na localidade a partir dos programas governamentais como PROINFA e outros subsídios como o MDL. Entretanto, a primeira usina da região com recursos do PROINFA é participante do MRE.

3.3.6 Recursos Hídricos

Na água, os aspectos de qualidade e quantidade são indissociáveis. Durante o ciclo hidrológico, a água pode sofrer alterações na qualidade. Isso ocorre nas condições naturais, em razão das inter-relações dos componentes do sistema meio ambiente. Entretanto, os aspectos antrópicos são os que geram maiores influências: demandas urbanas, rurais, industriais, energéticas e alterações do solo urbano e rural.

Os recursos hídricos têm a capacidade de diluir e assimilar esgotos e resíduos, mediante processos químicos, físicos e biológicos, que proporcionam a sua autodepuração. Entretanto essa capacidade é limitada à quantidade e qualidade dos recursos hídricos existentes e ao tipo e a quantidade desta carga de esgotos e resíduos. (SILVA & PRUSKI, 2000, p.159).

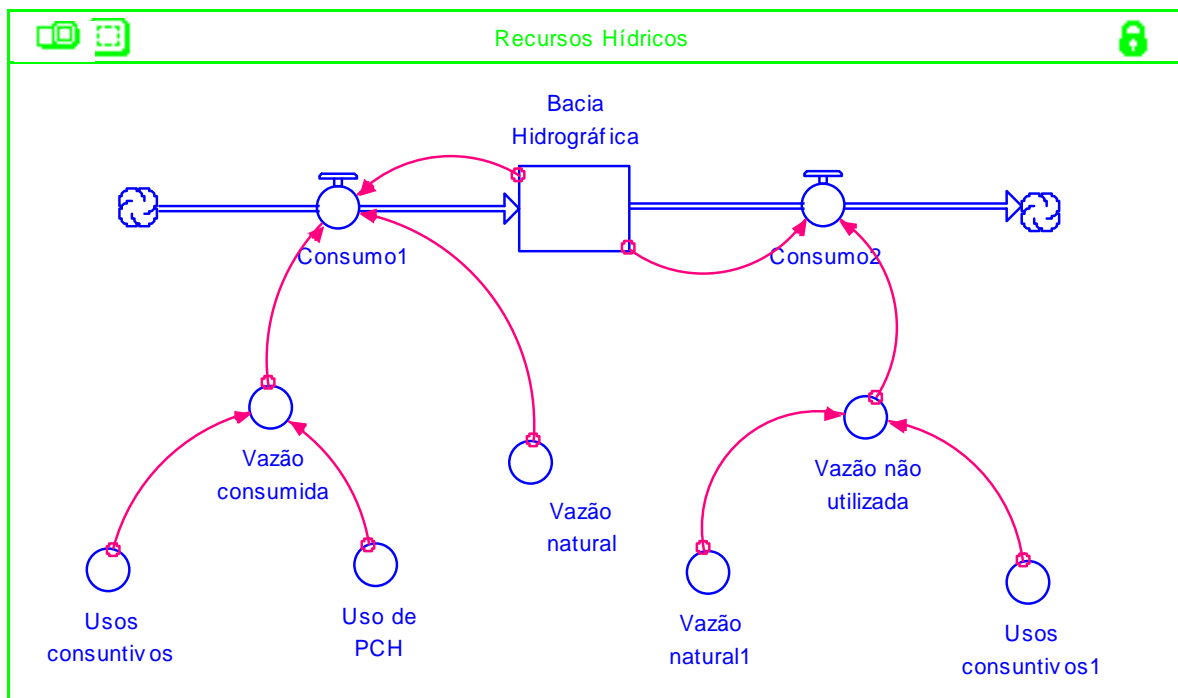


Figura 15: Recursos Hídricos
Fonte: própria da autora, 2008

Tratando-se de águas armazenadas em reservatórios, três fatores contribuem para a deterioração da qualidade da água: decomposição de matéria orgânica existente, dissolução de nutrientes ou fertilizantes do plâncton e introdução de elementos nocivos à qualidade da água, tais como substâncias tóxicas, organolépticas e seres patogênicos (BRANCO, 1977, p.105).

A qualidade da água na região da PCH Mambaí II está em transformação segundo o cruzamento de dados da empresa de consultoria CTE Engenharia dos anos de 2002 e 2007. Do início da construção da barragem a classificação do corpo d'água estava dentro dos parâmetros Classe I, estabelecidos pela Resolução do Conama n° 357, de 17 de março de 2005. Passado algum tempo do início do empreendimento, a classificação alterou-se devido à atividade antrópica realizada.

Os dados relativos às PCHs Santa Edwiges I, II e III⁹¹ não foram coletados por falta de abertura dos empreendedores, já que no ano de 2007, estava em transição o poder acionário da PCH Santa Edwiges I, que deixou de pertencer à Rialma Companhia Energética S/A e passou para o controle da Brascan Energética S/A⁹².

Apesar do modelo não contemplar a qualidade da água por falta de dados completos, é importante apresentar os resultados colhidos das análises efetuadas pelos Programas Básicos Ambientais - PBAs (2007) e o cruzamento de dados com o Relatório Ambiental Simplificado – RAS (2001). As informações dos PBAs são gerados trimestralmente e encaminhados para os empreendedores, para empresa de consultoria que dá o suporte socioambiental (CTE Engenharia) e para os responsáveis pela administração da obra (Construtora Central do Brasil – CCB), como forma de acompanhar atividade e suas interferências no meio.

Os dados abaixo foram coletados da seguinte forma: os primeiros parâmetros são do projeto básico, apresentados no Relatório Ambiental Simplificado – RAS (2002), no qual consta o nível de classificação dos corpos d'água presente na Resolução do Conama n° 20/86.

⁹¹ As PCHs Santa Edwiges I, II e III pertencem à Rialma Companhia Energética S/A.

⁹² No sítio da Brascan Energética S/A <<http://www.brascanenergetica.com.br/operacoes/operacoes.htm>> há a situação das usinas em operação e construção, no entanto, não é citada a PCH Santa Edwiges I. É interessante notar que na mesma região há uma PCH com o nome de Riachão operando com 13,4MW (potência da PCH Santa Edwiges I), mas ao confrontar os dados das ANEEL e da SEINFRA-GO, não há nenhuma PCH no estado de Goiás, no rio Buritis, no município de Mambaí com este nome.

Após esta primeira medição, inicia-se a elaboração dos PBAs (a partir de 2006), onde são apresentados alguns níveis de classificação dos corpos hídricos, contemplando a Resolução do Conama n° 357, de 17 de março de 2005⁹³.

A cada época são levantados diferentes parâmetros dependendo da situação do cronograma do empreendimento, entretanto há uma constância em alguns parâmetros. As variáveis regulares são: Cor, Turbidez, pH, Nitrito, Nitrato e Nitrogênio Amoniacal, Oxigênio Dissolvido – OD, Oxigênio Consumido, Fósforo Total e Ferro Total. Lembrando que o índice de qualidade da água – IQA⁹⁴ é composto de nove parâmetros: Oxigênio Dissolvido – OD, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, Coliformes Fecais, Temperatura da Água, pH, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais e Turbidez. Todos estes dados foram coletados respeitando a existência da CGH Mambai⁹⁵, neste sentido as coletas ocorreram em quatro pontos distintos: I) a 500m à jusante do reservatório; II) no eixo do reservatório; III) no reservatório; e IV) a 500m à montante do reservatório.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: Cor e Turbidez, medidas a aproximadamente 500 m à jusante do reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Turbidez	5	40	100	100
Cor aparente	27	CNC	75	75

Quadro 31: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, à 500m a jusante do reservatório CGH Mambai. Fonte: Relatório Ambiental Simplificado, CTE Engenharia, 2002.

⁹³ Após a implementação da Lei n° 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, são desenvolvidas estruturas e normas de conduta e as suas atribuições relativas ao gerenciamento dos recursos hídricos. Tal fato conferiu à Política de Recursos Hídricos novos órgãos e entidades relacionados à gestão do recurso, possibilitando a sua descentralização e a criação de novos instrumentos de Lei para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos (GRANZIERA, 2003).

⁹⁴ O Índice de Qualidade da Água – IQA foi proposto em 1965 para a ORSANCO – Ohio River Valley Water Sanitation Commission por Horton (1965). Desta época o pesquisador selecionou oito variáveis que serviriam de base para a estimativa do índice e posteriormente, para determinação do fator peso de avaliação para cada uma delas. Após a divulgação do índice por Horton (1965), diversos autores têm desenvolvido IQAs, utilizando diferentes métodos e variáveis. No Brasil, a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB utiliza, desde 1975, o Índice de Qualidade das Águas – IQA, com vistas a servir de informação básica de qualidade da água para o público em geral, bem como para o gerenciamento ambiental, sendo as variáveis consideradas pela Companhia: Coliformes Fecais, pH, DBO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Temperatura Turbidez, Sólidos Totais e Oxigênio Dissolvido (ALMEIDA, 2006, p.22).

⁹⁵ Na mesma localidade estudada está instalada uma pequena central hidrelétrica de propriedade da CELG, CGH Mambai, com capacidade de geração de 0,35 MW. O consórcio responsável pelo empreendimento da PCH Mambai II repassará a CELG estes 0,35 MW de energia produzida e o restante será destinado ao MRE.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: Cor e Turbidez, medidas a aproximadamente 500 m à jusante do reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Turbidez	9	40	100	100
Cor aparente	79	CNC	75	75

Quadro 32: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, à 500m a jusante do reservatório CGH Mambai. Fonte: PBA - Programa Básico Ambiental, CTE Engenharia, março, 2007.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: Cor e Turbidez, medidas no eixo do reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Turbidez	3	40	100	100
Cor aparente	20	CNC	75	75

Quadro 33: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, no eixo do reservatório CGH Mambai. Fonte: RAS - Relatório Ambiental Simplificado, CTE Engenharia, 2002.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: Cor e Turbidez, medidas no eixo do reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Turbidez	28	40	100	100
Cor aparente	142	CNC	75	75

Quadro 34: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, no eixo do reservatório CGH Mambai. Fonte: PBA - Programa Básico Ambiental, CTE Engenharia, março, 2007.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: Cor e Turbidez, medidas no reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Turbidez	0	40	100	100
Cor aparente	7	CNC	75	75

Quadro 35: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, no reservatório CGH Mambai. Fonte: RAS - Relatório Ambiental Simplificado, CTE Engenharia, 2002.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: Cor e Turbidez, medidas no reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Turbidez	47	40	100	100
Cor aparente	221	CNC	75	75

Quadro 36: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, no reservatório CGH Mambai.
Fonte: PBA - Programa Básico Ambiental, CTE Engenharia, março, 2007.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: Cor e Turbidez, medidas a aproximadamente 500 m à montante do reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Turbidez	2	40	100	100
Cor aparente	16	CNC	75	75

Quadro 37: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, à 500m a montante do reservatório CGH Mambai.
Fonte: RAS - Relatório Ambiental Simplificado, CTE Engenharia, 2002.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: Cor e Turbidez, medidas a aproximadamente 500 m à montante do reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Turbidez	83	40	100	100
Cor aparente	338	CNC	75	75

Quadro 38: Parâmetros da qualidade da água: cor e turbidez, à 500m a montante do reservatório CGH Mambai.
Fonte: PBA - Programa Básico Ambiental, CTE Engenharia, março, 2007.

A partir dos parâmetros Cor e Turbidez fica evidente as transformações ocorridas no meio físico do rio Corrente, principalmente à montante da barragem, onde os dados estão acima do valor máximo permitido pela Resolução do Conama n° 357/05, alterando assim, a classificação do corpo d'água.

A variável Turbidez verifica a presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas. A variável Cor resulta da existência, na água, de substâncias em solução, pode ser causada pelo ferro ou manganês, pela decomposição da matéria orgânica da água (principalmente vegetais), pelas algas ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos (ALMEIDA, 2006).

Essa alteração significativa à montante da barragem dá-se pela existência de uma área já alagada e antropizada, que da construção da nova barragem, o deplecionamento de suas águas tornou-se menor e conseqüentemente houve um aumento na quantidade de matéria orgânica presente no reservatório. Tal dado pode ser percebido pelo aumento dos parâmetros Fósforo Total, tal variável pode ser entendida como uma medida potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como agente causador do processo. O Fósforo é um fator limitante dos sistemas aquáticos impedindo e/ou proliferando organismos indesejados. Entretanto estes dados não são totalmente conclusivos, pois o início do funcionamento da PCH Mambaí II com um deplecionamento diário de 1,0m pode alterar a situação do reservatório, diminuindo os níveis de nutrientes presentes, apesar de não haver mais uma ambiente lótico⁹⁶.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: fósforo total medido a aproximadamente 500 m à jusante do reservatório da UHE Mambaí				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Fósforo total (mg/l P)	0,5	0,025	0,025	0,025

Quadro 39: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, à 500m a jusante do reservatório CGH Mambaí. Fonte: RAS - Relatório Ambiental Simplificado, CTE Engenharia, 2002.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: fósforo total medido a aproximadamente 500 m à jusante do reservatório da UHE Mambaí				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Fósforo total (mg/l P)	34	0,025	0,025	0,025

Quadro 40: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, à 500m a jusante do reservatório CGH Mambaí. Fonte: PBA - Programa Básico Ambiental, CTE Engenharia, março, 2007.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: fósforo total medido no eixo do reservatório da UHE Mambaí				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Fósforo total (mg/l P)	0,84	0,025	0,025	0,025

Quadro 41: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, no eixo do reservatório CGH Mambaí. Fonte: RAS - Relatório Ambiental Simplificado, CTE Engenharia, 2002.

⁹⁶ Ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes (Resolução do CONAMA n°357/2005).

Valor dos parâmetros de qualidade da água: fósforo total medido no eixo do reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Fósforo total (mg/l P)	33,2	0,025	0,025	0,025

Quadro 42: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, no eixo do reservatório CGH Mambai.
Fonte: PBA - Programa Básico Ambiental, CTE Engenharia, março, 2007.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: fósforo total medido no reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Fósforo total (mg/l P)	0,6	0,025	0,025	0,025

Quadro 43: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, no reservatório CGH Mambai.
Fonte: RAS - Relatório Ambiental Simplificado, CTE Engenharia, 2002.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: fósforo total medido no reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Fósforo total (mg/l P)	32,5	0,025	0,025	0,025

Quadro 44: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, no reservatório CGH Mambai.
Fonte: PBA - Programa Básico Ambiental, CTE Engenharia, março, 2007.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: fósforo total medido a aproximadamente 500 m à montante do reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Fósforo total (mg/l P)	0,6	0,025	0,025	0,025

Quadro 45: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, à 500m a jusante do reservatório CGH Mambai.
Fonte: RAS - Relatório Ambiental Simplificado, CTE Engenharia, 2002.

Valor dos parâmetros de qualidade da água: fósforo total medido a aproximadamente 500 m à montante do reservatório da UHE Mambai				
Parâmetro	Valor medido	Valor máximo permitido		
		Classe I	Classe II	Classe III
Fósforo total (mg/l P)	34,5	0,025	0,025	0,025

Quadro 46: Parâmetros da qualidade da água: fósforo total, à 500m a jusante do reservatório CGH Mambai. Fonte: PBA - Programa Básico Ambiental, CTE Engenharia, março, 2007.

A partir dos dados acima e de sua publicação nos Programas Básicos Ambientais – PBAs é possível monitorar as alterações do regime hídrico local. Isso serve de base, principalmente, como indutor de comunicação com a comunidade residente próxima às margens rio, alertando-os de possíveis alterações da qualidade da água a jusante da barragem. Os usos consuntivos de maior volume na região da sub-bacia do rio Corrente e que podem entrar em conflito com o uso para energia elétrica são: a agricultura, o consumo humano, a dessedentação de animais e a diluição de efluentes.

Segundo Von Sperling (1996), há uma grande amplitude de faixas propostas por diversos autores que utilizam a concentração de fósforo como medida para a apresentação dos graus de trofia em lagos e represas. Em lagos tropicais a quantificação é mais difícil, pois estes corpos d'água apresentam uma maior capacidade de assimilação de fósforo do que corpos d'água em climas temperados. Uma interpretação da síntese relatada por Von Sperling pode ser apresentada no Quadro 47, em termos da concentração de Fósforo Total.

Classe de trofia	Concentração de fósforo total na represa (mg/m³)
Ultraoligotrófico	< 5
Oligotrófico	< 10 - 20
Mesotrófico	10 - 50
Eutrófico	25 - 100
Hipereutrófico	> 100

Quadro 47: Faixas aproximadas de valores de fósforo total para os principais graus de trofia. Fonte: Von Sperling, 1996, p.157.

A região do alto Corrente apresenta pequena profundidade, diversas quedas d'água e elevada hidrodinâmica, o que facilita a diluição dos efluentes. Mas à medida que o volume de água aumenta em função da descarga de seus tributários, o rio torna-se caudaloso e com menor hidrodinâmica. A construção de PCHs em cascata como previsto, irá alterar o regime hídrico de suas águas e contribuirá no surgimento de conflitos por usos múltiplos, configuração apresentada na modelagem.

Usinas	Volume do Reservatório (hm ³)	Vazão Média (m ³ /seg)
PCH Mambaí II	5,72 x 10 ⁶	12,10
PCH Vidal	28,50 x 10 ⁶	17,20
PCH Vermelho I	24,65 x 10 ⁶	47,20
PCH Alvorada	19,60 x 10 ⁶	54,30

Quadro 48: Volume dos reservatórios do rio Corrente e suas vazões médias.
Fonte: CTE Engenharia, 2007.

A geração de energia elétrica é considerada um uso não-consuntivo, no entanto a construção de barragens está associada à regularização das vazões, evaporação da água dos reservatórios e alterações do meio físico (ANEEL/ANA, 2002). Há também associação a riscos decorrentes de sua construção que está vinculada a incertezas de rupturas nas diversas fases de vida de uma barragem (MENESCAL, *et al.*, 2001, p.14). A possibilidade de um rompimento de alguma das barragens previstas poderia acarretar danos irreparáveis ao meio ambiente⁹⁷.

Na localidade estudada, região do alto Corrente, não há presença significativa de ictiofauna. A simplificação da comunidade de peixes, per se, constata que a população residente local não depende da alimentação vinda dos recursos pesqueiros. Entretanto, a água é necessária para os outros meios produtivos locais, principalmente a agropecuária.

⁹⁷ Vide o exemplo do rompimento da barragem da UHE Espora, sudoeste do estado de Goiás, no rio Corrente, entre os municípios de Aporé e Serranópolis. A UHE Espora, com potência de 32 MW e área do reservatório com 31 Km², rompeu no dia 30/01/2008, deixando um rastro de destruição de mais de 140 Km de extensão, com 80 propriedades rurais destruídas, matas ciliares, uma RPPN e seis pontes (Oliveira, O Popular, 09/02/2008, p.03). Em uma tese de doutorado de Alves (2005), são apresentados diversos problemas socioambientais relativos à esta UHE, que foi executada negligenciando o EIA/RIMA e o estudo do conjunto da bacia hidrográfica.

Durante as visitas realizadas nas fazendas à montante da barragem, foi curioso notar que alguns fazendeiros estavam ansiosos com o término da obra para enfim completar o enchimento do reservatório, pois assim cota do rio atingirá um nível mais alto e conseqüentemente, o gado não terá dificuldade em dessedentar, já que o rio Corrente percorre um canyon de difícil acesso até sua margem.

No trabalho modelizado foi possível interagir os diversos componentes e parâmetros utilizados. Como os modelos são ferramentas, e, portanto não solucionam os problemas. Todavia oferecem a possibilidade de se compreender melhor os sistemas, permitindo que se formule discussões sobre os mesmos. Permite, também, gerar alternativas e cenários, avaliando as decisões que irão tomar os atores sociais envolvidos com relação ao manejo dos recursos naturais (EXTER, 2004).

	
<p>Foto 3: Comporta de fundo da barragem - manutenção da vazão do rio Corrente Fonte própria da autora, 09/10/2007</p>	<p>Foto 4: Dispositivo para manutenção da vazão – remanescente com 0,5 m³/s Fonte própria da autora, 04/03/2008.</p>

Assim, os conflitos apresentados na estrutura Recursos Hídricos, não possuem nenhuma assertiva quanto à sua solução. Pelo modelo apresentado haverá diversos conflitos pelo uso da água a partir da diminuição de sua vazão: irrigação, dessedentação de animais, consumo humano, consumo industrial, geração de energia. Neste caso será necessária uma formulação de propostas a fim de implementar o gerenciamento da bacia hidrográfica com vista à

otimização dos benefícios dos recursos hídricos com relação ao meio ambiente e com o sistema que o compõem.

A questão de ter usinas em cascata num mesmo rio e pertencentes ao mesmo empreendedor é uma questão estratégica de suma importância para o controle das vazões entre os barramentos e as concorrências entre os usos múltiplos da sub-bacia hidrográfica do estudo. Neste caso tem-se que os empreendedores serão os responsáveis pelas vazões do rio Corrente e não mais o processo natural de cheias e vazante. Nesta situação a gestão integrada dos recursos hídricos torna-se uma ferramenta imprescindível para o controle de situações de conflito entre os usos consuntivos e a geração de energia elétrica.

3.3.7 Uso do Solo

A região da sub-bacia do rio Corrente é caracterizada por locais de grande beleza cênica, devido a sua formação geomorfológica pontuada pela formação Serra Geral atrelado ao relativo isolamento característico, com baixa antropização. A característica marcante local é o Subsistema de Cerrado, que associado à geologia, que inclui os aquíferos Bambuí, Urucuaia e a formação Três Marias, insere neste cenário extensos chapadões e diversas grutas.

Estes dados acima associados à baixa fertilidade natural dos Cerrados, evidenciado por latossolos e arenitos, e a uma produção agropecuária crescente, está sempre em busca por novas áreas de produção. Nos municípios que fazem fronteiras com Minas Gerais e Bahia, é possível perceber através de fotos aéreas, o crescimento de áreas desmatadas para a produção de grãos e cana-de-açúcar, além da criação de rebanhos de corte (CTE, 2007).

A questão da inacessibilidade local permite aos proprietários rurais o não cumprimento das legislações pertinentes quanto às áreas de proteção permanente de suas terras. Para o código Florestal, a área de preservação permanente é aquela “protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar os

recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas⁹⁸”.

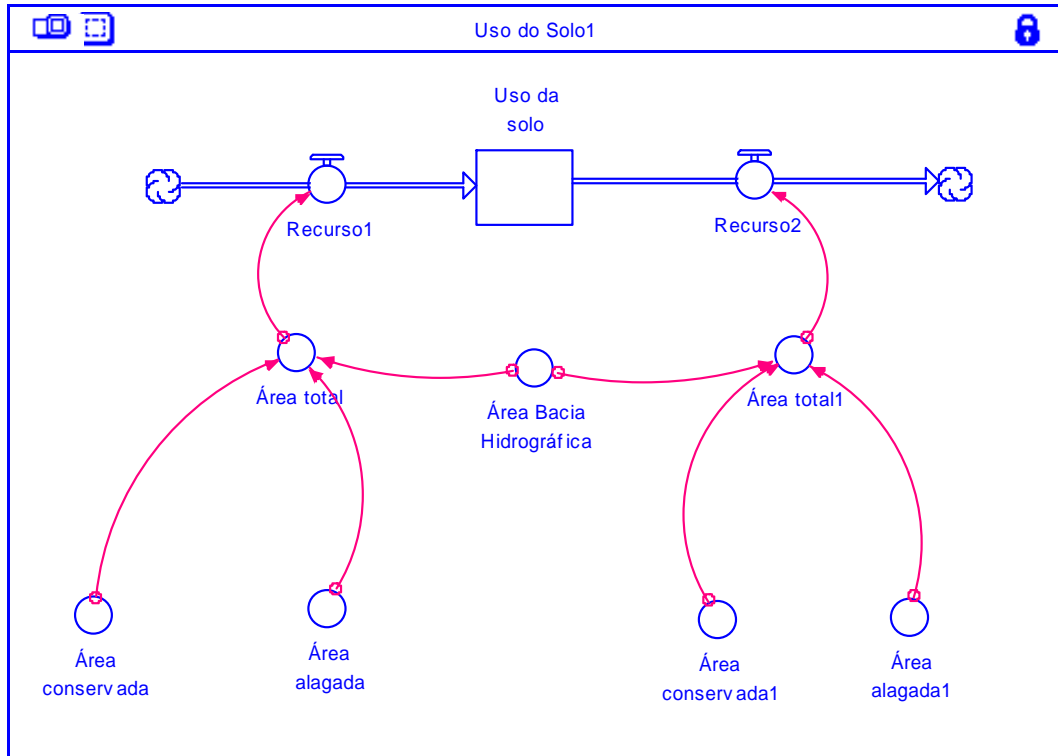


Figura 16: Uso do Solo
Fonte: própria da autora, 2008.

A apresentação do modelo não contempla a área de produção pecuária por não haver dados relativos a este setor após o ano de 2000 nos principais centros de informação: IBGE, IPEA, SEPIN-GO e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. As áreas agrícolas são contabilizadas seguindo o fator de crescimento dos últimos sete anos, de 2000 a 2006.

As taxas de variação da área de produção agrícola dos municípios acima percorrem uma faixa entre 4,1% a 17,4%, com o município de Simolândia com a menor taxa e o município de Mambá com a maior taxa de variação. Em comparação com as áreas dos municípios do estudo, os meios produtivos locais ainda não concorrem com a produção de energia elétrica, já que a área dos reservatórios é pequena se comparado a outros usos. Essa situação é também

⁹⁸ *Apud* Milaré (2005, p.360).

demonstrada no modelo, lembrando que o uso da área de pecuária não entra nesta situação proposta.

As áreas onde estão implantadas as usinas e as futuras áreas das usinas em projeto, viabilidade, inventário são propriedades privadas, pertencentes aos empreendedores e relativamente de pequena extensão. A área onde está inserida a PCH Mambai II, pertence ao Consórcio Rio Corrente S/A, com área total de 42 Km². No entanto, a questão da extensão da área não é relevante do ponto de vista da existência de recursos naturais.

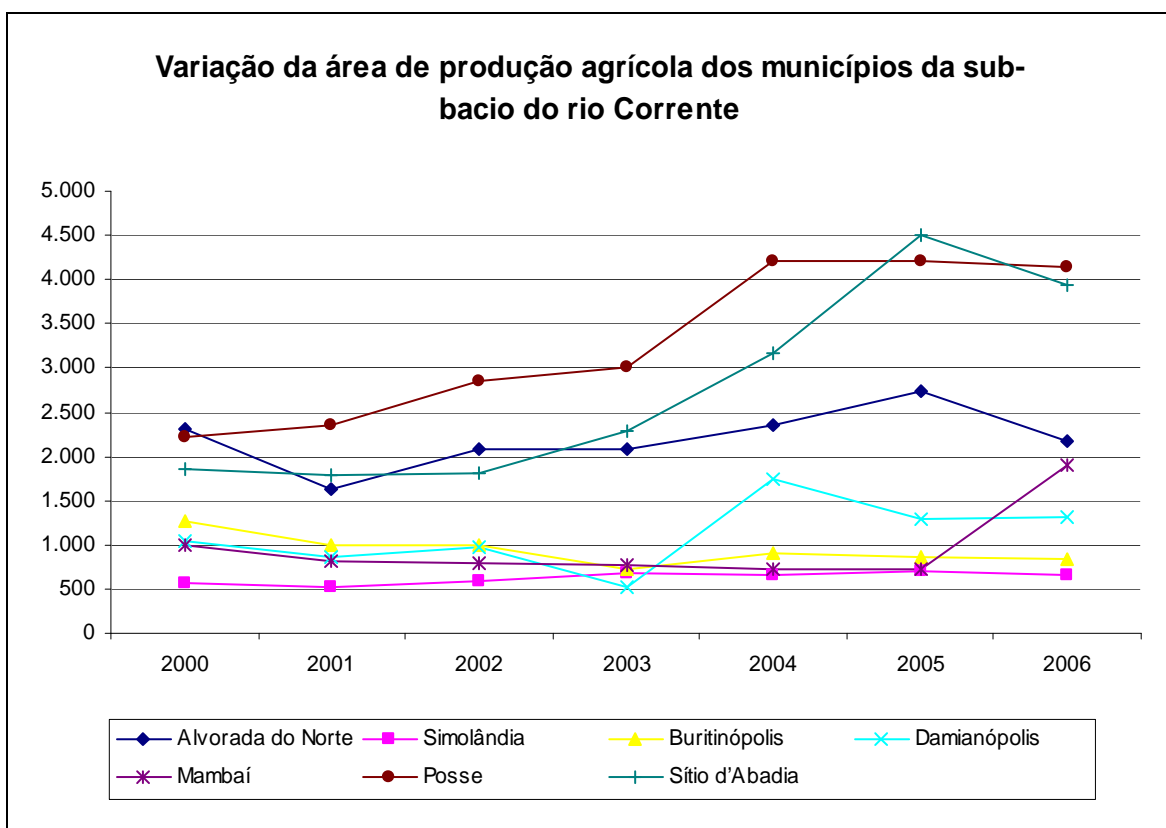


Gráfico 15: Variação da área de produção agrícola dos municípios da sub-bacia do rio Corrente.
Fonte: SEPIN-GO, formulação próprio da autora, 2008.

Pequenas áreas podem ter um grande número de espécies dependendo dos graus de especialização desta área. No caso dos Cerrados, como este não é uma unidade homogênea, mas apresenta uma série de biomas diversificados entre si, no qual é possível subdividi-lo em outros subsistemas. Dessa forma, não há como atribuir em que uma pequena área não tenha espécies únicas do Cerrado, assim como, grandes áreas tenham somente alta relevância.

No Relatório Ambiental Simplificado (RAS, 2002) já apresentava a questão dos recursos naturais como um ponto a ser trabalhado. Apesar de ser uma região relativamente de

baixa antropização, fator que propicia a constituição de vida silvestre, as áreas florestadas não encontram-se mais completamente conservadas, e seus corredores ecológicos, também, já não são contínuos.

Este aspecto não foi abordado no modelo onde a construção das PCHs poderia caracterizar como uma descontinuidade dos corredores ecológicos na dispersão das espécies, pois a suas construções irão afetar estas áreas de difícil acesso e suas áreas periféricas. Este já é o caso da PCH Mambaí II, entretanto, não houve interferência sobre a cachoeira à jusante da barragem. Esta queda d'água possui refúgios naturais para a reprodução das espécies através de uma pequena gruta localizada na parte anterior ao véu d'água.

Usinas	Vegetada (ha)	Sub-vegetada (ha)
PCH Mambaí II	0,36	12,12
PCH Vidal	1,44	47,12
PCH Vermelho I	1,89	51,03
PCH Alvorada	0,70	65,00

Quadro 49: Perda da cobertura florestal por sub-área das usinas do rio Corrente.
Fonte: CTE Engenharia, 2007.

Usinas	Afetada (ha)	Sub-afetada (ha)
PCH Mambaí II	3,70	9,20
PCH Vidal	20,20	47,00
PCH Vermelho I	21,30	41,00
PCH Alvorada	20,90	53,00

Quadro 50: Perda de vegetação marginal das usinas do rio Corrente.
Fonte: CTE Engenharia, 2007.

Nas PCHs do estudo os empreendedores previram áreas de proteção permanente. Para as PCHs Santa Edwiges I e II tal determinação deve-se ao fato de pertencerem ao MDL e terem como um de seus atributos a questão do desenvolvimento sustentável. Para as PCHs Mambaí II e Santa Edwiges III, pertencentes ao PROINFA, tais condicionantes fazem partes das determinações do Programa.

As atividades produtivas locais como a pecuária e agricultura são ainda mais evasivas quanto à questão dos recursos naturais. A definição dos Cerrados como fronteira agrícola relacionada diretamente com políticas públicas (governamentais ou não) tendo como meta o desenvolvimento econômico como o papel mais importante, é o dilema entre a ocupação e a utilização dos Cerrados e a preservação ambiental (ABROMAVAY, 1999).

Questões como a desertificação em áreas de solos areno-quartzosos, aumento da resistência das pragas a agrotóxicos, perda de nutrientes do solo, conseqüentemente, utilização de maiores quantidades de fertilizantes, surgimento de erosões, ravinas⁹⁹ e voçorocas¹⁰⁰, perda de produtividade associada a áreas pouco especializadas na cultura de grãos. Isso tudo contribui para uma contaminação do solo, do lençol freático, aquíferos e conseqüentemente dos recursos hídricos.

A caracterização da estrutura “Uso do Solo” foi simplista na consideração de apenas da variável “área”, uma vez que havia uma grande quantidade de dados secundários disponíveis no RAS e na SEPIN. Entretanto, as aplicações de diversas variáveis provocaram inconsistência durante a modelagem. Destarte, uma simplificação maior foi necessária, mesmo assim foi possível perceber o conflito existente dentro desta estrutura.

O não deslocamento de pessoas e dos meios produtivos associados à compra de terras dos empreendimentos garantiram a inexistência de conflitos entre as áreas das PCHs, às áreas de expansão agropecuárias e a problemática social pelo deslocamento de pessoas. Os impactos estão relacionados aos corredores ecológicos e a migração dos fluxos gênicos entre espécies. Entretanto, a sub-bacia do rio Corrente já apresenta diversas áreas antropizadas o que já dificultava estas rotas de migração.

As áreas de expansão agropecuária motivadas pelo crescimento socioeconômico são onde residem os principais conflitos desta estrutura. Esta expansão leva a uma redução das áreas dos ecossistemas e dos habitats presente na localidade, refletindo diretamente em perdas ambientais. Entretanto, desta perda de terras naturais e da oferta de energia local trazida pela

⁹⁹ As ravinas são erosões profundas, com seções em “V”, com processo superficial (BACELLAR, 2006).

¹⁰⁰ As voçorocas são erosões profundas, com seções em “U”, com processo superficial e subsuperficial (BACELLAR, 2006).

construção das pequenas centrais hidrelétricas, há um crescimento das áreas de expansão agrícola e pecuária que refletem positivamente no meio social da região, levando a um crescimento econômico e de renda da população local.

Este crescimento influi diretamente na qualidade e quantidade de água presente na região, vindo a formar mais um conflito de recursos hídricos, uma vez que o crescimento econômico impulsiona a um maior uso da água em todos os setores, inclusive o residencial. Além de aumentar a demanda de diluição de efluentes dos rios presentes na sub-bacia.

Da constatação desta problemática associada à perda de ambientes naturais versus crescimento socioeconômico se faz necessário uma discussão a fim de encontrar alternativas sobre os conflitos existentes na estrutura “Uso do Solo”. Neste caso, há uma particularidade positiva, uma vez que não há o deslocamento de população atingida por barragem, o que diminui significativamente os possíveis conflitos pelo uso da terra.

3.4 ESTUDO DA TENDÊNCIA MODELIZADA

Apesar do modelo demonstrado ser simples dentro de suas estruturas com variáveis de estoques, fluxos e constantes, as proposições que o compõem permitem compreender comportamentos complexos e sutis que são difíceis de prever dentro de um sistema dinâmico (SIMONOVIC, 2002, p.09). As estruturas isoladas poderiam apresentar dentro de seu contexto, uma visão de sustentabilidade da construção de pequenas centrais hidrelétricas sem os conflitos e as flutuações integradas às outras estruturas e variáveis presentes no modelo.

A simulação de cenários inicia-se na determinação de valores associados às taxas e os afluxos e efluxos, que podem crescer ou decrescer, possibilitando um livre caminho do comportamento dos estoques e das estruturas (LOW, 1999, p.241). Seguindo esta configuração, a modelagem permite a visão real da estrutura e as possibilidades de traçar metas de gestão que busca uma sustentabilidade do sistema estudado. Tal situação só é possível uma vez que se conhecem os conflitos que irão surgir e as flutuações do sistema a partir destes dados.

A divisão do modelo em cinco estruturas permitiu a visualização de aspectos positivos, neutros e negativos, dependendo da situação que se direciona. Da configuração proposta no

modelo, estas são as implicações provocadas da construção das sete pequenas centrais hidrelétricas na sub-bacia do rio Corrente.

O modelo apresentado é adimensional para que não haja inconsistência de dados dentro do modelo, uma vez que as variáveis utilizadas são diversas e de diferentes escalas de grandeza. Grande parte das variáveis de afluxo, efluxo e constantes estão interligadas dentro de simulações matemáticas, onde as variáveis e as grandezas podem tornar-se incompatíveis e inconsistentes. Para o gráfico abaixo cada assíntota representa a configuração isolada de cada estrutura apresentada, mas que possuem conexões entre todas as estruturas. A representação gráfica do software Stella apresenta cada assíntota de forma isolada ou juntas como nesta simulação. Dessa forma são respeitadas as grandezas individuais de cada estrutura e a sua tendência. Os modelos são representações de uma determinada situação que se pretende estudar os prováveis conflitos. Pequenas alterações dos dados ou das interconexões propostas alteram a configuração final e os seus resultados numéricos. Para o estudo de caso proposto tem-se a configuração abaixo e suas análises.

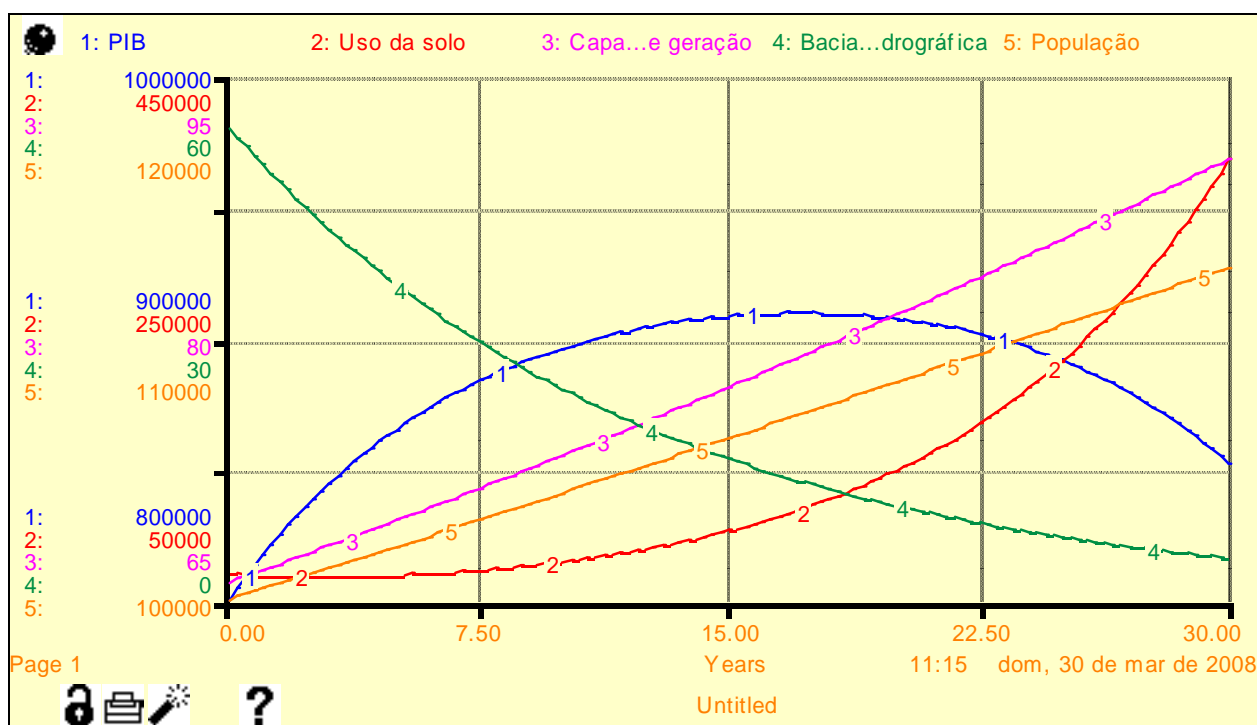


Figura 17: Implicações da construção de pequenas centrais hidrelétricas nos municípios da sub-bacia do rio Corrente.

Fonte: própria da autora, 2008.

3.4.1 Fluxo Populacional

Conforme a Figura 17 apresentada acima e a configuração da estrutura modelada, o cenário futuro do fluxo populacional apresenta um crescimento positivo da população, ou seja, um cenário com constantes retroações positivas, onde não foram consideradas as flutuações provocadas pela migração dos indivíduos a partir de determinados cenários de crescimento e decréscimo dos meios produtivos. Neste caso, a população cresce a uma taxa de 0,42% ao ano, média dos anos de 1991 a 2007. Temos assim um crescimento contínuo, não associado diretamente às variações do setor econômico e a saída da população em busca de outras oportunidades como estudo e trabalho.

Os índices de desenvolvimento humano comprovam que a localidade tem gradualmente se desenvolvido. Este desenvolvimento está atrelado a diversos fatores: incentivos de programas governamentais a partir de complementação de renda à população carente; impulso provocado pelo estabelecimento da região como nova fronteira agrícola do estado de Goiás; fortalecimento da pecuária com fazendas de confinamento e exportação de carnes para o mercado interno e externo; aumento da arrecadação de impostos provocados pela dinamização do setor primário e pela introdução de empreendimentos estruturantes de energia e transportes.

Apesar de todo este incremento positivo nos índices de renda e escolaridade, na região da sub-bacia do rio Corrente a questão de saúde pública é ainda um gargalo que necessita ser solucionado. Fatores como saneamento básico e leitos hospitalares estão aquém do ritmo de crescimento local. Entretanto, tal configuração não foi abordada no modelo, mas discutida dentro da dissertação.

3.4.2 Recursos Hídricos

Segundo a configuração apresentada no modelo e a Figura 17 acima apresentada, a quantidade de água disponível para uma população crescente na região será cada vez menor. Na região do estudo de caso, a disponibilidade hídrica da sub-bacia do rio Corrente é de 54,20 m³/seg, no ponto de captação em Alvorada do Norte (ANA, 2000).

Com o passar dos anos tem-se que as retroações serão sempre positivas para o consumo dos recursos hídricos, seguindo proporcionalmente o crescimento socioeconômico da região aliado ao crescimento das áreas de produção agrícola. O somatório destes fatores faz com que a disponibilidade de recursos hídricos para os usos múltiplos diminua proporcionalmente ao crescimento destas variáveis. Associado à diminuição da quantidade da água há também a questão da qualidade dos recursos hídricos que podem tornar-se cada vez mais eutrofizados à medida que as emissões de efluentes não tratados aumentem, agregado ao uso constante de insumos químicos na produção agrícola.

Partindo desta proposição, tem-se que os conflitos pelo uso dos recursos hídricos podem advir do crescimento populacional e econômico, uma vez que isso pode levar ao desencadeamento de diversos processos de impacto negativo do meio ambiente.

Segundo Abramovay (1999, p.08) a continuidade da agropecuária extensiva e intensiva nos Cerrados pode configurar num esgotamento dos recursos naturais presente neste ecossistema. O fato é que a dependência crescente em insumos químicos e irrigação constituem numa ameaça não só ao ecossistema como um todo, mas à própria continuidade as explorações agropecuárias.

Segundo Christofidis (2001, p.142), no Brasil considerando-se os volumes de água derivados dos mananciais para os principais usos consuntivos, os indicadores são de: 61% para uso agrícola, 18% para o industrial e 21% para o consumo humano. Na região do estudo de caso onde não há um setor industrial formado, grande parte do volume de água consumida é para uso agrícola: irrigação e dessedentação de animais.

Considerando o nordeste goiano como nova área de expansão agrícola do estado de Goiás com a chegada de culturas em escala como a soja, sorgo, arroz, milho e cana-de-açúcar, o uso de insumos químicos é crescente, e com isso há uma diminuição da resiliência dos recursos hídricos dos Cerrados, tornando o sistema mais frágil e menos adaptado às condições ambientais normais.

Outro aspecto é o forte apelo à irrigação destas culturas, uma vez que o mercado é crescente e nos períodos de seca característicos dos Cerrados fazem que tal prática seja utilizada principalmente nesta época. Segundo dados da SEPIN (2007), a área total irrigada no

estado de Goiás é de 198 mil hectares, dos quais, 145.600 hectares sob pivôs. O consumo de energia elétrica só pelos irrigantes de Goiás cresceu mais de 115% e o consumo de água necessário ultrapassou 3,5 bilhões de litros de água/dia, consumo maior que a capital do estado de Goiás, Goiânia.

Para Barbosa (1999), o Cerrado é o alimentador das bacias hidrográficas brasileiras, principalmente devido à quantidade de aquíferos presentes no subsolo deste bioma. No mesmo artigo, o autor pontua sobre o uso inadequado do solo com a ocupação dos chapadões de forma mais intensa, que trouxe como consequência a retirada da cobertura vegetal, sua substituição por vegetações temporárias de raiz subsuperficial insuficiente para reabastecer os aquíferos e conseqüentemente passa a caracterizar como uma possível (in) disponibilidade hídrica.

Assim, tem-se a necessidade de uma proposta de gestão para o uso dos recursos hídricos, a partir da formação e consolidação do comitê de bacia¹⁰¹ Araguaia-Tocantins, com vistas à otimização dos benefícios da gestão e de sua operação em relação ao meio ambiente, e vice-versa, mantendo como foco o desenvolvimento a partir do uso dos recursos hídricos para a geração de eletricidade, irrigação, consumo humano, industrial, pesca e recreação (ANEEL/ANA, 2002).

3.4.3 Uso do Solo

O uso do solo é diretamente ligado aos recursos hídricos e aos fatores econômicos, uma vez que seu uso ou sua manutenção está ligado aos afluxos e efluxos destas estruturas. Tem-se que, quanto maior o crescimento econômico atrelado ao crescimento populacional, maior são os usos dos bens naturais, e conseqüentemente deriva num desequilíbrio do sistema em questão.

¹⁰¹ Já existe um Comitê de Bacias Araguaia-Tocantins, mas ainda está em consolidação já que seus trabalhos iniciaram efetivamente em agosto de 2007. A data de criação do comitê foi em 31/05/2006 em Brasília. O trabalho inicial consiste na revitalização da bacia Araguaia-Tocantins a partir da montagem de um banco de dados dos principais órgãos governamentais envolvidos no projeto e seus respectivos estados: Goiás, Distrito Federal, Tocantins, Pará, Mato Grosso e Maranhão (SEMARH, 2007).

Conforme a Figura 17 acima apresentada, da diminuição dos insumos referentes às arrecadações que dinamizaram a economia local, é apresentado na modelagem que na medida que estas entradas de arrecadações das pequenas centrais hidrelétricas tendem a diminuir, as saídas tornam-se maiores dentro do uso do solo, como uma tendência para a continuidade do crescimento econômico aliado ao crescimento populacional constante, ou seja, as retroações neste caso serão também sempre positivas, mas com uma tendência que se mostra pequena no início da construção do cenário e com sua alteração de fluxos, torna-se acentuado.

Baseado nas constatações acima e associado à predisposição natural do nordeste goiano que é a pecuária extensiva em grandes áreas de cerrado, com o gado alimentando-se tanto de gramíneas natural deste ecossistema, assim como de gramíneas exóticas como a braquiária, tem-se uma configuração de crescimento exponencial da produção pecuária com o foco em gado de corte, onde as áreas deste tipo de manejo tendem a aumentar. Segundo Abramovay (1999), é fundamental a adoção de formas adequadas de manejo do solo, já que pelo menos 80% das pastagens plantadas nos Cerrados brasileiros apresentam algum tipo de degradação. Isso influi consideravelmente na produtividade do rebanho.

Em situações de degradação de pastagens, os solos podem apresentar sinais de desertificação, sobretudo em solos areno-quartzosos, povoados por cupinzeiros e tomados por plantas infestantes como o assa-peixe, o capim amargoso e a vassourinha. Ravinas e voçorocas começam a fazer parte desta paisagem, já que há escassez de forragens naturais. Áreas de pastos se estendem até as matas de galerias, veredas e covais, afetando o sistema hídrico dos Cerrados. Em algumas regiões, pode-se observar o secamento de riachos e ribeirões no período das secas, o que tem levado muitos pecuaristas ao recurso da construção de açudes de reserva de água (SHIKI, 1997, p.149).

Nas áreas de lavoura, os impactos têm-se mostrado menores, principalmente pela adoção do plantio direto. Entretanto, no nordeste goiano prevalecem práticas agrícolas aos quais os impactos mostram-se desfavoráveis como o uso do “correntão” e da queimada das áreas naturais. Compreende-se que o Cerrado é uma “floresta de cabeça para baixo”, com estrutura radicular espessa, às vezes, a mais de 20 metros de profundidade e de possuir a maior parte de sua biomassa subterrânea (GOMES, 2003). Por isso, os desmatamentos destas áreas compreendem ao uso de espessas correntes amarradas em tratores que vão arrancando sua vegetação profunda, o “correntão”. Além disso, as queimadas facilitam este processo.

Com a simplificação do ambiente natural, necessária à produção de grãos em larga escala, tem levado ao aumento da resistência de pragas e doenças e, portanto ao uso crescente de doses de agrotóxicos. Isso provoca uma contaminação dos solos e, por conseguinte das águas. Além disso, a não observância dos tempos de pousio faz com que os rendimentos de produtividade decaiam rapidamente ao uso crescente da agricultura.

Segundo Abramovay (1999) a estratégia de conservação do uso do solo dos Cerrados a partir do desenvolvimento agrícola sustentável são metas práticas de se conseguir. A principal premissa para a implantação de uma estratégia que transforme a preservação ambiental em vantagem e não em ônus, é que os Cerrados deixem de ser vistos como fronteira cuja vocação central é a produção de *commodities* (produtos agrícolas, como arroz, soja, carne) e passem a ser valorizados pela riqueza do seu ecossistema.

Os Cerrados possuem uma tripla vocação: áreas para agricultura e pecuária; no aproveitamento das riquezas naturais a partir de sua vegetação e recursos hídricos; e na manutenção das áreas naturais para a preservação do seu ecossistema. É fundamental trabalhar com o estímulo à rotação de lavoura e pecuária, aliada com a preservação ambiental no aproveitamento econômico destes recursos seja no consumo direto através da alimentação, seja na fabricação de fármacos, através de plantas medicinais já conhecida a partir dos costumes tradicionais e outras que podem ser pesquisadas. Além é claro de se preservar um dos *hospots* mundiais de biodiversidade que concentra um terço da biodiversidade nacional e 5% da flora e fauna mundial (KLINK & MACHADO, 2005 *apud* MYERS *et al.*, 2000; SILVA & BATES, 2002). Há pelo menos 137 espécies de animais que ocorrem no Cerrado que estão ameaçadas de extinção (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2003; HILTON-TAYLOR, 2004) em função da grande expansão da agricultura e intensa exploração local de produtos nativos.

Estas atividades acima descritas podem ser tratadas em consonância e não apenas na apropriação do uso do solo para fomentar o crescimento socioeconômico como apresentado no modelo.

3.4.4 Setor econômico

Conforme a Figura 17 apresentada acima e a estrutura da modelagem apresentada, tem-se que o PIB nos primeiros 15 anos é fortemente ativado pela entrada de impostos dos empreendimentos hidrelétricos. O cenário desenhado estima que em dez anos todas as PCHs previstas para a sub-bacia do rio Corrente estarão construídas. A manutenção de crescimento deste cenário mantém-se estável por mais sete anos e após este período começa decair.

A utilização do PIB dentro do modelo e não de outras variáveis como renda familiar *per capita*, consumo de energia, ligações de água e esgoto não se associam diretamente a arrecadações provenientes de movimentações financeiras das pequenas centrais hidrelétricas do estudo de caso. Estas variáveis são indicadores ativados por entradas de movimentações financeiras que resultaram do PIB, apesar de ser um indicador frágil para apresentar o crescimento de uma determinada atividade, mas que para este modelo construído foi a variável que melhor adequou-se ao propósito do estudo. Estas outras variáveis foram apresentadas e confrontadas anteriormente a esta análise.

Após o período de dez anos da finalização das obras das pequenas centrais hidrelétricas, tem-se que o período de 15 anos representa na configuração modelada o tempo que as entradas das arrecadações não mais refletem em retroações positivas, estabelecendo uma nova configuração de retroações negativas, na qual é apresentada uma redução acentuada do setor econômico. Isso faz com que este setor venha buscar outras fontes de recursos para que se mantenha a tendência do crescimento regional. Nesta situação, tem-se que o “Uso do Solo” é a principal estrutura ativada para o uso produtivo.

O crescimento ou o decréscimo desta estrutura reflete diretamente nas demais estruturas com relação aos índices de desenvolvimento humano, a geração de renda, às taxas de produção agrícola e ao consumo de energia elétrica. Se por um lado o crescimento econômico ativa positivamente o setor populacional e produtivo, por outro lado ativa negativamente os setores de uso do solo e recursos hídricos.

Tem-se que, com o crescimento econômico motivado pela construção das pequenas centrais hidrelétricas, há um afluxo positivo da população residente local com o incremento da diversificação dos setores produtivos, refletidos em trabalho, renda e educação. Com os

efluxos das movimentações financeiras ligadas diretamente aos empreendimentos hidrelétricos, a economia volta seu foco para uma maior expansão da agropecuária, já que os municípios da sub-bacia do rio Corrente possuem características agrícolas.

A necessidade de encontrar alternativa a este cenário é fundamental. A caracterização local pontuada por um forte setor primário e insipientes setores secundário e terciário apresenta uma configuração tal que o uso do solo e a quantidade da água disponível tendem a decrescer com o passar dos anos. Caso a configuração do modelo se altere, fortalecendo os setores secundário e terciário, e procurando uma tendência constante do setor primário para o abastecimento do mercado interno, poderia alterar a trajetória da estrutura “Uso do Solo” e “Recursos Hídricos” para uma situação de menor consumo.

Outra recomendação seria aliar o crescimento agropecuário à práticas de manejo sustentável dos recursos naturais, questão discutida no item 3.4.3 desta dissertação.

3.4.5 Potencial hidroenergético

Observando a trajetória do modelo e a Figura 17 acima apresentada, a demanda por consumo de energia é fortemente influenciável pelas quatro outras estruturas presentes. A tendência da região para a questão do consumo de energia elétrica será sempre crescente, seja seguindo a tendência do setor populacional, econômico, uso do solo e recursos hídricos.

Na localidade em questão a capacidade de geração de seus recursos hídricos está fixada em 66 MW de potência divididas em sete pequenas centrais hidrelétricas. Entretanto, com a determinação do Ministério Público do estado de Goiás para que não construa as PCHs em cascata no rio Corrente, a potência da região está fixada em 41,6 MW. A partir da construção do modelo e do crescimento proposto, a necessidade de energia da região após 30 anos é de 95 MW. Neste cenário não houve considerações sobre outros tipos de geração de energia ou sobre a migração energética do Sistema Interligado Nacional – SIN. Mais uma vez, para este cenário as retroações são positivas.

Partindo desta configuração, será necessária a constante da geração de energia elétrica que pode gerar diversos tipos de conflitos com o uso da água, principalmente com a irrigação. Numa situação de indisponibilidade hídrica, a prioridade seria para o consumo humano e a

dessedentação de animais. Entretanto, os reservatórios de acumulação da sub-bacia do rio Corrente não foram projetados para uso múltiplo, mas apenas para a geração de energia. Como estas PCHs estão conectadas com SIN, isso poderia gerar um outro tipo de prioridade: a geração despachada.

Neste caso, tem-se que o controle dos recursos hídricos está atrelado aos empreendimentos hidrelétricos. A regularização da vazão pode prejudicar não apenas o pequeno produtor rural dependente das cheias e vazantes dos rios, mas também os grandes produtores rurais que utilizam os recursos hídricos para irrigação e dessedentação de animais.

O consumo humano também poderia ser prejudicado com racionamento da água e problemas com a qualidade da água devido ao barramento e transformação de um ambiente lótico para um ambiente lêntico¹⁰². Os usos industriais e de serviços também seriam prejudicados, principalmente aqueles ligados ao agronegócio, como frigoríficos e laticínios, que são grandes consumidores de água.

Com relação às emissões de gases de efeito estufa, o modelo não abrangeu a questão do que poderia emitir da construção destas usinas e do que poderia não ser emitido ou sequestrado da construção das usinas e das áreas reflorestadas. A participação de duas usinas dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL contribui diretamente para o reconhecimento destas usinas como sustentáveis e que auxiliam no desenvolvimento local.

Entretanto, esta não é uma assertiva totalmente positiva dentro dos objetivos do modelo, pois ao serem reconhecidas como ambientalmente e socialmente sustentáveis dentro da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima – CIMGC, estas, no entanto podem ser causadores de danos negativos no uso do solo e dos recursos hídricos dentro do modelo.

As emissões de gases de efeito estufa é um dado relevante dentro do contexto atual de discussões sobre o aquecimento global. Para esta modelagem, este não é um fator que entra em conflito com os demais estoques, taxas e constantes no modelo, o que torna este dado neutro dentro desta discussão, mas altamente latente dentro de um objetivo de metas globais.

¹⁰² Ambiente lêntico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado (Resolução do CONAMA n° 357/2005).

A geração de energia a partir dos recursos hídricos necessita de da mesma proposição dada ao item 3.4.2 desta dissertação: a necessidade de um trabalho voltado a esta problemática realizada pelo comitê de bacias a fim de estabelecer parâmetros que trabalhem em consonância para a resolução de possíveis conflitos que venham surgir entre os usos consuntivos e não-consuntivos dos recursos hídricos.

3.4.6 Confrontações entre as estruturas modeladas

Observando a dinâmica que se configurou dentro da Figura 17, as estruturas modeladas possuem taxas de confrontações entre os estoques desenvolvidos para este modelo. Estas taxas trabalham como reguladoras do processo, seja como afluxo ou efluxo de um determinado estoque. A adição de determinados valores para os setores econômicos, de geração de energia, populacional, recursos hídricos e uso do solo, garantiram ao modelo as retroações necessárias para o bom funcionamento da modelagem sistêmica proposta.

Assim, conforme a apresentam gráfica abaixo da Figura 18, tem-se que a estrutura fluxo populacional é diretamente conectada às estruturas “Potencial Hidroenergético” e “PIB”, ou seja, sua influência é direta nos estoques: econômico e de geração de energia. O afluxo da população interfere diretamente nos estoques de saída e entrada das taxas econômicas (PIB, ICMS, IDH, Produção Agrícola e Produção Pecuária) e das taxas de consumo de energia elétrica.

Dentro do modelo apresentado, apesar da fragilidade do indicador PIB, da dinâmica de seu crescimento há também um crescimento positivo da localidade estudada traduzida pelo Índice de Desenvolvimento Humano – IDH. Tal dinâmica decorre da influência das arrecadações geradas a partir da construção das pequenas centrais hidrelétricas. Outras dinâmicas apresentadas são os setores produtivos primário, secundário e terciário.

Da mesma forma há uma ligação direta entre os setores “Recursos Hídricos”, “Uso do Solo” e “Potencial Hidroenergético”. As alterações antrópicas decorrentes dos afluxos e efluxos destas estruturas são reguladas por taxas de ligação entre estas estruturas. Os estoques positivos e negativos dos recursos naturais refletem nos estoques dos recursos hídricos, sendo que sua retroalimentação também é válida. O uso inadequado do solo acarreta alterações da

quantidade disponível de água, e também, as alterações do meio hídrico refletem em alterações no meio terrestre.

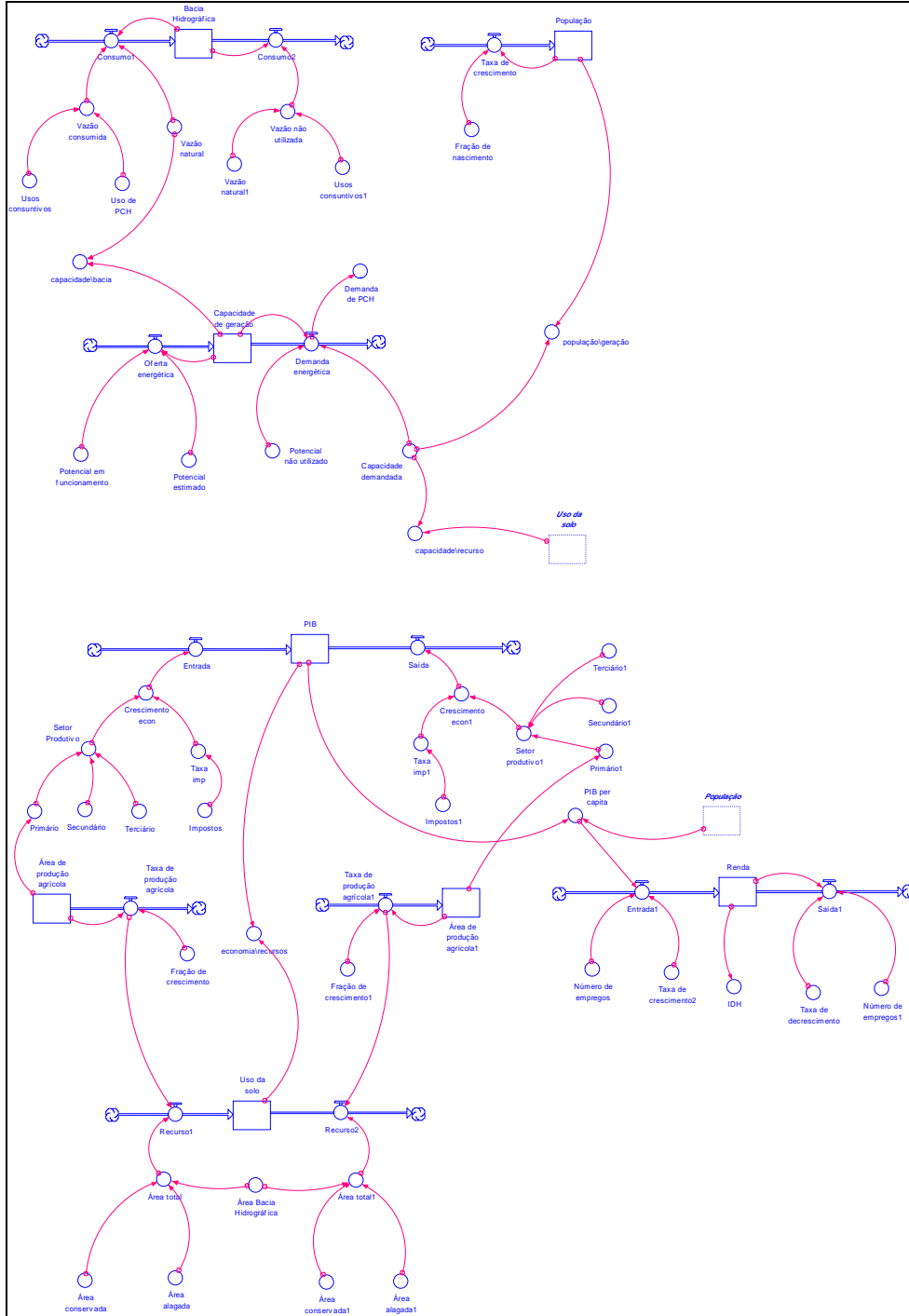


Figura 18: Caracterização geral do modelo aplicado à Pequenas Centrais Hidrelétricas. Fonte: Própria da autora, 2008.

A capacidade de geração está atrelada à disponibilidade hídrica da sub-bacia do rio Corrente, que está conectada à demanda de consumo da população e dos setores produtivos.

Caso a tendência do modelo seja o crescimento positivo do consumo, a necessidade de energia será sempre constante o que poderá levar a exaustão dos recursos hídricos, buscando assim, outras fontes de energia para o fornecimento demandado. Tal cenário com outras fontes energéticas não está presente no modelo.

A apresentação desta dinâmica leva a reflexões sobre a gestão integrada de bacias e sub-bacias, retornando à discussão sobre a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) e a Avaliação Ambiental Integrada (AAI) dentro do contexto de estudo integrado de bacias. A construção de modelos pode ajudar na resolução de conflitos que possam surgir das dinâmicas apresentadas. Assim, pode-se aumentar o espectro de trabalho conjunto, unindo os diversos atores sociais envolvidos na modelagem e os tomadores de decisões, no que tange a encontrar soluções adequadas a uma determinada situação.

É recomendado o prosseguimento das investigações conduzidas para a validação real do modelo. Ainda se faz necessário uma complementação das cinco estruturas que o compõem e na sua consistência de dados. A formulação deu-se num curto intervalo de tempo, sem interferências fundamentais dos diversos atores envolvidos no processo e principalmente de *experts*. A implicação deste modelo pode não ser uma solução ainda aplicável à questão sobre a escolha para a construção ou não de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), mas apresenta uma possível direção.

Seguindo esta linha de pesquisa, a formulação desta modelagem para a localidade estudada estabeleceu parâmetros para a sustentabilidade local, focando não apenas no crescimento, mas no desenvolvimento. Segundo Veiga (2006, p.23) “Só há desenvolvimento quando os benefícios do crescimento servem à ampliação das capacidades humanas, entendidas como o conjunto das coisas que as pessoas podem ser, ou fazer, na vida”.

Tal proposição acima vem ao indicar caminhos para a sustentabilidade a partir da geração de energia elétrica para o desenvolvimento. Segundo o mesmo autor (VEIGA, 2006, p.55-9) as atividades econômicas transformam energia em formas de calor muitas vezes inutilizáveis, tornando necessário encontrar um contraponto nesta discussão onde seria possível aliar crescimento com a conservação da natureza.

A formulação deste modelo não representou uma resposta definitiva à pergunta se é ou não sustentável a construção de várias pequenas centrais hidrelétricas numa mesma sub-bacia. A adoção de práticas de gestão ambiental aliada a políticas públicas poderia levar o crescimento da energia elétrica ao desenvolvimento da qualidade de vida das populações que necessitam de energia. Há diversos estudos que vem trabalhando e planejando a possibilidade de se conseguir alcançar um cenário sustentável a partir do uso da energia hidráulica, com critérios específicos que apontem um caminho para a sustentabilidade de barragens.

4 CONCLUSÃO

Essa dissertação teve como ponto de partida a relevância sobre o tema de gestão integrada de recursos naturais e socioeconômicos a partir da construção de uma pequena central hidrelétrica, caminho ao qual seria possível compreender através da dinâmica de um sistema complexo que sofreu uma alteração antrópica. A questão da sustentabilidade seria o propulsor para confrontar as situações apresentadas na modelagem.

Na situação pesquisada, não há elementos suficientes que comprovem a insustentabilidade provocada pela inserção de sete PCHs numa sub-bacia relativamente isolada. Os conflitos negativos que surgiram no modelo partiram principalmente das estruturas recursos hídricos e recursos naturais. Entretanto, a oferta e a universalização de energia para uma população que necessita de desenvolvimento socioeconômico, possui um peso maior neste caso.

A política ambiental brasileira, dentro do seu Direito do Ambiente, é uma das legislações mais completas a nível mundial. Entretanto, a sua aplicabilidade tem sido pouco eficiente perante os crimes ambientais tratados no país. Sua jurisprudência reúne diversas normatizações, diretrizes, estruturas e a descentralização dos poderes confiados a Conselhos, Sistemas e Comitês.

O setor de energia foi um dos principais fomentadores da política ambiental relativo aos efeitos ambientais negativos causados por empreendimentos de grande porte. A elaboração de documentos que tinham por finalidade observar tais efeitos direcionou na formulação dos Estudos de Impacto Ambiental – EIA. Seguindo uma tendência de gestão integrada, novas ferramentas de Avaliação de Impacto Ambiental – AIA foram constituídas.

Toda essa abordagem atual, no entanto, ainda não foi suficiente para considerar os efeitos e impactos provocados por pequenas centrais hidrelétricas. Apesar de serem pequenas e apresentarem características que conduzam para uma sustentabilidade, são dotadas de propriedades capazes de gerar conflitos.

Nesta modelagem apresentada o principal conflito surgiu da estrutura de recursos hídricos. A questão de águas tornou-se uma das principais discussões na agenda política, tanto

nacional quanto internacional. Observar os parâmetros de qualidade e quantidade é imperativo em qualquer região estudada. Neste caso o conflito surge da mudança do regime hídrico e da qualidade da água, associadas a outras variáveis.

Entretanto, reportando às afirmações de diversos autores que estudam a implantação de pequenas centrais hidrelétricas a nível mundial (SAKAR, 1995; REDDY, *et al.*, 2006, TANWAR, 2007; TIMILSINA, *et al.*, 2006; DUDHANI, *et al.*, 2005), esta é uma importante fonte de energia que contribui para satisfazer as necessidades das pessoas que vivem em áreas isoladas e que precisam desenvolver sua qualidade de vida.

Considerando a observação acima como verdadeira, tem-se que as avaliações ambientais destes “pequenos empreendimentos” deveriam abordar não só a usina ao qual pretende-se construir, mas uma análise da bacia ou sub-bacia, considerando os outros empreendimentos constantes na localidade.

Tais análises devem levar em conta não só a questão socioambiental, mas também as análises e comparações de cenários futuros, assim como na Avaliação Ambiental Integrada (AAI). Compreender as conseqüências de transformação de um ambiente é fundamental para a aplicação de políticas públicas que buscam um desenvolvimento aliado à sustentabilidade.

A Avaliação Ambiental Estratégica – AAE não é adequável para uma solução pontual. Contudo na execução de políticas, planos e programas – PPPs, pode ser uma ferramenta que induza a utilização da AAI para estudos de bacias onde são previstos empreendimentos estruturantes, independente de seu tamanho. A magnitude não está relacionada ao tamanho do empreendimento, mas na intensidade de transformação deste numa dada localidade.

A formulação de modelos a partir de ferramentas computacionais como o Stella, Vensim e UML, auxiliam em análises sistêmicas complexas. Sua utilização para compreender a cumulatividade de alterações antrópicas é fundamental no desenvolvimento de hipóteses através da identificação de arestas.

O modelo constitui um sistema que auxilia no processo de tomada de decisão, no sentido que ele oferece mediatização relativamente integrada dos diferentes tipos de

conhecimentos científicos. Ainda assim, as simulações propostas por modelos são pouco utilizadas no campo das políticas de desenvolvimento.

A elaboração de avaliações de impacto ambiental, seja EIA ou AAI, são até agora as ferramentas mais usuais. Para a sua eficaz resposta demandam profissionais ligados em diversas áreas de conhecimento, no desdobramento de cenários futuros a partir dos dados consolidados. Para a execução de uma modelagem, é também fundamental a participação de diversos *experts*. A modelagem é um trabalho em que as respostas são visualizadas rapidamente, logo após a execução do modelo, e que permite trabalhar com a não-linearidade da estrutura.

Os modelos permitem a multiplicação das interpretações dos estados e das regulações. Através de uma simples alteração em alguma taxa ou fluxo, é possível transformar a evolução das estruturas propostas no mesmo. Ou seja, a modelagem de sistema pode possuir diversas interpretações dependendo da finalidade da pesquisa.

Constatou-se no estudo proposto da modelagem que as alterações antrópicas são decorrentes da amplitude dos impactos. Dessarte, foi possível apresentar parâmetros simples que podem influenciar um sistema. A escolha das variáveis deu-se pela facilidade da coleta de dados sem maiores aportes científicos, podendo ser coletada em centros de pesquisa e de estatística federal e estadual e em universidades.

A investigação trabalhada possui uma série de implicações diretas para a aplicação teórica e prática do modelo construído em situações complexas do mundo real. Os valores e as equações utilizadas nas cinco estruturas do modelo são elementares, de elaboração simplificada e resposta imediata.

A suposição de que vários pequenos empreendimentos possam produzir uma degradação ambiental descontínua e disseminada entre localidades e atores diferenciados, sendo que seu somatório pode gerar impactos tão grandes ou maiores que uma UHE, não foi comprovado no modelo.

Na localidade estudada há uma degradação ambiental descontínua, no entanto seu somatório não apresentou significativos impactos do ponto de vista de Goodland (1997): não

houve significativa realocação de pessoas nos municípios devido a construção das PCHs; as duas usinas em funcionamento são participantes do MDL; os usos múltiplos ainda prevalecem; as terras foram adquiridas pelos empreendedores, sem prejuízos aos antigos proprietários; e, promoção de integração regional ao ofertar energia elétrica para o desenvolvimento local. Mesmo assim há parâmetros negativos: alteração da qualidade da água; alterações do uso do solo; alterações da ictiofauna; e, interferências sobre a biodiversidade e fluxos gênicos.

Conforme citado no Capítulo 3, item 3.4, não há como estabelecer comparações em termos de aspectos construtivos e impactos entre grandes e pequenas centrais hidrelétricas. Enquanto na primeira são as grandes dimensões que prevalecem, na segunda quanto menor a dimensão construtiva e da área do reservatório, torna-se (busca) ideal como preceito de adequação às discussões socioambientais.

Se comparada a grandes empreendimentos hidrelétricos, conforme Capítulo 3, item 3.5, as pequenas centrais hidrelétricas estão em desvantagem com relação às variáveis “densidade de potência” – MW/Km² e Km²/MW. Uma vez que para a manutenção de sua potência é necessário um deplecionamento constante associado a uma queda bruta de altura considerável. Quanto menor a queda bruta, maior a necessidade de ter um reservatório com extensas dimensões.

Mesmo possuindo este aspecto adverso, há outros pontos a se considerar. As pequenas centrais hidrelétricas necessitam de investimentos de menor volume para sua construção, concepções mais simples de projeto e de implantação, menores períodos de execução, áreas de alagamento menores devido a sua característica de pequena central hidrelétrica, uso da mão-de-obra local, menores custos de geração se comparado a outros projetos não-renováveis ou com outras fontes alternativas, como eólica e solar.

Um aspecto positivo de sua construção é a venda de créditos de carbono através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, no que tange em termos de reduções de emissões projetadas. O mercado de carbono pode ser um contraponto para o equilíbrio estrutural do desenvolvimento econômico, já que para ser elegível é necessário que tenha como princípio a sustentabilidade agregada aos países hospedeiros do projeto com o propósito de alavancar suas economias locais.

Países como Índia e China são os que possuem maiores números de projetos em estágio de validação, aprovação e registro, com 31% e 29% respectivamente do total de atividades de projeto do MDL no mundo (MMA, 2007). E são também os maiores responsáveis por reduções de emissões de CO₂ equivalente. O Brasil vem logo atrás, em terceiro lugar, mas corresponde a apenas 10% do total de atividades de projeto de MDL responsável por 5% de redução de emissões.

As pequenas centrais hidrelétricas existentes no Brasil e que poderiam adequar-se aos princípios e objetivos do MDL ainda não estão trabalhando neste sentido. Um bom exemplo são as PCHs que possui seus recursos ligados ao fundo setorial da CCC, numa clara substituição de energia não-renovável por uma fonte renovável.

Na situação estudada há duas PCHs pertencentes ao MDL e duas ao PROINFA, e outras três em projeto, viabilidade e inventário. As centrais hidrelétricas pertencentes ao programa governamental dependem da disponibilidade da Eletrobrás em executar os projetos que sejam adicionais ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Entretanto, isso não as desclassifica como possíveis projetos elegíveis dentro do MDL, pontuado pelo estudo de caso da PCH Mambaí II¹⁰³.

Como as partes envolvidas no processo devem ter participação voluntária, isso não exclui a possibilidade das outras PCHs não construídas participarem também como uma atividade que contribui para o desenvolvimento sustentável do país. Ou seja, esta é uma sub-bacia que tem possibilidade de que todos os seus empreendimentos sejam caracterizados como sustentáveis; uma das premissas do MDL.

Todavia, não se deve contemplar esta análise como uma afirmação de sustentabilidade a todas PCHs. Para este caso específico houve uma resposta positiva maior que a resposta negativa apresentada pelo modelo. Lembrando que o modelo considerou apenas a geração de energia proveniente de pequenas centrais hidrelétricas, e não de outras fontes energéticas.

¹⁰³ Vide anexo 03.

As soluções a serem identificadas pelos tomadores de decisão e atores sociais envolvidos, são as que poderá definir os caminhos e respostas para solucionar os conflitos que surgiram e que irão surgir. Além dos benefícios provenientes de sua construção e a correta aplicação dos recursos gerados em benefício da população local.

Os modelos são ferramentas, portanto não solucionam problemas, eles oferecem a possibilidade de se compreender melhor os sistemas, permitindo que se formulem discussões no entorno de um conflito apresentado. Permite, também, gerar alternativas e cenários, avaliando as decisões que tomam os atores sociais com relação ao manejo dos recursos naturais. Desta maneira, é importante criar modelos que integrem as decisões dos tomadores de decisão, dos atores sociais e do ambiente onde se encontram imersos, para assim explorar num horizonte de tempo, a melhor maneira de elaborar a **gestão integrada** dos recursos naturais.

O exercício de construção de um modelo evidencia a pertinência desta ferramenta para os estudos, não só de planejamento e gestão de pequenas centrais hidrelétricas, mas também por permitir uma compreensão das relações que se estabelecem na dinâmica do sistema em estudo. A representação gráfica do sistema permite visualizar a complexidade das relações estabelecidas entre os diferentes agentes envolvidos e os modelos que podem subsidiar discussões e tomada de decisões em relação à gestão da sub-bacia do rio Corrente.

Com esta experiência de conceitualização e formalização de uma modelagem com a plataforma Stella, a sub-bacia do rio Corrente contempla em seu estudo as áreas das ciências sociais e ambientais, permitindo a representação do sistema na proposição de elementos para a tomada de decisões e formulação de **políticas públicas**.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVAY, Ricardo. Moratória para os Cerrados – Elementos para uma Estratégia de Agricultura Sustentável. Agenda 21, Agricultura Sustentável. São Paulo, fevereiro de 1999. Disponível em: <http://www.econ.fea.usp.br/abramovay/outros_trabalhos/1999/Moratoria_para_os_cerrados.pdf>. Acesso em: 20 de novembro de 2007.

AGEPEL, Agência Goiana de Cultura Pedro Ludovico Teixeira. **Dados dos municípios goianos, festas culturais, religiosas, bens culturais, monumentos históricos, pontos turísticos e vias de acesso.** Disponível em: <<http://www.agepel.go.gov.br/index.html>>. Acesso em: 06 de agosto de 2007.

AGMA, Agência Goiana de Meio Ambiente. **Estudo Integrado de Bacias Hidrográficas.** Goiânia, 2007. Disponível em: <<http://www3.agenciaambiental.go.gov.br/site/principal/>>. Acesso em: 16 de julho de 2007.

ALMEIDA, J.P.P.G. Lopes de; *et al.* OPAH a model for optimal design of multipurpose small hydropower plants. **Advance in Engineering Software.** Vol. 37, pp. 236-247, 2006.

ALMEIDA, Thomé Vidigal de. **Índice de Qualidade da Água e Coeficientes de Autodepuração de Trechos do rio Pomba.** 2006. 68 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ALVES, Jaílson J.M. *et al.* Riscos Financeiros em uma PCH no PROINFA. **PCH Notícias & SHP News.** Revista nº 31, p. 24-29. set/out/nov 2006.

ALVES, Josias Manoel. 2005. 288 p. **Processo de Eletrificação em Goiás e no Distrito Federal: retrospectiva e análise dos problemas políticos e sociais na era da privatização.** Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ANDERSSON, Lotta; *et al.* Impact of climate change and development scenarios on flow patterns in the Okavango River. **Journal of Hydrology,** 2006, p. 04-39.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica; ANA, Agência Nacional de Águas; ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos.** 3ª Edição. Brasília, 2002. 328 p.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Banco de Informações de Geração.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2008.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Guia do Empreendedor de Pequenas Centrais Hidrelétricas.** Brasília, 2003. 703 p.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2ª Edição. Brasília: ANEEL, 2005. 243 p.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução n° 245, de 11 de agosto de 1999**.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução n° 652, de 09 de dezembro de 2003**.

ANGELINI, R. Ecossistemas e Modelagem Ecológica. **Perspectivas da Limnologia do Brasil**. 2000. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/limnologia/Perspectivas/arquivo%20pdf/Capitulo%201.pdf>>. Acesso em: 20 de setembro de 2007.

AZEVEDO, Luiz Guimarães. Vegetação do Cerrado. In: MMA, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal; IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Conhecimento Científico para Gestão Ambiental – Amazônia, Cerrado e Pantanal**. TOMO II. Meio Natural. Brasília, 1995. p. 523-548.

BARAN, Ivo Sérgio. **Mapeamento do Valor Econômico dos Equipamentos de Compensação de Potência Reativa**. 2002. 110 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BARBOSA, Altair Sales. **Andarilhos da Claridade: os primeiros habitantes do Cerrado**. Goiânia, Universidade Católica de Goiás. Instituto do Trópico Subúmido, 2002. 414 p.

BARBOSA, Altair Sales. Cerrado: a dor fantasma. **Revista Contribuições**. Universidade Católica de Goiás. Instituto do Trópico Subúmido, 1999.

BARBOSA, Tânia A. de Souza; DUPAS, Francisco Antônio. Matriz simplificada para avaliar impactos ambientais em pequenas centrais hidrelétricas (PCH). **Revista Brasileira de Energia**. Volume 12. No. 2. 125-139 p. 2º semestre 2006.

BACELLAR, Luís de A. P. Processos de Formação de Voçorocas e Medidas Preventivas e Corretivas. **II Simpósio Mineiro de Engenharia Ambiental, II SIMEA**. Viçosa, 2006.

BASSOI, Lineu José; GUAZELLI, Milo Ricardo. Controle Ambiental da Água. In: PHILIPPI JR., Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet (Editores). **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004.

BEGIC, Fajic; AFGAN, Naim H. Sustainability assessment tool for the decision making in selection of energy system – Bosnian Case. **Energy**. Vol 32. p. 1979-1985. 2007.

BEN, Balanço Energético Nacional 2006. **Resultados Preliminares ano base 2005**. Ministério de Minas e Energia – MME. 2006. 28 p.

BERMANN, Célio. **Energia no Brasil: Para quê? Para quem?** Crises e Alternativas para um país sustentável. 2ª Edição. São Paulo: Editora Livraria da Física, FASE, 2001. 139 p.

BOUSQUET, François; ANTONA, Martine; WEBER, Jacques. **Simulações e gestão de recursos renováveis.** In: FREIRE, Paulo; WEBER, Jacques. Gestão de recursos renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental. 3 ed. São Paulo: Cortez. 2002. p. 303-320.

BRAGA, Benedito, *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável.** 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

BRANCO, Adriano Murgel (org.). **Política Energética e Crise de Desenvolvimento.** São Paulo: Paz e Terra, 2002.

BRANCO, Samuel M.; ROCHA, Aristides A. **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas.** São Paulo: Edgar Blücher, CETESB, 1977.

BRITO, Marilza E. (coordenação de pesquisa). **Energia Elétrica no Brasil: Breve Histórico 1880-2001.** Rio de Janeiro – Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 2001.

BURSZTYN, M. Armadilhas do Progresso: contradições entre economia e ecologia. **Revista Sociedade e Estado.** Volume X. No. 1, jan/jun. 1995.

CAMARGO, José Roberto Pires de. Pequenas Centrais Hidrelétricas. In: TOLMASQUIM, Maurício Tiomno (org.). **Fontes Renováveis de Energia no Brasil.** Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2002. p. 113-177.

CCEE, Câmara de Comercialização do Setor Elétrico. **Histórico do Setor Elétrico Brasileiro.** Disponível em: <<http://www.ccee.org.br/cceeinterdsm/v/index.jsp?vgnextoid=96a0a5c1de88a010VgnVCM100000aa01a8c0RCRD>>. Acesso em: 29 de janeiro de 2007.

CELG, Companhia Energética de Goiás. **Energia elétrica em Goiás e Criação da CELG.** Disponível em: <http://www.celg.com.br/Pesquisa_CriacaoCelg.jsp>. <http://www.celg.com.br/Pesquisa_EnergiaEletricaGoiias.jsp>.

br/Pesquisa_EnergiaEletricaGoiias.jsp>. Acessado em 19 de fevereiro de 2007.

CERPCH, Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas. **Publicações.** Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br>> . Acesso em: 18 de julho de 2007.

CHRISTOFIDIS, Demetrios. **Olhares sobre a política de recursos hídricos no Brasil: O caso da bacia do Rio São Francisco.** 2001. 430 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável.

CLEMENTE, Leonardo. **Seleção de Potência Instalada Ótima de PCHs no Contexto de Mercados Competitivos.** 2001. 259 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Paraná.

COIMBRA, Roberto; ROCHA, Ciro Loureiro; BEEKMAN, Gertjan Berndt. **Recursos Hídricos: Conceito – Desafios – Capacitação**. Brasília: ANEEL, 1999. 78 p.

CQNUMC, Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Editado e Traduzido pelo **Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT**, com o apoio do Ministério das Relações Exteriores. 1997. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/3996.html>>. Acesso em: 03 de setembro de 2007.

CTE, Centro Tecnológico de Engenharia; NATURAE, Consultoria Ambiental. **Estudo Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Corrente**. Goiânia, 2007. Vol. 01, 445 p. Vol. 02, 89 p.

DIAS, Renato Feliciano (coordenação). **Panorama do Setor de Energia Elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro – Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 1988.

DIEGUES, A.C.S. **O Mito Moderno da Natureza Intocada**. São Paulo, Hucitec, 1996.

DRUMMOND, José Augusto; SILVA, Maria Amélia R. **UHE Funil - Estudo sobre a sua Inserção nas sua Área de Influência Indireta (AII)**. MRS Consultoria.Furnas S.A., 2004a.

DRUMMOND, José Augusto; SILVA, Maria Amélia R. **UHE Itumbiara - Estudo sobre a sua Inserção nas sua Área de Influência Indireta (AII)**. MRS Consultoria.Furnas S.A., 2004b.

DRUMMOND, José Augusto; SILVA, Maria Amélia R. **UHE Luiz Carlos Barreto - Estudo sobre a sua Inserção nas sua Área de Influência Indireta (AII)**. MRS Consultoria.Furnas S.A., 2004c.

DRUMMOND, José Augusto; SILVA, Maria Amélia R. **UHE Marimbondo - Estudo sobre a sua Inserção nas sua Área de Influência Indireta (AII)**. MRS Consultoria.Furnas S.A., 2004d.

DRUMMOND, José Augusto; SILVA, Maria Amélia R. **UHE Porto Colômbia - Estudo sobre a sua Inserção nas sua Área de Influência Indireta (AII)**. MRS Consultoria.Furnas S.A., 2004e.

DUARTE, Laura; WEHRMANN, Magda. Desenvolvimento e Sustentabilidade: Desafios para o Século XXI. **Revista CAR**, Salvador, 2002.

DUDHANI, Surekha, *et al.* Assessment of small hydropower potential using remote sensing data for sustainable development in India. **Energy Policy**. Vol. 34, pp. 3195-3205, 2006.

ELETROBRÁS. **Diretrizes para Projetos de PCH**. 2004. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufu.br/sitaeual/laboratorios/nerfae/pch/cap1.pdf>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2007.

ELETROBRÁS. **Memória da Eletricidade**. Disponível em: <<http://www.memoria.eletrobras.com/index.asp>>. Acesso em: 26 de março de 2007.

ELETROBRÁS. Cadernos do Plano 2015. **Políticas de meio ambiente e aproveitamento do potencial hidrelétrico brasileiro**. Anais dos Seminários Temáticos 2. Eletrobrás, Rio de Janeiro. 1991. 112 p.

ELMAHDI, A. *et al.* System Dynamics Optimisation Approach to Irrigation Demand Management. In "MODSIM05". **Melbourne univ-Melbourne**. 2005. Disponível em: <www.mssanz.org.au/modsim05/papers/elmahdi.pdf>. Acesso em: 05 de novembro de 2006.

ENGELMAN, Robert; LEROY, Pamela. **Sustaining water: population and the future of renewable water supplies**. Population Action International, New York, 1993. 55 p.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Avaliação Ambiental Integrada dos Aproveitamentos Hidrelétricos**, 2007. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Lists/MeioAmbiente/DispForm.aspx?ID=1&Source=http%3A%2F%2Fwww%2Eepe%2Egov%2Ebr%2FLists%2FMeioAmbiente%2FMeioAmbiente%2Easpx>>. Acesso em: 09 de janeiro de 2007.

EXTER, Kristin. **Integrating Environmental Science and Management: The Role of System Dynamics Modelling**. CRC Sustainable Tourism School of Environmental Science and Management Southern Cross University. PhD Dissertation. 2004. Disponível em: <<http://thesis.scu.edu.au/adt-NSCU/uploads/approved/adt-NSCU20041214.143956/public/02whole.pdf>>. Acesso em: 05 de novembro de 2006.

EXTER, Kristin, Alison Specht. **Assisting Stakeholder Decision Making using System Dynamics Group Model-building**. 2006. Disponível em: <<http://www.regional.org.au/au/apen/2003/3/108denexterk.htm>>. Acesso em: 05 de novembro de 2006.

FEARNSIDE, Philip M. Deforestation in Brazilian Amazonia as Source of Greenhouse Gases. **Regional Conference on Global Warming**. USP, São Paulo. 1990.

FEARNSIDE, Philip M. Hydroelectric Dams in the Brazilian Amazon as Sources of "Greenhouse" Gases. **Environmental Conservation**, 22, pp. 7-19. 1995

FEARNSIDE, Philip M. Hydroelectric Dams in the Brazilian Amazonia: Response to Rosa, Schaeffer & Santos. **Environmental Conservation**, 23 (2), pp. 105-198. 1996.

FEARNSIDE, Philip 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.

FEARNSIDE, Philip M. Social Impacts of Brazil's Tucuruí Dam. **Journal of Environmental Management**. Vol 24 n° 4, pp. 483-495, 2006.

FEARNSIDE, Philip M. Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil's Hydroelectric Development of the Xingu River Basin. **Journal of Environmental Management**. Vol 38 n° 1, pp. 16-27, 2006.

FILHO, João Alves. **Matriz Energética Brasileira – Da Crise à Grande Esperança**. Rio de Janeiro: Mauad, 2003. 188p.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Editora Saraiva, 2005. 488 p.

FRANGETTO, Flávia Witkowski; GAZANI, Flávio Rufino. **Viabilização jurídica do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil: o Protocolo de Quioto e a cooperação internacional**. São Paulo: Peirópolis; Brasília: IIEB – Instituto de Educação do Brasil, 2002. 477 p.

FROTA, Willamy Moreira. **Sistemas Isolados de Energia Elétrica na Amazônia no Novo Contexto do Setor Elétrico Brasileiro**. 93 p. 2004. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos), Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FUNDAÇÃO BIOVERSITAS. **Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/boletim/EAO/>>. Acesso em: 12 de setembro de 2007.

FURTADO, Celso. **O Mito do Desenvolvimento Econômico**. Rio de Janeiro. Paz e Terra, 1996. 92 p. (texto extraído da primeira parte de *O Mito do Desenvolvimento Econômico*, Paz e Terra, 1974).

GELLER, Howard Steven. **Revolução Energética – Políticas para um futuro sustentável**. Rio de Janeiro: Relumê Dumará: USAid, 2003.

GERGEL, S.E; TURNER, M. **Learning Landscape Ecology: a practical guide to concepts and techniques**. New York, USA: Springer-Verlag, 2002.

GOBBI, W. A. O.; PEDROSO, I. L. P. B.; CLEPS JÚNIOR, J.; PESSOA, V. L. S. Modernização e Agronegócio: as transformações socioeconômicas recentes em Rio Verde (GO), In: **Anais do 2º Encontro dos Povos do Cerrado**, Pirapora (MG), 2004.

GODARD, Olivier; LEGAY, Jean-Marie. Modelagem e simulação: um enfoque da preditividade In: FREIRE, Paulo; WEBER, Jacques. **Gestão de recursos renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental**. 3 ed. São Paulo, Cortez: 2002. p. 201-266.

GODOY, Sara Gurfinkel Marques de. **O Protocolo de Kyoto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Uma Avaliação de suas Possibilidades**. 2005. 164 p. Dissertação (Mestrado em Economia Política) – Economia Política. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

GOLDEMBERG, José; VILLANUEVA, Luz Dondero. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. 2 ed. rev. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

GOMES, Horieste. **Reflexões sobre Teoria e Crítica em Geografia**. 2ª Edição revista e ampliada. Goiânia: UCG, 2007. 198 p.

GOMES, Horieste. **Cerrado: Extinção ou Patrimônio Nacional?** Discurso proferido na Assembléia Legislativa do Estado de Goiás, no dia mundial do meio ambiente, 2003.

GOODLAND, Robert. Environmental Sustainability in the Hydro Industry. **Large Dams - Learning from the past looking at the future**. Workshop Proceedings. Gland, Switzerland. April, 1997. Disponível em: <<http://www.dams.org/docs/largedams.pdf>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2007.

GOODLAND, Robert; FERRI, Mário G. **Ecologia do Cerrado**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979. 193 p.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito de Águas**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2003. 249 p.

GRIFFON, Michel. Desenvolvimento Sustentável e Agricultura: A Revolução Duplamente Verde. In: THEODORO, Suzi Huf. **Conflito e Uso Sustentável dos Recursos Naturais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. p.257-278.

HILTON-TAYLOR, C. IUNC red list of threatened species. **Species Survival Commission (SSC)**, IUCN – The World Conservation Union, Cambridge, Reino Unido e Gland, Suíça. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 12 de setembro de 2007.

IPEADATA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Metadados macroeconômico, regional e social**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?17318078>>. Acesso em: 24 de janeiro de 2007.

ITAIPU Binacional. **Dados Técnicos**. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/>>. Acesso em: 24 de janeiro de 2007.

JANNUZZI, Gilberto de Martino. **Políticas Públicas para Eficiência Energética e Energia Renovável no Novo Contexto de Mercado**. Campinas, SP. Editores Associados, 2000.

KADELLIS, J.K. The contribution of small hydropower stations to the electricity generation in Greece: Technical and economic considerations. **Energy Policy**. Vol. 35, pp. 2187-2196, 2007.

KYDES, Andy S. Impacts of a renewable portfolio generation standart on US energy markets. **Energy Policy**. Vol. 35, pp. 809-814, 2007.

KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B. A Conservação do Cerrado Brasileiro. Conservação Internacional. **Megadiversidade**. Volume 1. No. 1. Brasília, julho, 2005.

LARSON, S.; LARSON S. Index-based tool for preliminary *ranking* of social and environmental impacts of hydropower and storage reservoirs. **Energy**. Vol. 32. p. 943-947. 2007.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. 3ª Edição. São Paulo: Cortez, 2002. 240 p.

LEMOS, Mauro Borges; DINIZ, Clelio Campolina; GUERRA, Leonardo Pontes. A Nova Configuração Regional Brasileira e sua Geografia Econômica. **Estudos Econômicos**. São Paulo. Vol. 33. No. 4. 2003. p. 665-700.

LIMA, Davi Antunes. Convergência Tarifária – Remédio Regulatório para o Livre Acesso. **Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL**. Textos para Discussão –II. Brasília, 2005.

Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Convergencia_Tarifaria.pdf>. Acesso em: 06 de agosto de 2007.

LION, Len. **Introduction to STELLA**. Environmental Quality Engineering. CEE 351. 2007.

LITTLE, Paul E. Os Conflitos Socioambientais: um Campo de Estudo e de Ação Política. In: BURSZTYN, Marcel (org.). **A Difícil Sustentabilidade** – Política Energética e Conflitos Ambientais. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Garamond, 2001. p. 107-122.

LOUCKS, Daniel P. Modeling and managing the interactions between hydrology, ecology and economics. **Journal of Hydrology**, 328, 408-416, 2006.

LOW, Bobbi, *et al.* Human – ecosystem interactions: a dynamic integrated model. **Ecological Economics**. P. 227-242, 31, 1999.

MALHEIROS, Roberto. **A Rodovia e os Corredores da Fauna do Cerrado**. Goiânia: Editora da UCG, 2004. 172 p.

MAUAD, Frederico Fábio; PREFEITO, Luiz Fernando Biazetti. Aspectos Jurídicos da Privatização do Setor Elétrico Brasileiro. **7º Congresso da Água**. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, 2004.

MCDANIELS, Timothy; AXELROD, Lawrence J.; SLOVIC, Paul. Perceived ecological risks of global change – A psychometric comparison of causes and consequences. **Global Environmental Change**. Vol. 6, n° 22, pp. 159-171, 1996.

MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no Mundo**.

Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/30317.html>>. Acesso em: 27 de setembro de 2007.

MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). **Ferramenta para a demonstração e avaliação de adicionalidade**. Out. 2004. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/UserFiles//Clima/PDFs%20projetos%20CIGMC/Additionalitytoolv1_port.pdf>. Acesso em: 27 de setembro de 2007.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L. RANDERS J. **Systems Dynamics Meets the Press**. In: The Global Citizen, 1992.

MENESCAL, Rogério de Abreu. Incertezas, Ameaças e Medidas Preventivas nas Fases de Vida de uma Barragem. **XXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens**. Fortaleza – CE. 2001.

MENKES, Mônica. **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade**. 2004. 295 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.

MILARÉ, Edis. **Direito do Ambiente – doutrina, jurisprudência, glossário**. 4ª Edição. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais. 2005. 1119 p.

MMA/SQA, Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos; Projeto Instrumentos de Gestão – PROGESTÃO. **Avaliação Ambiental Estratégica**. Brasília: MMA/SQA, 2002.

MMA/SRH, Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Estruturação Institucional para a Consolidação da Política Nacional de Recursos Hídricos**. Caderno Regional da Região Hidrográfica do Tocantins Araguaia. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.semarh.goias.gov.br/protar/caderno.swf>>. Acesso em: 16 de julho de 2007.

MME, Ministério de Minas e Energia, PROINFA, Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica. **Guia de Habilitação de PCH**. 2004. 18 p.

MME/EPE - Ministério de Minas e Energia e Empresa de Pesquisa Energética. **Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do Rio Tocantins e seus Formadores**. Convênio nº 013/2004, de 21 de dezembro de 2004 entre MME/EPE – CNEC/ARCADIS Tetraplan. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Lists/MeioAmbiente/DispForm.aspx?ID=4&Source=http%3A%2F%2Fwww%2Eepe%2Egov%2Ebr%2FLists%2FMeioAmbiente%2FMeioAmbiente%2Easpx>>. Acesso em: 29 de setembro de 2006

MME, Ministério de Minas e Energia. **Modelo Institucional do Setor Elétrico**. Brasília, dezembro 2003.

MTE, Ministério do Trabalho e Emprego. **CAGED - Cadastro Geral de Empregados e Desempregados**. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/caged/default.asp>>. Acesso em: 29 de setembro de 2006.

MONZONI, Mario. **Critérios de Sustentabilidade para Projetos de MDL no Brasil**. Belém: INPA – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2005. 31 p.

MOYSÉS, Aristides; SILVA, Eduardo Rodrigues. Ocupação e Urbanização dos Cerrados do Centro-Oeste e a Formação de uma Rede Urbana Concentrada e Desigual. **XII Encontro nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional**. Pará, maio de 2007.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 2000, 403. p. 853-858.

MULLER, C.C. Políticas governamentais e expansão recente da agropecuária no Centro-Oeste. In: **Planejamento e Políticas Públicas**. Brasília: IPEA, 1990. n.3, p.45-74.

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do; DRUMMOND, José Augusto. Invenção e realidade da Região de Belo Monte. NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do; DRUMMOND, José Augusto (orgs.). **Amazônia – Dinamismo econômico e conservação ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2003. p. 35-57.

NOVAES, Eduardo Sales. *et al.* **Critérios de Elegibilidade e Indicadores de Sustentabilidade para Avaliação de Projetos que Contribuam para a Mitigação das Mudanças Climáticas e para a Promoção do Desenvolvimento Sustentável**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos, Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. Abril de 2002.

OLIVEIRA, Adriano Santhiago de. Modalidades e Procedimentos Simplificados no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. In: TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. **Alternativas Energéticas Sustentáveis no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004. p. 369-464.

OLIVEIRA, Carla. **Estouro de barragem destruiu 80 fazendas**. O Popular. Caderno da Cidade. 09 de fevereiro de 2008. p. 03.

OMS – Organização Mundial de Saúde; Organização Pan-Americana de Saúde. **Leitos por Habitante e Médicos por Habitante**. 30/05/2001. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/sistema/fotos/leitos.pdf>>. Acesso em: 08 de janeiro de 2008.

PAIXÃO, Marcelo. Desenvolvimento Humano e as Desigualdades Étnicas no Brasil: um retrato do final do século. **Second Global Fórum on Human Development**. Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro, 2000.

PARTIDÁRIO, M.R. Elements of SEA framework – improving the added-value of SEA. **Environmental Impact Assesment Review**. Vol. 20, 647-663. 2000a.

PARTIDÁRIO, M.R; CLARK, R. (Eds). **Perspectives on Strategic Environmental Assessment**. Boca Raton, CRC-Lewis Publishers. 2000.

PAZZINI, Luiz Henrique Alves. *et al.* Luz Para Todos no Campo: A Universalização do Atendimento de Energia Elétrica na Zona Rural Brasileira. Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, **Agri-páginas Energia**, 2002. Disponível em: <<http://paginas.agr.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0075.pdf>>. Acesso em: 13 de setembro de 2007.

PBA, Programa Básico Ambiental. **Programa Básico Ambiental da PCH Mambai II, sub-bacia do rio Corrente**. CTE – Centro Tecnológico de Engenharia. Goiânia. Março, 2007. 272 p.

PEDROSO, I. L. P. B. Meio ambiente, agroindústria e ocupação dos cerrados: o caso do município do Rio Verde no sudoeste de Goiás, **Revista Uratágua – revista acadêmica multidisciplinar** (CESIN-MT/DCS/UEM) nº 06 abr/mai/jun/jul. Maringá, 2004.

PÉREZ-MAQUEO, Octavio; DELFIN, Christian; EQUIHUA, Miguel. [200-?]. Modelos de simulación para la elaboración y evaluación de los programas de servicios ambientales hídricos. Estudio contratado por el Instituto Nacional de Ecología, Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. **Instituto Nacional de Ecología**. Disponível em: <http://www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/download/modelos_simulacion.pdf>. Acesso em: 05 de novembro de 2006.

PHILIPPI JR., Arlindo; BRUNA, Gilda Collet. Política e Gestão Ambiental. In: PHILIPPI JR., Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet (Editores). **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004. p. 657-714.

PINHO, Paulo, *et al.* The quality of Portuguese Environmental Impact Studies: The case of small hydropower projects. **Environmental Impact Assessment Review**. Vol. 27, pp. 189-205, 2007.

POLITO, Rodrigo. Um complexo do tamanho de Madeira só com PCHs. **Energia Brasil**. Nº 314, p. 51-53, Janeiro, 2007.

PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **PROCEL**. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/procel/main.asp#>>. Acesso em: 23 de abril de 2007.

PROGRAMA NORDESTE NOVO, **Programa de Desenvolvimento Sustentável do Nordeste Goiano**. Decreto nº 5.069, de 07 de julho de 1999.

RAMPINELLI, Mariana; FERRACIOLLI, Laércio. Estudo do Fenômeno de Colisões através da Modelagem Computacional Quantitativa. **Caderno Brasileiro de Ensino da Física**, n.1: p.93-122, abr. 2006.

RAS, Relatório Ambiental Simplificado. **Relatório Ambiental Simplificado da PCH Mambai II, sub-bacia do rio Corrente**. CTE – Centro Tecnológico de Engenharia. Goiânia. 2002. Vol. I. 135 p.

REDDY, V. Ratna; *et al.* Achieving global environmental benefits through local development of clean energy? The case of small hilly hydel in India. **Energy Policy**. Vol. 34, p. 4069-4080, 2006.

REIS, Marcelo de Miranda. 2001. 200 p. **Custos ambientais associados à geração elétrica: Hidrelétricas X Termelétricas a gás natural**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Rio de Janeiro : UFRJ/COPPE.

REIS, Tereza V. Mousinho. **Emissões de Gases de Efeito Estufa no Sistema Interligado Nacional** – Metodologia para Definição da Linha de Base e Avaliação do Potencial de Redução das Emissões do PROINFA. 2002. 254 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Energia e Meio Ambiente) - Regulação da Indústria de Energia, Universidade de Salvador – UNIFACS, Salvador.

REIS, Lineu Belico dos. **Geração de Energia Elétrica – Tecnologia, Inserção Ambiental, Planejamento, Operação e Análise de Viabilidade**. 3. ed. Barueri, SP: Manole, 2003. 324 p.

RIBEIRO, Helena. Estudo de Impacto Ambiental como Instrumento de Planejamento. In: PHILIPPI JR., Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet (Editores). **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004.

ROCHA, Marcelo Theoto. **Aquecimento Global e o Mercado de Carbono: uma Aplicação do Modelo CERT**. 2003. 196 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ROSA, Luiz Pinguelli. A Crise de Energia Elétrica: Causas e Medidas de Mitigação. In: BRANCO, Adriano Murgel. **Política Energética e Crise de Desenvolvimento**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

ROSA, Luiz Pinguelli, *et al.* **Emissões de gases de efeito estufa derivados de reservatórios hidrelétricos: Projeto BRA/00/029**. Rio de Janeiro, RJ: COPPE/UFRJ, 2002.

ROSA, Luiz Pinguelli, TOLMASQUIN, M. Analytical Model to Compare CO2 Emission and Energy Efficiency Indexes in Develop and Development Countries. In: **15th Annual International Conference of the International Conference of the International Association for Energy Economics (IAEE)**, Tours, France. 1993.

ROSA, Luiz Pinguelli, SCHAEFFER, R., SANTOS, M.A. *et al.* Projeto Ambiental das Hidrelétricas na Amazônia: Emissões de Metano e Dióxido de Carbono de Hidrelétricas na Amazônia Comparadas às de Termelétricas Equivalentes. **RELAT 01Elet/94**, PPE, ELETROBRÁS, através do Convênio ECV-626/92, SETEMBRO/1994.

ROSA, Luiz Pinguelli, SCHAEFFER, R. Greenhouse Gas Emissions from Hydroelectric Reservoirs. **Ambio**, v. 23, n. 2, pp. 164-165. 1994

ROSA, Luiz Pinguelli, SCHAEFFER, R. Global Warming Potentials: The Case of Emissions from Dams. **Energy Policy**, 23, n. 2, pp. 149-158. 1995.

ROSA, Luiz Pinguelli, SCHAEFFER, R., SANTOS, M.A. Are Hydroelectric Dams in the Brazilian Amazon Significant Sources of "Greenhouse" Gases?. **Environmental Conservation**, 23 (1), pp. 2-6. 1996.

ROSA, Luiz Pinguelli, SIKAR, B. M., SIKAR, E. M. and SANTOS, M. A. A Model for CH₄ and CO₂ Emission Mean Life in Reservoir Based on Data from an Amazonian Hydroplant. **ENERGE**, COPPE/UFRJ, ALAPE, pp. 102-111. 1997.

ROSA, Luiz Pinguelli; MATVIENKO, B.; SANTOS, M.A. e SIKAR, E. Emissões de Dióxido de Carbono e de Metano pelos Reservatórios Hidrelétricos Brasileiros. **Projeto BRA/95/G31**, PNUD/ELETROBRÁS/MCT, Relatório de Referência. 2002.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro, RJ. Garamond, 2004. 151 p.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de Transição para o Século XXI**. Desenvolvimento e Meio Ambiente. São Paulo: Studio Nobel/FUNDAP, 1993.

SAMPAIO, Luciano M.B.; RAMOS, Francisco S.; SAMPAIO, Yony. Privatização e eficiência das usinas hidrelétricas brasileiras. **Economia Aplicada** vol.9, n°3 Ribeirão Preto. July/Sept, 2005.

SANTOS, Boaventura de S. O Estado e os modos de produção do poder social. In: SANTOS, Boaventura de S. **Pela Mão de Alice**. São Paulo: Cortez, 1999. p. 115-134.

SANTOS, Boaventura de S.; AVRITZER, L. Para ampliar o cânone democrático. In: SANTOS, Boaventura de S. (org.). **Democratizar a Democracia: Caminhos da democracia participativa**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2003. p. 39-82.

SARKAR, Amin U.; SERKAN, Karagoz. Sustainable Development of Hydroelectric Power. **Energy**. Vol. 20. No. 10. p. 977-981, 1995.

SAUER, Ildo. Energia elétrica no Brasil contemporâneo: a reestruturação do setor, questões e alternativas. In: BRANCO, Adriano Murgel (org.). **Política Energética e Crise de Desenvolvimento**. São Paulo: Paz e Terra, 2002. p. 117-226.

SAYSEL, Kerem Ali; BARLAS, Yaman. **A dynamic model of salinization on irrigated lands in: Ecological Modelling**. 139. 2001. p. 177-199.

SCHAEFFER, Roberto; SZKLO, Alexandre Salem; CIMA, Fernando Monteiro; MACAHDO, Giovani. Indicators for sustainable energy development: Brazil's case study. **Natural Resources Forum**. 29 (2005) 284-297.

SCHINDLER, Walfredo; SALATI, Eneas. Alternativas para controle das variações climáticas. **Revista Com Ciência**. No. 85, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=22&id=239>>. Acesso em: 01 de outubro de 2007.

SCHMITZ, P. I., *et al.* **Arqueologia no Cerrados do Brasil Central** – Sudoeste da Bahia e Leste de Goiás – Projeto Serra Geral. São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas, 1996. Antropologia, n° 52. 198 p.

SEINFRA, Secretaria de Estado de Infra-Estrutura, Estado de Goiás. **Parque Gerador Elétrico**. Julho, 2007. Disponível em: <http://www.seinfra.goias.gov.br/set/PGE_2007.pdf>. Acessado em 15 de outubro de 2007.

SEMARH, Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás. **Estudo dos recursos hídricos da Região Nordeste**, 2002. Disponível em: <<http://www.semarh.goias.gov.br>>. Acesso em: 08 de janeiro de 2007.

SEPIN, Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação. **Conheça os municípios goianos**. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br/sepim/>>.

SEPLAN, **Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás**. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br>>.

SEPLAN, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás. **Programa de Desenvolvimento Sustentável do Nordeste Goiano – Nordeste Novo**. Superintendência de Planejamento e Controle do Estado de Goiás. 2006. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br/down/desenvregional/Nordeste%20Goiano.pdf>>. Acesso em: 16 de outubro de 2007.

SEPLAN, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás. Turismo e Belezas Naturais. **Revista Economia e Desenvolvimento**. No. 21. 2005. p. 67-73. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br/rev/revista21/cap14.pdf>>. Acesso em: 12 de novembro de 2007.

SEVÁ FILHO, Arsênio Oswaldo; PINHEIRO, Maria Fernanda Bacile. Conflitos Sociais e Institucionais na Caracterização Recente de Algumas Concessões de Aproveitamentos Hidrelétricos Assinadas entre 1997 e 2000. **III Encontro ANPPAS**. Brasília, 2006.

SILVA, Demetrius D., PRUSKI, Fernando F. **Gestão de Recursos Hídricos – Aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Recursos Hídricos, 2000. 659 p.

SILVA, J.M.C. da; BATES, J.M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado region, Brazil. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, 103. p. 357-363. 2002.

SHIKI, S. Sistema Agroalimentar nos Cerrados: caminhando para o caos? In: SHIKI, S., GRAZIANO DA SILVA, J. e ORTEGA, A.C. (orgs). **Agricultura, Meio Ambiente e Sustentabilidade do Cerrado Brasileiro**. Uberlândia, Editora da UFU, 1997. p.135-165.

SIMONOVIC, Slobodan P. Assessment of Water Resources Through System Dynamics Simulation: From Global Issues to Regional Solutions. **IEEE Computer Society**, 2002.

SIPOT, Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro. **Eletrobrás**. Disponível em: <http://www.eletrobras.gov.br/mostra_arquivo.asp?id=http://www.eletrobras.gov.br/downloads/em_atuacao_sipot/tabela_dados_atlas_SIPOT.pdf&tipo=sipot>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2007.

SOARES, Sebastião Roberto. Análise Multicritério e Gestão Ambiental. In: PHILIPPI JR., Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet (Editores). **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004.

SODRÉ, Maria Lúcia da Silva. **População tradicional ribeirinha e dilemas ambientais: analisando o Assento Agro-extrativista São Francisco**. Texto referenciado na tese de doutorado em Sociologia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Território da Cidadania. 2005. 12 p.

SOUZA, Cláudio René Garcia de; ANJOS, Flávio Sacco dos. Políticas Públicas de Eletrificação Rural: Desafios e Possibilidades da Universalização de Energia no Meio Rural. **VII Enpós**. 2005.

SOUZA, Josiane do S. Aguiar; BRASIL JR., Antônio C. Pinho. Indicadores de Alterações Socioambientais Locais causadas pela Introdução de Energia Elétrica em Comunidades Rurais Isoladas. **XI Congresso Brasileiro de Energia**, agosto, 2006.

STERMAN, John. **Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World**. USA: Mc Graw-Hill, 2000.

STUNTZ, Lees N. Dynamic Modeling with Computers: A Tool for Learning. **Creative Learning Exchange**. Disponível em: <www.clexchange.org>. Acesso em: 18 de outubro de 2007.

TANWAR, Nitin. Clean development mechanism and off-grid small-scale hydropower projects: Evaluation of additionality. **Energy Policy**. Vol. 35, pp. 714-721, 2007.

THOMANN, Robert V; MUELLER, John A. **Principles of surface water quality modeling and control**. Harper & Row, Publishers, 1987. 327 p.

TIAGO FILHO, Geraldo Lúcio. *et al.* Um Panorama das Pequenas Centrais no Brasil. Comitê Brasileiro de Barragens. **V Simpósio de Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas**. Florianópolis, abril de 2006.

TIAGO FILHO, Geraldo Lúcio. As Novas Diretrizes da ANEEL para o Enquadramento de Pequenas Centrais Hidrelétricas. **SPH News**. 2003.

TIAGO FILHO, Geraldo Lúcio (org); FILHO, Geraldo Lúcio Tiago, VIANA, Augusto Nelson Carvalho, GUEDES, Alessandra Cherubino (equipe). Pequenas Centrais Hidrelétricas. In: TOLMASQUIM, Maurício Tiomno (org.). **Fontes Renováveis de Energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Relumé Dumará, 2004. p. 163-206.

TIMILSINA, Govinda R.; SHRESTHA, Ram M. General equilibrium effects of a supply side GHG mitigation option under the Clean Development Mechanism. **Journal of Environmental Management**. 80 (2006) 327-341.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno (org.). Fontes Renováveis de Energia no Brasil. Rio de Janeiro. CENERGIA. **Interciência**, 2003. 515 p.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno (org.). **Alternativas Energéticas Sustentáveis no Brasil**. Rio de Janeiro: Relumé Dumará, 2004. 487 p.

UCG, Universidade Católica de Goiás. Espeleologia: Viagem ao Centro da Terra. **Revista FlashUCG**, 2007. Disponível em: <<http://www2.ucg.br/flash/Espeleologia.html>>. Acesso em: 07 de janeiro de 2008.

UEG, Universidade Estadual de Goiás. Unidades Universitárias. **Unidade Universitária de Posse**. Disponível em: <<http://www.posse.ueg.br/historico.php?acao=listar>>. Acesso em: 07 de janeiro de 2008.

VEIGA, José Eli da. **Meio Ambiente e Desenvolvimento**. São Paulo: Editora Senac São Paulo. 2006. 180p.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgoto**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2ª Edição. Belo Horizonte, 1996.

XAVIER, Flávio Galdino; SANTOS, Arion de Castro Kurtz dos. A Modelagem Computacional, Utilizando o Laboratório de Aprendizado Experimental com Animação para o Pensamento Sistêmico (STELLA), em Tópicos de Educação Ambiental. **XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação** – NCE – IM/UFRJ, 2003.

WCD – World Commission on Dams. Dams Reconsidered. Adapted from “Dams and Development: A New Framework for Decision Making”. **Energy**. Thomson Gale, 2001. Disponível em: <http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-712369_ITM>. Acesso em: 14 de agosto de 2007.

WEBER, Jacques; BAILLY, Denis. Gestão de recursos renováveis: fundamentos teóricos de um programa de pesquisa. In: FREIRE, Paulo; WEBER, Jacques. **Gestão de recursos renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental**. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2002. p. 115-146.

WERBACH, Adam. **Ecologia como Auto-Ajuda**. Revista Super Interessante. Edição 248. Janeiro, 2008. p. 23-25.

ANEXOS

ANEXO 1 – PAÍSES PARTE DO ANEXO I DO PROTOCOLO DE QUIOTO

Alemanha	Islândia
Austrália	Itália
Áustria	Japão
Belarus (a)	Letônia (a)
Bélgica	Liechtenstein *
Bulgária (a)	Lituânia (a)
Canadá	Luxemburgo
Comunidade Européia	Mônaco *
Croácia (a) *	Noruega
Dinamarca	Nova Zelândia
Eslovaquia (a) *	Países Baixos
Eslovênia *	Polônia (a)
Espanha	Portugal
Estados Unidos da América	Reino Unido da Grã-Bretanha e
Estônia (a)	Irlanda do Norte
Federação Russa (a)	República Tcheca (a) *
Finlândia	Romênia (a)
França	Suécia
Grécia	Suíça
Hungria (a)	Turquia
Irlanda	Ucrânia (a)

(a) Países em processo de transição para uma economia de mercado.

* Nota do Editor: Países que passaram a fazer parte do Anexo I mediante emenda que entrou em vigor no dia 13 de agosto de 1998, em conformidade com a decisão 4/CP.3 adotada na COP 3.

ANEXO 2 – PAÍSES PARTE DO ANEXO B DO PROTOCOLO DE QUITO

PARTES	porcentagem do ano base ou período
Alemanha	92
Austrália.	108
Áustria.	92
Bélgica	92
Bulgária*	92
Canadá..	94
Comunidade Européia	92
Croácia*	95
Dinamarca	92
Eslováquia*	92
Eslovênia*	92
Espanha.	92
Estados Unidos da América.	93
Estônia*.	92
Federação Russa*	100
Finlândia	92
França.	92
Grécia.	92
Hungria*	94
Irlanda	92
Islândia	110
Itália	92
Japão	94
Letônia*	92
Liechtenstein	92
Lituânia*	92
Luxemburgo	92
Mônaco	92
Noruega.	101
Nova Zelândia.	100
Países Baixos.	92
Polónia*.	94
Portugal	92
Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte.	92
República Tcheca*	92
Romênia*	92
Suécia.	92
Suíça.	92
Ucrânia*	100

* Países em processo de transição para uma economia de mercado.

ANEXO 03 - ELEMENTOS PREPARATÓRIOS

A escolha da PCH Mambaí II não se deu por acaso, entre outros fatores foi determinante primeiramente, a abertura dada pelos empreendedores e pela construtora em realizar o modelo conceitual e a captação de dados pela empresa de consultoria responsável pela elaboração dos projetos ambientais e construtivos. Outros fatores tornaram a pesquisa interessante, como: estar localizada em uma área relativamente isolada e de baixo crescimento econômico, o fato de o empreendimento estar ainda em fase de construção, com previsão do início da operação em 30 de maio de 2008¹⁰⁴, ser pertencente a um programa governamental de incentivo à construção de fontes alternativas – PROINFA e estar inserida no sistema Cerrado.

O local da construção do empreendimento é cercado de belezas cênicas caracterizada pelas formações geológicas presentes, que dificultam a antropização de alguns destes locais pelas próprias condições naturais. Além disso, há um isolamento provocado por questões socioeconômicas já que o nordeste goiano situa-se na periferia do crescimento do estado de Goiás e não possui atrativos econômicos que façam que o governo promova programas de fomento na região.

A sensação de “volta ao passado” é freqüente, não pelo fato de haver uma cidade tombada pelo patrimônio histórico, mas pelo relativo isolamento que provocaram nas relações sociais uma endogenia na qual renega os fatores exógenos ao desenvolvimento a partir dos conhecimentos tradicionais fundados nas relações de solidariedade e auto-ajuda. Outra questão relevante é a presença de traços do poder fundados no coronelismo, onde as negociações de maior vulto só ocorrem entre os expoentes da oligarquia rural.

O isolamento voluntário renuncia a uma educação crítica voltada para uma organização formal, deixando a população num obscurantismo espontâneo, incapaz de influenciar ou pressionar o poder estabelecido. Aliás, o poder no município de Sítio d’Abadia pertence a uma mesma família a mais de 45 anos. A chegada de meios produtivos que possam alterar a dinâmica estabelecida no município é sempre vista com algumas restrições, pois podem quebrar tal hegemonia. Na região em questão não existe uma classe média constituída.

¹⁰⁴ O início da construção do empreendimento foi em junho de 2006.

Na verdade, a construção da usina não conseguiu influenciar no modo de vida da população. Mesmo podendo ter seus ganhos superiores ao que o município proporciona, muitos preferiram manter seu modo de vida preservado, sem a correria de um empreendimento deste porte e principalmente, por ter um curto tempo de duração. A grande maioria não considera vantajoso trabalhar temporariamente e depois voltar a seu antigo modo produtivo, a percepção de ganho é apenas pontual, sem pensar em um investimento futuro.

Para a realização da arquitetura conceitual do modelo, a execução de um trabalho de campo foi fundamental. O modelo, por ser conceitual, poderia não conseguir captar as reais alterações constituídas da construção de uma PCH caso não fosse realizado um estudo onde as alterações estão em pleno processo.

O trabalho de campo deu-se no início do mês de outubro, quando retorna o período chuvoso na região Centro-Oeste. Entretanto, no ano de 2007, as chuvas sofreram um atraso devido ao fenômeno La Niña e, talvez, por um reflexo das alterações climáticas que o planeta vem passando. Provavelmente, o retorno das chuvas se dará no mês de novembro, enquanto isso o empreendimento aproveita este momento seco para acelerar o seu cronograma.

O cronograma inicial do empreendimento era para que a usina passasse a gerar energia em dezembro de 2007. Conforme a Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, art. 3º, item I, alínea *a*, fica instituído que o início de funcionamento das usinas pertencentes à primeira chamada do Programa estejam produzindo até em 30 de dezembro de 2006. Entretanto, a grande maioria dos projetos selecionados no PROINFA não conseguiu cumprir seus cronogramas, sendo que a data limite passou a ser 30 de dezembro de 2007, com subsídios para o início dos pagamentos em junho de 2008.

No caso da PCH Mambaí II, o atraso do empreendimento deu-se na construção da casa de força, onde serão fixadas as duas Turbinas Francis com eixo horizontal, com potência unitária nominal de 6,25 MW e rendimento máximo de 95% (RAS, 2002). Durante a escavação em rocha para a realização da fundação, foi encontrada uma falha geológica que consumiu o equivalente a 2.000 m³ de concreto e 90 dias de obra.

O trabalho de campo priorizou os dados e informações das seguintes documentações: Relatório Ambiental Simplificado – RAS para a aprovação da Licença de Implantação – LI da

usina, os relatórios dos Programas Básicos Ambientais – PBAs, dados relativos à obra através da Construtora Central do Brasil – CCB, entrevistas com os engenheiros responsáveis pelo empreendimento, com a engenharia do proprietário (fiscalização a obra para os empreendedores), com os funcionários, e com a população da zona rural e da zona urbana.

Foram realizadas entrevistas com os gestores públicos municipais da região do estudo e com os gestores públicos estaduais das áreas ambiental, social, econômica e de planejamento do Estado de Goiás. Além disso, a empresa de consultoria CTE, contribuiu significativamente para o levantamento dos dados da sub-bacia do rio Corrente, outros dados foram coletados através da bibliografia específica do assunto.

Dados da usina

A pequena central hidrelétrica, denominada PCH Mambaí II¹⁰⁵, localizada na bacia hidrográfica do Rio Corrente visa a geração de energia elétrica, com 12 MW de potência instalada. A conexão da PCH Mambaí II com o sistema regional foi prevista na subestação de Alvorada do Norte via um circuito simples de 34,5 kV, a ser implantado na diretriz do sistema de transmissão, na faixa de servidão do mesmo.

O objetivo da PCH Mambaí II¹⁰⁶, é aumentar em cerca de 7,10 MW médios, a energia firme no nordeste do Estado de Goiás. No entanto, dada a sua localização próxima às cidades de Sítio d'Abadia, Damianópolis, Mambaí dentre outras, o seu funcionamento será de grande importância para o desenvolvimento econômico da região (RAS, 2002).

¹⁰⁵ Vide anexo 09 – Arranjo Geral do Empreendimento – Planta.

¹⁰⁶ A PCH Mambaí II terá sua energia produzida alocada no Mecanismo de Relocação de Energia – MRE. O Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) é um mecanismo financeiro que objetiva o compartilhamento dos riscos hidrológicos que afetam os geradores na busca de garantir a otimização dos recursos hidrelétricos dos sistemas elétricos interligados e a correção de uma distorção econômica de geradores hidrelétricos e reservatórios (CCEE, 2007). Segundo Baran (2002, p.95), o MRE é um mecanismo “hedging” compulsório entre as usinas hidrelétricas que compõe o sistema. No contexto do MRE, cada usina hidrelétrica recebe a cada período um *crédito de energia* (MWh) proporcional à produção hidrelétrica total (soma da produção de todas as usinas hidrelétricas) nesta mesma etapa. O fator de proporção é dado pela razão entre *certificado de energia assegurada* da hidrelétrica e a soma dos certificados de todas as usinas participantes do MRE. Este crédito de energia, e não a energia produzida fisicamente pela mesma, é então utilizado pra atender o contrato da usina. Como a produção *total* de energia hidrelétrica (e, portanto o crédito de energia) é muito mais constante que a produção individual das usinas hidrelétricas, conclui-se que o MRE é um esquema eficiente de redução da volatilidade e risco hidrológico.



Foto 1: Placa de obra

Placa 01: Consórcio responsável pelo empreendimento.

Placa 02: Financiamento pelo PROINFA.

Fonte: própria da autora, 09/10/2007.

A linha de transmissão em 69 kV (LT 69 kV) possibilitará a transmissão de energia produzida pela PCH Mambai II, desde o chaveamento na subestação adjacente à usina até a subestação de Alvorada do Norte, de propriedade das Centrais Elétricas de Goiás - CELG. A Subestação Mambai foi implantada em área de propriedade da PCH Mambai II (Consórcio Produtores de energia –CPE / Rio Corrente S/A) como componente do projeto da usina, devendo alcançar uma potência de transformação suficiente para a transmissão em 69 kV.

Na mesma localidade da PCH Mambai II, está instalada a UHE Mambai, de propriedade da CELG com capacidade de geração de 0,35 MW. O consórcio responsável pelo empreendimento repassará a CELG estes 0,35 MW de energia produzida, com capacidade de produção de 0,25 MW de energia firme e o restante destinado ao Mecanismo Realocação de Energia (MRE).

No art. 3º da Lei nº 10.438, 26 de abril de 2002, que regulamenta o PROINFA, consta como uma obrigatoriedade para que uma parcela dos empreendimentos do Programa sejam elegíveis como MDL:

(...) que todos os produtores até o dia 30 de janeiro de cada exercício, os produtores emitirão um Certificado de Energia Renovável (CER), em que conste, no mínimo, a qualificação jurídica do agente produtor, o tipo da fonte de energia primária utilizada e a quantidade de energia elétrica efetivamente comercializada no exercício anterior, a ser apresentado à ANEEL para fiscalização e controle das metas anuais”¹⁰⁷



Foto 2: Vista da barragem existente – UHE Mambaí.
Fonte: própria da autora, 09/10/2007.

A elegibilidade da PCH Mambaí II no MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - é de responsabilidade da Eletrobrás, já que a usina é participante de um programa governamental – PROINFA – onde a venda dos créditos de carbono obtidos pela redução de emissão de gases de efeito estufa (Reduções Certificadas de Emissões – CER's é debitada na Conta de Desenvolvimento Energético – CDE – e não para os investidores da usina. Os estudos de viabilidade das PCHs participantes do programa estão sendo executados pela COPPE/UFRJ e encaminhadas à Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC) para que sejam analisados e posteriormente aprovados para a venda dos créditos de carbono. A PCH Mambaí II não possui ainda nenhum estudo para a venda de créditos de carbono.

¹⁰⁷ Idem Lei n° 10.438, 26 de abril de 2002, art. 3º, alínea e.

Localização

A PCH Mambaí II, situa-se no rio Corrente no município de Sítio d'Abadia. O eixo de barramento da pequena central hidrelétrica está localizado nas coordenadas geográficas 14°41' de latitude sul e 46°21' de longitude oeste, que se distancia aproximadamente cerca de 20 Km da cidade de Sítio d'Abadia (SEPIN, 2007).

O acesso rodoviário, a partir de Brasília, é realizado pela BR-020 até a cidade de Alvorada do Norte. A partir daí percorre-se cerca de 70Km até o local da usina.

Caracterização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos

O rio Corrente, afluente da margem direita do rio Paranã, nasce na Serra Geral de Goiás, na altura do paralelo 14°50' de latitude sul e meridiano 46°05' de longitude oeste, em uma vereda situada perto da divisa entre Goiás e Minas Gerais. Seu curso tem direção predominantemente noroeste na quase totalidade de sua extensão.

A sub-bacia hidrográfica do rio Corrente, com área de drenagem de 7,957 Km², se acha limitada pelos paralelos 14°00' e 15°30' de latitude sul e os meridianos 45°30' e 47°00' de longitude oeste.

A área de estudo, localiza-se entre os paralelos 14°39' e 14°45' de latitude sul e meridianos de 46°13' e 46°20' de longitude oeste e encontra-se inseridos no município de Sítio d'Abadia.

Área de drenagem	893	m ³
Precipitação média anual	1250	mm
Evaporação média anual	1050	mm
Evaporação média mensal	199,50	mm
Vazão MLT (Período 1937/1994)	12,30	m ³ /s
Vazão firme (95%)	3,28	m ³ /s
Vazão de projeto (TR 10.000 anos)	708	m ³ /s

Quadro 01: Dados hidrometeorológicos

Fonte: Relatório Ambiental Simplificado da PCH Mambaí II, RAS, 2002.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
6,64	5,37	5,97	6,38	3,99	3,11	2,67	2,43	2,40	2,77	2,54	6,15

Quadro 02: Vazões mínimas médias mensais (m³/s)

Fonte: Relatório Ambiental Simplificado da PCH Mambai II, RAS, 2002.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
106,9	138,2	134,0	138,9	211,5	225,7	292,3	342,2	332,8	225,9	140,9	111,3

Quadro 03: Evaporação média mensal (mm)

Fonte: Relatório Ambiental Simplificado da PCH Mambai II, RAS, 2002.

Hidrografia

O rio Corrente é um importante tributário do rio Paranã, pela margem direita, tendo suas cabeceiras principais localizadas a cerca de 750 metros de altitude, aproximadamente 14°50' de latitude sul e 46°05' de longitude oeste, em uma vereda situada perto da divisa entre Goiás e Minas Gerais.

A rede de drenagem é bastante ramificada, com numerosos afluentes e subafluentes, sobretudo pela margem direita. Os principais tributários na área de influência do aproveitamento pela margem direita, de montante para jusante, são o córrego Jataí, o riacho Fundo e o ribeirão João Vidal e, pela margem esquerda, o córrego Clara, o córrego Itacarembó e o ribeirão Laje Grande. Alguns dos tributários são temporários, sobretudo os de primeira e segunda ordem.

O curso do rio Corrente apresenta uma extensão total de 216 Km, com uma declividade média de 0,15% entre as cabeceiras situadas à altitude em torno de 750 metros e com a sua confluência com o rio Paranã na cota de 423 metros.

Reservatório

O reservatório da PCH Mambai II, ocupará uma área de 0,29 Km² para o nível máximo normal (711,5m) e volume total de 2,583x10³ m³. A área efetivamente inundada descontada a calha do rio, será de 0,18 Km².

O reservatório da PCH Mambai II inundará uma pequena parcela de terra do município de Sítio d'Abadia. O quadro abaixo apresenta a área total do município e a área inundada do empreendimento.

Município	Área do município (Km ²)	Área inundada (Km ²)	%
Sítio d'Abadia	1.598,337	0,18	0,01

Quadro 04: Área diretamente alagada do reservatório

Fonte: Relatório Ambiental Simplificado da PCH Mambai II, RAS, 2002.

Operação do reservatório

Para operação do reservatório foi admitido um deplecionamento de 1,0 m do reservatório, para fins de regularização diária. Com o nível da água normal fixado na cota 711,50 m, e considerando o volume entre esta cota e a cota 710,50 m, ou seja, um volume de 282×10^3 m³, é possível regularizar uma vazão de 3,28 m³/seg, equivalente à vazão da série natural com 95% de permanência, durante 24 hora ou 26,1 m³/seg durante 3 (três) horas no horário de ponta, valor este superior ao engolimento máximo da usina com potência instalada de 12 MW.

Em termos de garantia da usina é possível manter a geração máxima, durante 3 horas (horário de ponta), com 95% do tempo, conforme mostrado:

Vazão natural com 95% de permanência	3,28 m ³ /s
Vazão remanescente	0,50 m ³ /s
Engolimento máximo da usina	11,08 m ³ /s
Volume armazenado durante 21 horas (geração fora de ponta)	810,168 m ³ (3,28-0,50) x 21 x 3600
Volume necessário par geração plena no horário de ponta	114,264 m ³ (11,08-0,50) x 3 x 3600

Quadro 05: Garantia de funcionamento da usina

Fonte: Relatório Ambiental Simplificado da PCH Mambai II, RAS, 2002.



Foto 3: Dispositivo para manutenção da vazão remanescente com 0,5 m³/s.
 Fonte: própria da autora, 10/10/2007 e 04/03/2007.

Como o volume disponível no reservatório de 01 metro de depleção é superior ao volume necessário para regularização diária, a operação torna-se viável. A garantia da vazão remanescente ou vazão ecológica, de 0,50 m³/s, será mantida através de um dispositivo localizado na barragem de concreto na ombreira direita, adjacente ao vertedouro da crista livre.

Apesar da garantia da vazão sanitária em 0,50 m³/s, a caracterização do rio Corrente será alterada permanentemente, influenciando diretamente na qualidade e quantidade da água do rio à jusante do empreendimento, principalmente no período de seca, de maio a setembro. Ainda no rio Corrente estão previstas três outras PCHs à jusante da PCH Mambaí II, as PCHs Vidal, Vermelho I e Alvorada, com capacidade instalada de 6,30 MW, 7,80 MW e 10,30 MW, respectivamente, totalizando no rio Corrente 36,40 MW de potência instalada. Com relação a área alagada, não há como determinar com certeza quanto irá alagar, pois ocorrem diferenças entre o inventário e o projeto básico, já que topografia local é determinante nestes casos.

Vida útil do reservatório

Conforme dados do Relatório Ambiental Simplificado (RAS, 2002), para a avaliação da vida útil do reservatório, foram determinados os volumes de sólidos afluentes do mesmo para diversos horizontes de análise. Para simplicidade dos cálculos, foi considerada a deposição dos mesmos em camadas horizontais.

O tempo para que o assoreamento atinja a soleira da tomada d'água é de aproximadamente 64 anos, ao passo que o tempo para o assoreamento total do reservatório é de 135 anos. As cotas atingidas pelo assoreamento em 50 e 100 anos são respectivamente 704,44 e 709,02m.

Qualidade da água

O rio Corrente apresenta uma parcela considerável do seu curso inserido em uma região com baixa densidade populacional o que vem contribuindo para a manutenção de uma qualidade de suas águas dentro de um ótimo ecológico que o torna próximo de um padrão natural, em que pese ser um tipo de manancial cuja vazão apresenta significativa flutuação no nível de suas áreas ao longo do ano.

Através de um levantamento hidrosanitário em toda a sua bacia realizado pela empresa de consultoria CTE (RAS, 2002), verificou-se que as águas do rio Corrente tem sido utilizadas para usos nobres como a dessedentação de animais, geração de energia, lazer e para suprimento de sistemas de abastecimento público de águas de cidades importantes que foram edificadas na sua bacia.

Caracterização local

Em entrevista realizada no dia 18 de outubro de 2007, na Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás – SEPLAN, com os gestores de Desenvolvimento Regional do Nordeste Goiano, a Sra. Regina Beatriz Simon e o Sr. Paulo Roberto Félix Machado, foi possível coletar informações não visíveis no trabalho de campo.

Os municípios do estudo integram uma região que ocupa o último lugar em desenvolvimento socioeconômico no Estado de Goiás. Historicamente o nordeste de Goiás sempre foi uma região relativamente isolada em termos econômicos e politicamente esquecida pelos sucessivos governos, seja da província, seja do Estado. A partir do ano de 2005, diversas ações de desenvolvimento estão executadas, em andamento e previstas, mas assim mesmo, a região apresenta entraves para o desenvolvimento devido a características culturais.

A população da região do estudo em questão atribui o crescimento local como uma obrigação do poder público. Ou seja, os setores produtivos são incapazes de se desenvolverem

sem que haja a interferência de ações institucionais. No caso do município de Sítio d'Abadia, a situação é um pouco mais delicada. O município é um dos mais antigos da região, com data de fundação de 1.850 e está em uma localidade isolada do Estado, preservando características de coronelismo. O poder político de Sítio d'Abadia é mantido há 45 anos por integrantes da mesma família. Em 2006, talvez o único oponente político desta família foi assassinado pelo pai do atual prefeito.

Em entrevista de campo realizada com a população mais carente do município, foi necessário o descarte de algumas entrevistas, pois a população é mantida no obscurantismo, na ignorância e sem acesso à informação e educação, situação que garante a manutenção da família no poder e neutralização possíveis opositores. Conseqüentemente, não conseguem perceber a chegada de uma obra de infra-estrutura na região.

A questão da infra-estrutura é outro gargalo no município, a cidade não possui rede de água e esgoto. A questão do saneamento básico na região é de elevado custo para as soluções técnicas encontradas, uma vez que a grande maioria dos rios que passam próximos à cidade em uma cota bem inferior onde esta foi implantada. A população é abastecida por poços artesianos ou cisternas, e o esgoto é lançado "in natura" nos rios mais próximo ou em fossas sépticas ou simplesmente fossas. A população não faz muita questão de ter saneamento básico, mas fez questão da pavimentação completa da cidade.

Outra questão de infra-estrutura são as constantes interrupções de energia elétrica. A falta de informação e do discernimento das informações, não permitiram a população compreender que a energia gerada pela PCH irá integrar o Mecanismo de Realocação de Energia (MRE), ou seja, a energia gerada no município além de abastecer a região implantada poderá também abastecer outras localidades ou até mesmo outras regiões e não exclusivamente o município em questão.

A principal dificuldade com relação à contratação de mão-de-obra no município foi que a dinâmica da construção não seguia a dinâmica do modo de vida da população ali residente. Durante a pesquisa de campo constatou-se que há apenas 04 funcionários de Sítio d'Abadia que trabalham no empreendimento.

A usina não conseguiu transformar e dinamizar de fato a economia da região no que se refere aos setores produtivos do município. Houve na realidade um salto no ISSQN – Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza e do ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços recolhido para a prefeitura de Sítio d’Abadia. Na região do Vão do Paranã no Estado de Goiás a arrecadação mensal de ICMS em 2007 foi de aproximadamente 417.042,54¹⁰⁸ e a somente a usina recolheu neste mesmo período um valor ICMS aproximado de 25%¹⁰⁹ do total de circulação de mercadoria da região.

Com relação a arrecadação de ISS, a usina gerou para o município de Sítio d’Abadia no ano de 2007 aproximadamente 475.000,00¹¹⁰ em recolhimento de impostos. A utilização destes recursos adicionais ao município depende antes de tudo, da gestão política determinada pelo poder público em consonância com as necessidades socioeconômicas da localidade. Ou seja, os recursos advindos da construção e operação da usina serão perceptíveis à comunidade de Sítio d’Abadia pela forma de como será empregado no desenvolvimento e na dinamização local.

Articulação político-institucional

As limitações impostas pelas características naturais e o modo de vida rural marcam as relações sociais e a organização da sociedade local. Num contexto de relativo isolamento e endogenia social, o poder dos grandes proprietários perpetuou-se até os dias atuais. São eles que detêm o controle político e econômico da maioria dos municípios do Vão do Paranã.

Senhores das terras e conseqüentemente da produção e da economia local, os grandes proprietários são os responsáveis pelo verdadeiro poder político e do controle social. Os núcleos urbanos são dependentes da produção rural e não oferecem condições para o surgimento de uma classe média capaz de contrapor-se ao poder dos proprietários rurais.

Por outro lado, apesar da crescente penetração do capitalismo na economia local, as relações tradicionais entre os pequenos proprietários e os trabalhadores rurais, fundadas na

¹⁰⁸ Dados da Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás – SEFAZ-GO. Janeiro de 2008.

<http://www.sefaz.go.gov.br/>

¹⁰⁹ Dados da entrevistas com os gestores da Secretaria de Planejamento do estado de Goiás – SEPLAN/GO.

¹¹⁰ Dados da Construtora Central do Brasil – CCB, empresa responsável pela construção do empreendimento.

solidariedade e auto-ajuda, ainda persistem e desempenham papel importante nas comunidades rurais. A troca de tarefas, os mutirões para o plantio e colheita, as próprias deficiências de infra-estrutura, aproximam as pessoas, criando relações de amizade e vizinhança que, todavia não atingem o nível de organização de um movimento comunitário formalmente constituído, capaz de influenciar ou pressionar o poder estabelecido.

O poder público municipal, formalmente exercido pelo prefeito e pelos vereadores, é na verdade a resultante de barganhas e negociações entre os expoentes da oligarquia rural.

Dados econômicos

Desde o início de sua ocupação, há cerca de dois séculos atrás, o nordeste goiano foi uma região periférica dentro de um Estado, que por sua vez situava na periferia da região Sudoeste, área nuclear da economia e do poder político do Brasil. A partir da década de 1960, Brasília, a nova capital federal tornou-se o epicentro das grandes transformações sociais, econômicas e geopolíticas que atingiram todos os recantos do País, mas tiveram repercussão mais intensa e profunda nas áreas circunvizinhas refletindo, também, de forma mais atenuada na região enfocada neste estudo, até então relegada a um total esquecimento por parte dos governantes (RAS, 2002).

Desde o ano de 1998, o governo do Estado de Goiás vem implementando ações sob a coordenação da Agência de Desenvolvimento Regional (AGDR). A principal ação que surtiu um efeito maior na região foi o Programa de Desenvolvimento Sustentável do Nordeste Goiano (PDNG), também chamado de “Nordeste Novo”, cujo objetivo, segundo a AGDR, é corrigir os desequilíbrios socioeconômicos na região, diminuindo a sua defasagem em relação à parte mais desenvolvida do Estado. As ações programadas buscam – em parceria com a iniciativa privada e com participação de órgãos e agências dos governos federais, estaduais e municipais – aumentar a produção agrícola, desenvolver a pecuária e promover a instalação de unidades agroindustriais.

Município	R\$ (mil)	% Estado	Ranking	PIB <i>per capita</i>
Alvorada do Norte	34.895	0,08	142°	4.563
Sítio d'Abadia	16.877	0,04	211°	6.376

Quadro 06: PIB total e *per capita*

Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2007.

Os maiores investimentos foram destinados à ampliação da infra-estrutura econômica (energia, transporte, irrigação), mas também foram previstos recursos para outros setores como saneamento, habitação, saúde, educação, promoção social e regularização fundiária. O PDNG inclui também ações de estímulo ao turismo, atividade com grande potencial, mas ainda praticamente inexistente na região.

Segundo dados da Secretaria Estadual de Planejamento e Desenvolvimento (SEPLAN, 2007), o Produto Interno Bruto (PIB) do município de Alvorada do Norte, em 2004 era de R\$ 34.895.000 reais (equivalente a 0,08% do PIB do Estado) valor que dividido pela população total do município, resulta num PIB *per capita* de R\$ 4.563 reais. No mesmo ano, o PIB de Sítio d'Abadia era de R\$ 16.877.000 reais (representando 0,04% do PIB do Estado e o PIB *per capita* de R\$ 6.376 reais). Na classificação em termos de PIB, Alvorada do Norte e Sítio d'Abadia ocupavam respectivamente 142º e 211º lugares entre os 242 municípios goianos.

Principais atividades econômicas

Na área de estudo o setor primário ocupa principal destaque das atividades econômicas da região. Dentre as atividades primárias, a bovinocultura é a atividade com maior tradição entre os moradores e a que mais profundamente marca paisagem rural dos municípios. Sendo que a agricultura é importante para a subsistência da região

Apesar da relevância da agricultura e pecuária na região do estudo, a escala de produção é modesta e pouco representativa no contexto estadual. Somente o rebanho bovino apresentou um crescimento significativo entre os anos de 1998 e 2003, vindo a declinar novamente pós este período. A quase totalidade do rebanho é constituída de gado de corte e as atividades de cria e recria são as mais importantes (RAS, 2002). Há apenas um abatedouro na região de estudo, inaugurado em 22 de maio de 2006, no município de Posse. Em Sítio d'Abadia o abatimento de gado é ainda realizado por peões e de forma rudimentar por arma de fogo ou sangria do animal (SEPLAN, 2007).

Apesar do forte apelo à pecuária, incluindo criação de aves e a suinocultura, o cultivo de soja e cana-de-açúcar tem-se desenvolvido na região. Segundo dados do Sepin – Superintendência de Pesquisa e Informação do Seplan-GO (2007), a cultura de cana-de-

açúcar por enquanto não atende a nenhum mercado externo à região, permanecendo na microrregião de planejamento, abastecendo usinas e para consumo próprio com rapadura, açúcar mascavo e na fabricação de pinga. Aliás, nas comunidades do município estudado há mais estabelecimentos comerciais voltados à venda de bebidas de dose do que qualquer outro tipo de comércio.

Com relação à soja, está já está atendendo ao comércio externo da região, sendo transportadas para usinas de beneficiamento.

Estrutura fundiária

A área de estudo possui como característica principal à diferenciação entre os municípios que são cortados pela BR-020 e os demais municípios cortados por rodovias estaduais, a GO-108 e a GO-236, podendo ser percebido pelo número de habitantes urbanos e rurais e pelo comportamento fundiário da região. Os municípios com posição geográfica isolados possuem uma maior ruralização de seus espaços. Enquanto, os municípios que são rotas de escoamento de mercadorias, tem nos espaços urbanos o principal foco populacional e de crescimento econômico.

Municípios	População total	População urbana	%	População rural	%
Alvorada do Norte	8.217	7.070	86,04	1.147	13,96
Simolândia	6.915	5.735	82,94	1.180	17,06
Buritinópolis	28.850	21.671	75,12	7.179	24,88
Damianópolis	3.442	1.842	53,52	1.600	46,48
Mambaí	6.454	4.175	64,69	2.279	35,31
Posse	3.507	1.846	52,64	1.661	47,36
Sítio d'Abadia	3.251	1.034	31,81	2.217	68,19

Quadro 07: Perfil Socioeconômico dos municípios goianos – Aspectos demográficos

Fonte: SEPIN - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação / SEPLAN / Governo de Goiás, 2007.

Ao estabelecer um paralelo entre Alvorada do Norte e Sítio d'Abadia, que são respectivamente a cidade com o menor percentual de habitantes na zona rural e a outra com o maior percentual na mesma localidade, não apresentam diferenciações marcantes na estrutura fundiária de seus municípios. Em Alvorada do Norte, 73,68% das propriedades rurais são de pequeno porte, enquanto 9,70% são grandes propriedades. Sendo que as pequenas ocupam

16,39% da área destinada à zona rural e as grandes propriedades ocupam 64,48% desta área. Em Sítio d'Abadia a desigualdade é ainda maior, já que no município as pequenas propriedades perfazem o total de 61,96% das propriedades rurais existentes e ocupam apenas 6,05% da área destinada à zona rural.

Conforme as classes de área adotada pelo Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), a base da classificação é o módulo fiscal. A área do módulo fiscal pode variar de município para município, sendo definida pelo INCRA com base em diversos elementos, como tipo de exploração dominante, renda obtida com a exploração dominante, entre outros. No caso específico da área de estudo, considera-se como módulo fiscal uma área equivalente à 70 hectares. Ainda segunda a classificação do INCRA, as propriedades com até 04 módulos fiscais são consideradas pequenas, acima de 04 e até 15 módulos médios; e com mais de 15 módulos grandes (RAS, 2002).

Propriedades		Alvorada do Norte		Sítio d'Abadia	
Classes	Módulos	Número	Área total (ha)	Número	Área total (ha)
Pequenas	0 até 4	266	22.966,80	215	16.345,10
Médias	> 4 a 15	60	26.796,50	81	46.499,40
Grandes	> 15	35	90.347,50	51	207.485,60
Total	-	361	140.111,20	347	270.345,10

Quadro 08: Perfil das propriedades rurais de Sítio d'Abadia e Alvorada do Norte.

Fonte: Relatório Ambiental Simplificado, 2003 *apud* Anuário Estatístico de Goiás, 2002.

Através destes dados é possível perceber a forte concentração fundiária presente nos municípios da área de estudo. Tal característica foi herdada pelos aspectos culturais presentes na história da região, quando as terras dos municípios eram predominantemente ocupadas por grandes fazendas de gado. A concentração pode aumentar ainda mais com a introdução de novas culturas comerciais, como a soja e a cana-de-açúcar.

No município de Mambaí predominam solos com alta fertilidade, alterando o arranjo produtivo da região de pecuária para agricultura. Mas a situação que prevalece na maior parte da região são solos arenosos e com baixa fertilidade, mantendo a maioria das propriedades com características de agricultura de subsistência e atividades relacionadas à pecuária (RAS, 2002).

Instituições atuantes na região

O município de Sítio d'Abadia, segundo informações dos técnicos da SEPLAN (2008), é o que possui o menor número de instituições atuantes, e as que atuam no município trabalham com o agroextrativismo e técnicas agropecuárias. O destaque para o governo do estado de Goiás é a Agência Rural atuante em todos os municípios goianos e a Agência Goiana de Turismo - Agetur, além destes há o Serviço Brasileiro de Apoio as Micro e Pequenas Empresas do Estado de Goiás – Sebrae-GO - trabalhando com cadeias produtivas regionais e a Organização Não-Governamental Ecodata, com arranjos produtivos locais.

A Agência Rural e o Sebrae estão trabalhando com a cadeia produtiva da ovinocapricultura, caracterizada por animais que se adaptam bem a climas mais áridos e menos exigentes no consumo de água e alimentos, tornando-o mais viável para a agricultura familiar. A ONG Ecodata e, mais uma vez, a Agência e Rural e estão trabalhando com o arranjo produtivo agroextrativista do pequi e dos frutos do cerrado. A região do Vão do Paranã, principalmente, entre Sítio d'Abadia e Buritinópolis é caracterizada por extensas áreas de pequizeiro, fruto muito apreciado na culinária goiana e baiana, além de outras frutas características do cerrado e presente na alimentação da população do estado de Goiás.



Foto 4: Agência Rural do município de Sítio d'Abadia
Fonte: própria da autora, 12/10/2007.

A Agetur aos poucos vem introduzindo na região o turismo ecológico motivado pela espeleologia, principalmente no município de São Domingos, através do Parque Estadual de

Terra Ronca, com a organização de roteiros turísticos nas diversas cavernas pertencentes ao Parque e ao município. Além do Complexo São Domingos, há espeleologia em Simolândia, Iaciara e Mambaí (SEPLAN, 2005). O Estado de Goiás tem hoje registradas quase 500 cavernas e concentra basicamente dois grupos espeleológicos. O Grupo Bambuí, que tem idade entre 500 milhões e 600 milhões de anos e do qual 40% das cavernas fazem parte. O outro grupo é o Araxá, que tem entre 400 milhões e 500 milhões de anos e está distribuído pelas regiões centro, sul e sudoeste de Goiás (UCG, 2007).

Outra questão ligada ao turismo são as festas religiosas e populares, comuns à região e que possuem um forte simbolismo. Em Sítio d'Abadia são duas festas principais: a da padroeira da cidade, Nossa Senhora d'Abadia, comemorada em agosto e a do Divino Espírito Santo. Em quase todas as outras cidades pertencentes à região do Vão do Paranã são realizadas festas de cunho religioso e que atraem visitantes de diversas regiões.

Infra-estrutura / Sistema Viário

Alvorada do Norte localiza-se às margens da rodovia BR-020, grande eixo viário cuja importância transcende os limites do Estado, uma vez que interliga o Distrito Federal, o Estado de Goiás, a Bahia e ao sistema rodoviário da região Nordeste.

Entre as rodovias estaduais que cortam a região, onde se localiza o empreendimento, as mais importantes são: GO-236 e GO-108. A primeira, já pavimentada, é a principal ligação entre a BR-020 e as cidades de Buritinópolis e Mambaí. Nesta cidade a BR-236 interliga-se a rodovia BR-108 que no seu trecho meridional já pavimentado dá acesso a Damianópolis e Sítio d'Abadia. A GO-112 ainda não pavimentada é outra rodovia estadual de grande importância para o desenvolvimento local, constituindo uma ligação mais direta e mais curta (73 Km) entre Alvorada do Norte e Sítio d'Abadia.

Patrimônios históricos, culturais e arqueológicos

No final da década de 1970 e início da década de 1980, foram desenvolvidos projetos acadêmicos na busca de patrimônios históricos e principalmente arqueológicos da Bacia do Paranã e Serra Geral, e mais recentemente o pré-diagnóstico do potencial arqueológico do trecho a ser pavimentado da rodovia GO-108 – São Domingos / Terra Ronca.

O projeto Bacia do Paranã foi executado pelo Instituto Superior da Cultura Brasileira – ISCB/RJ, juntamente com professores do Museu Antropológico da Universidade Federal de Goiás. No decorrer deste projeto foram identificados e cadastrados mais de 25 sítios arqueológicos de significância pré-histórica, pertencentes a grupos de caçadores-coletores e grupos de agricultores ceramistas.

A maior parte desses assentamentos foram identificados nos abrigos calcários da região, mas também houve a ocorrência de sítios arqueológicos a céu aberto. As evidências arqueológicas da região são representadas por fragmentos cerâmicos e líticos lascados, este último aparece com maior frequência em áreas de cascalho. As manifestações rupestres também são comuns, principalmente nas paredes de abrigos ou paredões rochosos.

As análises dos vestígios arqueológicos identificados, principalmente nos abrigos, atestam para esta região uma datação através do método radiocarbônico (C14), de aproximadamente 11.000 anos AP, a mesma encontrada para os abrigos da região sudoeste do estado.

Em outros estudo coordenado pelo Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia da Universidade Católica de Goiás – IGPA/UCG e Instituto Anchietao de Pesquisas – UNISINOS, denominado Projeto Serra Geral com área de influência no leste do estado de Goiás e oeste do estado da Bahia, foram identificados diversos sítios arqueológicos pertencentes a grupos caçadores-coletores com datações variadas de aproximadamente 12.000 AP à 4.000 AP.

A pesquisa (1996) dividiu o território goiano e baiano em, respectivamente, Sistema Serra Geral e Sistema Corrente. O Sistema Serra Geral, mais homogêneo¹¹¹, compreende a região conhecida como Serra Geral de Goiás, que constitui o limite entre os estados de Goiás e Bahia. Os sítios arqueológicos registrados dentro desse sistema correspondem a pequenos

¹¹¹ O Sistema Serra Geral é considerado mais homogêneo por não ter dentro de sua área de estudo a formação plena da Caatinga, como ocorre com o Sistema Corrente, que conduziram a uma sub-divisão do mesmo em Sub-sistema dos Gerais e Sub-sistema da Caatinga (SCHMITZ, *et al*, 1996, p.10).

abrigos sob-rocha, desenvolvidos em calcário, freqüentemente próximos a um córrego ou rio de pequena dimensão, ou em entradas luminosas de grutas (SCHMITZ, *et al.*, 1996, p.09).

Os sítios históricos, identificados para aquela região, caracterizam-se por vestígios de muros de pedra e restos de antigas edificações, as quais podem estar associadas a estruturas de garimpo do período colonial ou até mesmo a quilombos.

Tendo por base a breve caracterização cultural descrita anteriormente para a região, pode atestar que a PCH Mambaí II e seu entorno, alto grau de significância, com médio e alto potencial arqueológico, apesar de não ter sido identificado nenhum sítio na área diretamente afetada (RAS, 2002).

Potencial turístico ligado aos recursos hídricos

O ecoturismo ligado aos recursos hídricos na região do Vão do Paranã possui uma potencialidade ainda não divulgada. O ambiente local proporciona margens de rios com recantos de mata, cascatas, praias e remansos. Além disso, há locais para a prática de esportes radicais como descidas de rapel, escaladas, ciclismo rural, tirolesas assim como a prática de esportes aquáticos como o canoísmo em botes, caiaques, *rafting*, *aquaride* e *bóia cross* (AGEPEL, 2007). No entanto, a infra-estrutura dos municípios pertencentes ao Vão do Paranã não possui capacidade adequada de atender uma crescente demanda de turismo. Um exemplo é o município de Sítio d'Abadia que possui apenas um dormitório na cidade.

Antevisão dos impactos e efeitos potenciais das PCHs e temas pertinentes

Os empreendimentos hidrelétricos sempre causam grande expectativa na população residente na Área de Entorno. Em geral, ocorrem informações não reais, ora superestimando ora subestimando o alcance do empreendimento, suas interferências, épocas do início da construção, gerando ansiedade e intranqüilidade às pessoas.

A formulação de conceitos equivocados, além de causar desconforto à população da Área de Entorno, pode gerar uma expectativa negativa a respeito do empreendimento que venha a dificultar as ações a serem desenvolvidas e a própria relação de convivência entre empreendimento / população.

No caso da PCH Mambaí II, a Área de Entorno possui uma densidade populacional pequena e rarefeita, sendo constituída por moradores rurais e pequenas comunidades. Assim, a instalação da PCH Mambaí II poderá ser um eixo de transformação da comunidade de Sítio d'Abadia. O empreendimento trouxe a região uma dinamização dos setores de comércio, serviços, transportes, mas não da forma esperada.

A jusante do empreendimento há uma cachoeira de grande beleza cênica. A construção da usina não prejudicou a queda d'água existente. Ao contrário, abriu acessos até o local com a abertura de estradas pelo empreendedor, já que necessitava de vias de escoamento interno e externo à obra, e a intervenção facilitou a chegada à queda d'água. Finalizada a construção, a área pertencente aos empreendedores, com 42 Km² de extensão, tem como projeto tornar-se uma área de conservação ambiental e de turismo na região.

Os impactos positivos diretos previstos constituem, dentre outros, aumento da disponibilidade elétrica, aumento de impostos (ISS e ICMS), injeção de massa salarial, além da melhoria das estradas de acesso ao empreendimento, fatores que podem trazer significativa melhoria sobre a economia da cidade e do município como um todo.

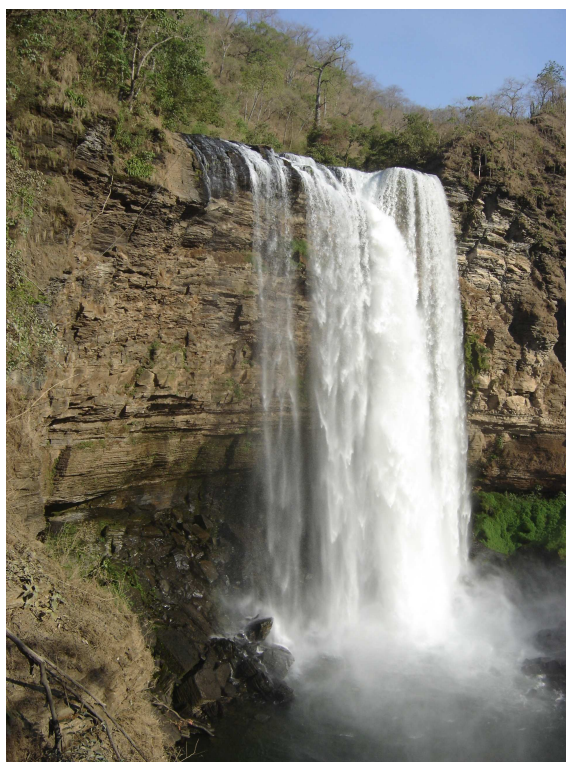


Foto 5: Cachoeira a jusante da barragem, e no mesmo nível da casa de força.
Fonte: própria da autora, 10/10/2007.

Além disso, o empreendimento adotou como uma das condicionantes presentes no RAS, o Programa Básico Ambiental – PBA. O empreendimento está localizado em uma área relativamente próxima a locais que são parte da Reserva da Biosfera do Cerrado e há uma Área de Proteção Ambiental – APA das nascentes do Rio Vermelho abrangendo as terras dos municípios de Buritinópolis, Damianópolis Mambai e Posse (RAS, 2002). O cumprimento do PBA foi uma iniciativa dos empreendedores juntamente com a fiscalização da Agência Ambiental do Estado de Goiás. A APA das nascentes do rio Vermelho está aproximadamente 10 quilômetros do atual reservatório da UHE Mambai II, com uma área protegida de 176.159ha, administrada pelo IBAMA, sem plano de manejo elaborado.

Segundo Milaré (2005, p.384-5) a Lei nº 9.985/2000 – SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, incorporou ao direito brasileiro a Reserva da Biosfera, reconhecida pelo Programa Intergovernamental Man and Biosphere (“O Homem e a Biosfera”) – MAB da Unesco. Nos termos do art. 41 da Lei, a Reserva da Biosfera é:

(...) um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações.

O objetivo do PBA adotado pela PCH Mambai II é o de propiciar o estabelecimento de canais de comunicação e interação entre o empreendedor e os seguimentos sociais direta e indiretamente envolvidos, buscando, também, repassar mensagens e informações de conscientização sobre os aspectos do meio ambiente e a preservação dos recursos naturais. Ele serve de base para proceder à implantação das ações ambientais e à definição de parcerias, o repasse de informações a respeito da realização das principais etapas de implantação do empreendimento, bem como, esclarecimento sobre a atuação do empreendedor na região (PBA, 2007).

Os objetivos específicos deste programa são:

- elaborar instrumentos e estabelecer processos de comunicação capazes de fornecer à comunidade envolvida elementos de informação idônea e precisa, a respeito das características do empreendimento e dos principais eventos relacionados à implantação da PCH;

- implantar um instrumento de comunicação entre população e empreendedor;
- planejar e implementar ações informativas dirigidas às lideranças institucionais e comunitárias, bem como aos formadores de opinião, como profissionais de comunicação e educação;
- fornecer aos meios de comunicação da Área de Influência, material necessário a sua correta informação ao público alvo deste programa;
- esclarecer a população sobre a responsabilidade pública em relação aos recursos ambientais;
- reforçar as ações de educação ambiental não-formal na Área de Influência do empreendimento.

Os impactos negativos da implantação da PCH Mambaí II poderá ser percebido da alteração da qualidade e quantidade de água do rio Corrente que é em média de 3,28 m³/seg e que num momento de seca extremo poderá atingir 0,50 m³/seg, caso o nível do reservatório fique abaixo da cota do vertedouro e seja liberada para o rio apenas a vazão sanitária. Isso pode levar a uma concorrência do uso d'água com outros usos consuntivos e não-consuntivos dos recursos hídricos. Entretanto, tem-se que a geração de energia elétrica é considerada um uso não-consuntivo, ou seja, é um uso que não altera a vazão do curso d'água.

É importante salientar que não houve retirada de população residente na área alagada. As únicas casas demolidas pelo empreendimento foram os almoxarifados da CGH Mambaí de propriedade da CELG.

A partir dos dados acima apresentados é possível visualizar a região do Vão do Paranã a partir do município de Sítio d'Abadia. Lembrando que este é o município mais isolado da região e que, no entanto a construção da PCH Mambaí II foi capaz de dinamizar o setor econômico e produtivo local.

ANEXO 04– PLANTA DO ARRANJO GERAL DO EMPREENDIMENTO

Anexo 10 – QUESTIONÁRIO: AVALIAÇÃO DA PCH MAMBAÍ II

Apresentação para o(a) Entrevistado(a): Essa avaliação tem o objetivo de coletar os dados dos impactos e efeitos sentidos pela população residente no município de Sítio d'Abadia, estado de Goiás, após a construção da PCH Mambaí II. A entrevista será realizada tanto com a população urbana do município, quanto pela população rural e ribeirinha ao empreendimento. Serão levados em conta os principais atores envolvidos no processo. Todas as avaliações terão caráter confidencial, preservando a identidade do entrevistado.

Data e Hora da entrevista:

1. Dados pessoais									
1 () Homem									
2 () Mulher									
3 () Menos de 30 anos									
4 () Entre 31 e 50 anos									
5 () Acima de 50 anos									
2. Natural de:									
1 () Sítio d'Abadia									
2 () Estado de Goiás									
3 () Outro local									
3. A construção da PCH Mambaí II foi percebida de que forma:									
1 () Positiva									
2 () Negativa									
3 () Não percebeu									
3a . Explique:									
4. Qual o seu grau de envolvimento no empreendimento hidrelétrico?									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Baixo			Neutro				Alto		
5. Quais foram as principais modificações sentidas ou percebidas no meio natural após a construção da PCH Mambaí II?									
5a. Isso afetou o seu meio produtivo?									
6. Quais as principais modificações ocorridas no meio econômico após a construção da PCH Mambaí II?									

7. Você acha que a PCH Mambai II trouxe algum benefício na melhoria de vida da população do município de Sítio d'Abadia?									
8. Você acha que a construção da PCH Mambai II foi relevante para o incremento da economia no município de Sítio d'Abadia?									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Baixa relevância			Neutro				Alta relevância		
9. Para você, o que tem maior relevância no seu modo de vida?									
1 () a cachoeira que foi utilizada para a construção da barragem?									
2 () o reservatório construído?									
9a. Explique?									
10. No município de Sítio d'Abadia cabe a construção de mais um empreendimento hidrelétrica?									
1 () Sim									
2 () Não									
3 () Não sabe									
10a . Explique:									