

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

**FREDERICO JÚNIOR PEREIRA EVANGELISTA**

**MAPEAMENTO DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO DO ESTADO DE RORAIMA  
PARA A CONSTRUÇÃO DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS (PCHS):  
ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Porto Alegre

2012

**FREDERICO JÚNIOR PEREIRA EVANGELISTA**

**MAPEAMENTO DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO DO ESTADO DE RORAIMA  
PARA A CONSTRUÇÃO DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS (PCHS):  
ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Economia, modalidade Profissionalizante, do curso de Mestrado Interinstitucional UFRGS/Universidade Federal de Roraima.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Luis Schmitz Ferreira

Porto Alegre  
2012

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

Responsável: Biblioteca Gládis W. do Amaral, Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS

E92m Evangelista, Frederico Júnior Pereira

Mapeamento de potencial hidrelétrico do Estado de Roraima para a construção de pequenas centrais hidrelétricas – PCHS : alternativa energética para o desenvolvimento sustentável / Frederico Júnior Pereira Evangelista. – Porto Alegre, 2012.

97f. : il.

Orientador: Mauro Luis Schmitz Ferreira.

Ênfase em Desenvolvimento e Integração Econômica.

Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, 2011.

1. Energia elétrica : hidrelétricas. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Impacto ambiental. 4. Setor elétrico. I. Schmitz, Mauro. II. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDU 502.21

FREDERICO JÚNIOR PEREIRA EVANGELISTA

**MAPEAMENTO DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO DO ESTADO DE RORAIMA  
PARA A CONSTRUÇÃO DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS (PCHS):  
ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Economia, modalidade Profissionalizante, do curso de Mestrado Interinstitucional UFRGS/Universidade Federal de Roraima.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Luis Schmitz Ferreira

Aprovada em 13 de janeiro de 2012.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Ronald Otto Hillbrecht (PPGE/UFRGS)

---

Prof. Dr. Alberto Martin Martinez Castaneda (PPGE/UFRGS)

---

Prof. Dr. Edson Damas da Silveira (PPGDA/UEA)

Porto Alegre  
2012

Dedico esse trabalho à minha família e amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Noelio e Natalia que me ensinaram a importância do estudo e com amor e carinho me auxiliaram na caminhada ao longo da minha vida.

Ao José Neto, que é exemplo de pai e que se dedicou a formação do meu caráter.

Aos meus filhos Matheus e Guilherme que sempre estão dando força pra vencer qualquer desafio.

À minha avó Izabel e tia Maristela, que são exemplo de fé.

Aos meus irmãos, Anna Julia, Camila e Pedro, sempre dispostos a ajudar.

Ao meu orientador Prof. Dr. Mauro Schmitz, que soube pacientemente me mostrar os caminhos para que eu pudesse desenvolver o trabalho dentro do prazo e com qualidade.

Aos amigos Elialdo e Ana Hilda, pelas discussões que contribuíram para uma importante agregação de valor ao trabalho.

Em especial, à minha esposa Natássia, que suportou as minhas ausências e me apoiou nos momentos mais difíceis com muito amor e paixão.

## RESUMO

No contexto social a produção de energia elétrica tem sido um dos grandes desafios da atualidade. Assim tem-se buscado formas de garantir a sustentabilidade das matrizes energéticas associadas à produção de bens e serviços. Neste sentido, a presente pesquisa se configura como uma proposta de investigação que busca demonstrar a atual situação da estrutura energética disponível no Estado de Roraima, seu custo econômico e social, e os benefícios relacionados com a implantação de um programa de incentivo para as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), fornecendo suporte ao desenvolvimento sustentável. Para o desenvolvimento deste estudo, foi utilizado o método de pesquisa tipo descritiva, que frente aos objetivos e finalidades da investigação, também se procedeu à combinação de pesquisa bibliográfica e documental. Assim foi analisada a capacidade da matriz energética de Roraima localizada no sistema isolado, que tem na interligação com a Venezuela, através do Linhão de Guri, seu principal fornecedor. Adicionado a uma distribuição no interior do Estado predominantemente a óleo diesel. A pesquisa verificou que a estrutura energética disponível, não fornece o suporte necessário e confiável para um processo de desenvolvimento sustentável. Portanto, o cenário atual exige das instituições públicas e privadas a busca por alternativas para equacionar as questões da deficiência da matriz energética do Estado de Roraima. Adicionalmente discutem-se algumas estratégias para um planejamento energético de implantação de um programa de incentivo para as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs).

**Palavras-chave:** Desenvolvimento. Energia. Sustentabilidade. Centrais hidrelétricas.

## ABSTRACT

In the social context the electric power production has been one of the great challenges of the present time. It has been looking for like this forms of guaranteeing the sustainability of the energy head offices associated to the production of goods and services. In this sense, to present researches configures itself as an investigation proposal that looks for to demonstrate the current situation of the available energy structure in the State of Roraima, its economical and social cost, and the benefits related with the implantation of an incentive program for the Small Central Hydroelectric (PCHs), supplying support to the maintainable development. For the development of this study, the descriptive method of research type was used, to obtain the objectives and purposes of the investigation, it was also proceeded to the combination of bibliographical and documental research. So, the capacity of the energy head office of Roraima located in a isolated system was analyzed that it has an interconnection with Venezuela, through ‘ Linhão de Guri’, its main supplier, added it a distribution inside the State predominantly to diesel oil. The research verified that the available energy structure, doesn't supply the necessary and reliable support for a process of maintainable development. Therefore, the current scenery demands the search from the public and private institutions for alternatives to set out the subjects of the deficiency of the energy head office of the State of Roraima. Additionally some strategies are discussed for an energy planning of implantation of an incentive program for the Small Central Hydroelectric (PCHs).

**Keywords:** Development. Energy. Sustainability. Central hydroelectric.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quadro de classificação dos recursos naturais segundo Judith Rees .....	28
Figura 2: Mapa das usinas hidroelétricas existentes e em construção.....	43
Figura 3: Gráfico de matriz de oferta de energia (%) do mundo x Brasil .....	44
Figura 4: Mapa dos sistemas interligados e previstos ao SIN .....	47
Figura 5: Mapa dos sistemas interligados e previstos ao SIN .....	48
Figura 6: Gráfico da matriz de energia no Brasil – Participação das diferentes fontes (%) - Anos 1980 e 2008 .....	49
Figura 7: Matriz de energia elétrica brasileira com participação das diferentes fontes (%) – ano 2030 .....	50
Figura 8: Mapa de localização do Estado de Roraima com sua divisão política.....	53
Figura 9: A Hidrografia do Estado de Roraima.....	57
Figura 10: Balanço de Energia (MW médio) do Estado de Roraima.....	60
Figura 11: Área de atuação da Eletronorte .....	61
Figura 12: Mapa de interligação Brasil/Venezuela .....	62
Figura 13: Evolução da carga do Estado de Roraima.....	65
Figura 14: Estrutura e consumidores de energia no ano de 2010.....	68
Figura 15: Perfil esquemático de uma hidrelétrica.....	72
Figura 16: Fluxograma de implantação de uma PCH .....	79
Figura 17: Mapa da Diversidade Física do Canal Fluvial e Heterogeneidade dos Ambientes Fluviais – Planta .....	81
Figura 18: Mapa de Subárea – Componente-Síntese: Ecossistemas Aquáticos – Planta.....	82
Figura 19: Quadro sumário das subáreas correspondentes.....	83
Figura 20: Mapa de Altimetria – Planta .....	84
Figura 21: Mapa Eletrogeográfico do Estado de Roraima .....	85

## LISTA TABELAS

Tabela 1: Principais características dos aproveitamentos da alternativa selecionada .....	58
Tabela 2: Custos incorridos e MWh gerados das UTEs Floresta e Distrito de propriedade da BVE no ano de 2010.....	64
Tabela 3: Número de unidades consumidoras (UCs) por classe no Estado de Roraima 2009 e 2010 .....	67
Tabela 4: Consumo de energia elétrica por classe no Estado de Roraima 2009 e 2010 .....	68
Tabela 5: Balanço de energia gerada e consumo de óleo por usinas do setor 1 .....	86
Tabela 6: Balanço de energia gerada e consumo de óleo por usinas do setor 2.....	87
Tabela 7: Balanço de energia gerada e consumo de óleo por usinas do setor 4.....	89

## LISTA DE SIGLAS E UNIDADES DE MEDIDAS

ALC	Área de Livre Comércio
ANA	Agência Nacional das Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balço Energético Nacional
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BV Energia	Boa Vista Energia S/A
CCC	Conta de Consumo de Combustíveis Fósseis
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CERR	Companhia Energética de Roraima
CGH	Centrais Geradoras Hidrelétricas
CH <sub>4</sub>	Metano (Gás Metano)
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono (Gás Carbônico)
CVG EDELCA	Electrificación del Caroní C.A.
Eleorient	Electricidad de Oriente C.A.
Eletrobras	Centrais Elétricas Brasileiras S/A
Eletronorte	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A
Eneram	Estudos Energéticos da Amazônia
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FIER	Federação das Indústrias do Estado de Roraima
FNO	Fundo Constitucional de Financiamento do Norte
GEE	Gases de Efeito Estufa
Gigawatt (GW)	Unidade de medida de potência igual a 1 bilhão de watts
GWh	Gigawatt por hora (energia)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPHAN	Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
Kilovolt (kV)	Unidade de medida de tensão elétrica igual a 1000 volts
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
Megawatt (MW)	Unidade de medida de potência igual a 1 milhão de watts
MME	Ministério de Minas e Energia
Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	Unidade de medida de volume equivalente a 1000 litros
MW	Megawatt
MWh	Megawatt por hora (energia)
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH	Pequena Central Hidrelétrica

PIB	Produto Interno Bruto
PIE	Produtor Independente de Energia
Quilômetro (Km)	Unidade de medida de distância igual a 1000 metros
Quilowatt-hora (kWh)	Unidade de medida de potência igual a 1000 Wh
SIN	Sistema Interligado Nacional
SO <sub>2</sub>	Dióxido de Enxofre
Suframa	Superintendência da Zona Franca de Manaus
Tep	Tonelada equivalente de petróleo. Unidade conversão para as diferentes formas de energia
Terawatt (TW)	Unidade de medida de potência igual a 1 trilhão de watts
TWh	Terawatt por hora (energia)
UC	Unidades Consumidoras
UHE	Usina Hidrelétrica de Energia
UTE	Usina Termoelétrica de Energia
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico
ZPE	Zona de Processamento de Exportação
Watt (W)	Unidade básica de potência de um sistema energético
Watt-hora (Wh)	Energia transferida uniformemente $1 \text{ Wh} = 1 \times 3600 \text{ s} \times \text{J/s}$

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO, ENERGIA E SUSTENTABILIDADE .....</b>	<b>19</b>
2.1 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL .....	19
<b>2.1.1 Infraestrutura energética e desenvolvimento econômico.....</b>	<b>22</b>
2.2 ECONOMIA DOS RECURSOS NATURAIS: ORIGEM E CONCEITO .....	24
<b>2.2.1 Classificação dos recursos naturais.....</b>	<b>27</b>
2.3 CARACTERIZAÇÃO E RACIONALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	30
<b>2.3.1 A água como um bem econômico .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.2 A água como um bem público e privado .....</b>	<b>32</b>
2.4 USO DA ÁGUA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	33
2.5 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: CONCEITOS E DIMENSÕES .....	36
<b>2.5.1 Desenvolvimento sustentável e Zoneamento Ecológico Econômico para centrais hidrelétricas.....</b>	<b>38</b>
<b>3 CONTEXTO ENERGÉTICO DO ESTADO DE RORAIMA .....</b>	<b>42</b>
3.1 CONTEXTO ENERGÉTICO HIDROELÉTRICO DO BRASIL.....	42
<b>3.1.1 Sistema de transmissão existente na Matriz Energética brasileira.....</b>	<b>45</b>
<b>3.1.2 Matriz de energia elétrica brasileira e perspectivas futuras .....</b>	<b>48</b>
3.2 RORAIMA: CONTEXTO ESPACIAL, SOCIOECONÔMICO E POTENCIALIDADES ...	51
<b>3.2.1 Potencial hídrico do Estado de Roraima .....</b>	<b>56</b>
3.3 INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA DE RORAIMA .....	59
<b>3.3.1 Empresas de suprimento e distribuição de energia que atuam em Roraima .....</b>	<b>60</b>
<b>3.3.2 Vulnerabilidade e custos do Parque Gerador de Energia do Estado de Roraima .....</b>	<b>63</b>
3.4 PADRÃO DE CONSUMO DE ENERGIA DA SOCIEDADE LOCAL.....	65
<b>3.4.1 Quadro de consumo energético .....</b>	<b>66</b>
<b>4 ALTERNATIVAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA EM PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS (PCH) PARA RORAIMA .....</b>	<b>70</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO E TIPOS DE UMA PCH.....	70
4.2 GANHOS POR REDUÇÃO DO EFEITO ESTUFA.....	73
4.3 BENEFÍCIOS E VANTAGENS DAS PCHS .....	75
4.4 ESTRUTURA E ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DE PCH.....	77

4.5 MAPEAMENTO DE PCHs PARA O ESTADO .....	80
4.6 DELINEAMENTO DE ESTRATÉGIAS PARA INSTALAÇÃO DE PCHS NO ESTADO	90
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>95</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a revolução industrial o mundo tem buscado formas de garantir a sustentabilidade das matrizes energéticas associadas à produção de bens e serviços. No contexto social o foco é a qualidade de vida da população, porém, à medida que o tempo avança mais desafiante é manter uma infraestrutura que atenda continuamente a demanda, pois, a tendência é crescente em face às próprias necessidades das pessoas e das organizações.

Nesse contexto a produção de energia elétrica tem sido um dos grandes desafios da atualidade, primeiramente porque precisa atender as expectativas geradas em relação à manutenção do padrão de vida social e tecnológico das sociedades modernas. Esse fator tem sido fortalecido a partir do crescimento industrial impulsionado pelo processo de redução das desigualdades sociais que, conseqüentemente, tem gerado aumento do consumo de energia elétrica e a necessidade de novos investimentos em infraestrutura.

No cenário internacional os incidentes ocorridos em países vizinhos, tais como, a Bolívia e Venezuela têm adicionado incertezas aos acordos de importação pelo Brasil de gás natural e energia elétrica. Esses aspectos impactam diretamente com a realidade do Estado de Roraima, pois tem na interligação com a Venezuela, através do Linhão de Guri, seu principal fornecedor de energia.

Reunindo a dificuldade de mitigar o risco de quebra de contrato com a Venezuela e a necessidade por parte do Brasil de se manter uma estrutura de parque gerador termelétrica a óleo diesel para contingência, tem levado o encarecimento da tarifa de venda da energia elétrica aplicado no mercado roraimense e a penalização de forma significativa de sua economia.

O fornecimento de energia nos sistemas isolados do norte do país é precário e baseado em geração térmica. Assim também tem sido nas últimas décadas no interior do Estado de Roraima. Sem planejamento para atender as precárias comunidades urbanas, o parque gerador encontra-se sucateado e incapaz de suprir a demanda. Os grupos geradores cuja vida útil já supera os quinze anos são unidades transferidas de outras empresas que abandonaram a geração a diesel, e são operados sem a manutenção adequada.

A matriz energética de Roraima esta localizada no sistema isolado. É constituída pela interligação Brasil – Venezuela através de um sistema de transmissão em 230/400 kV, com cerca de 780 km, interligando a subestação de Boa Vista no Brasil à subestação de Guri na Venezuela, com a capacidade deste sistema de 200 MW. A Boa Vista Energia S/A (BVE) é a

concessionária responsável pela comercialização e distribuição de Boa Vista, que atende a capital e municípios supridos pela Companhia Energética de Roraima (CER), são eles: Mucajaí, Iracema, Caracará, Bonfim, Cantá e Alto Alegre.

O interior do Estado é atendido pela CERR, concessionária responsável pela geração e distribuição, baseado predominantemente em UTEs a óleo diesel e do Complexo Energético Ottomar de Sousa Pinto (PCH Alto Jatapú). Esse complexo, atende aos municípios de Rorainópolis, São Luis do Anauá, São João da Baliza e Caroebe, em conjunto com um Produto Independente de Energia (PIE) e UTEs a óleo diesel. O município de Pacaraima é suprido pela empresa venezuelana ELEORIENTE desde 2004.

Portanto, o cenário até o momento apresentado exige que as instituições públicas e privadas busquem alternativas para equacionar as questões da deficiência da matriz energética do Estado de Roraima, permitindo a análise de soluções que possibilitem formas de superar em definitivo os problemas de geração de energia.

Partindo dessa problematização, a presente pesquisa se configura como uma proposta de investigação que procurará demonstrar a atual situação da estrutura energética disponível no Estado de Roraima, seu custo econômico e social, e os benefícios relacionados com a implantação de um programa de incentivo para as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), fornecendo assim o suporte necessário ao desenvolvimento sustentável.

Dentre alternativas de energia renovável, a construção de PCHs se apresenta como alternativa mais propícia para expansão da matriz energética de Roraima. Portanto, o estudo propõe investigar o seguinte problema: *É possível estimular a participação na matriz energética do Estado de Roraima através da utilização de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) como fonte alternativa de energia elétrica confiável e suporte para um processo de desenvolvimento sustentável?*

Nesse sentido, a hipótese que norteia a questão parte do pressuposto de que a viabilização de construções de PCHs no Estado de Roraima como fonte alternativa de energia elétrica, reduz os custos da geração de energia e minimiza o impacto ambiental das termelétricas em operação, contribuindo para o aquecimento da economia local e para o desenvolvimento sustentável da região.

Dessa forma, a justificativa desta pesquisa está focalizada no princípio de que integrar o desenvolvimento sustentável com os investimentos prudentes necessários para ampliar a infraestrutura energética, exige do Estado de Roraima um planejamento para a exploração racional dos recursos naturais em prol do desenvolvimento econômico e social, e escolher



fontes alternativas de energia elétrica que maximize o uso da estrutura energética atual, de forma eficiente e com menor impacto sobre o meio-ambiente.

Cabe destacar que a relevância do tema em referência, tanto no âmbito das instituições públicas e privadas e demais órgãos implicados no processo de desenvolvimento, se justifica pela importância de estudos acadêmicos específicos de Roraima voltados para o planejamento energético, o potencial de fontes alternativas de energia como a hidrelétrica ainda pouco utilizada, a diversificação da matriz energética e incentivo a eficiência e assegurar níveis menores de preços da energia e qualidade do suprimento para garantir a competitividade das indústrias roraimense.

Ademais, está pesquisa busca contribuir num campo carente de estudos na área de infraestrutura energética, e se configura como um instrumento de significativa importância para auxiliar o governo estadual e entidades privadas, na formulação de políticas públicas que possibilitem um ambiente mais favorável aos negócios, redução das desigualdades sociais, e o crescimento da economia dentro das condições exigidas para um processo de desenvolvimento sustentável.

Desse modo, o objetivo geral para levar a cabo essa investigação é mapear o potencial hídrico do Estado de Roraima para construção de PCHs e seu impacto no desenvolvimento sustentável da região, bem como avaliar alternativas de investimentos viáveis e os regulamentos e incentivos aplicados no setor elétrico.

Para cumprir com o objetivo geral, outros aspectos substanciais foram desenvolvidos no decorrer do estudo, compreendendo os objetivos específicos, que são: analisar a estrutura energética atual disponível no Brasil e no Estado de Roraima com o padrão de consumo de energia da sociedade local; demonstrar a importância da implantação de PCHs e o seu custo social evitado com diminuição da geração a óleo diesel e emissão de gases nocivos ao aquecimento global da atmosfera; apresentar alternativas concretas e viáveis para contribuir com o planejamento energético e o desenvolvimento sustentável.

Para o desenvolvimento deste estudo, foi utilizado o método de pesquisa tipo descritiva, uma vez que descreveu contexto energético do Estado de Roraima, destacando a utilização de PCHs e sua participação na matriz energética do Estado, como fonte alternativa de energia elétrica confiável e suporte para um processo de desenvolvimento sustentável.

Entretanto, frente aos objetivos e finalidades da investigação, também se procedeu à combinação de pesquisa bibliográfica, por meio da seleção de livros, revistas, jornais, com informações acerca de teorias e assuntos do tema em estudo. Adicionalmente, procedeu-se,

também a pesquisa documental junto a empresas e órgãos institucionais relacionados com suprimentos e distribuição de energia elétrica.

Este trabalho está estruturado sistematicamente em 4 capítulos. O primeiro constitui-se nesta Introdução. Já o segundo, apresenta a fundamentação teórica adotada acerca de desenvolvimento, energia e sustentabilidade, com o propósito de possibilitar o correto tratamento e análise dos objetivos propostos para este estudo, sobre a viabilidade de construções de PCHs no Estado de Roraima como fonte alternativa de energia elétrica. Para tanto, aborda de forma descritiva crescimento e desenvolvimento regional, origem e conceitos economia dos recursos naturais e dimensões do desenvolvimento sustentável.

O terceiro capítulo busca descrever o contexto energético do Estado de Roraima. No sentido de dimensionar o tratamento do tema, foi feita uma abordagem acerca do contexto energético brasileiro. Com relação ao Estado, partiu-se de seu contexto espacial e socioeconômico, destacando sua infraestrutura energética, com o padrão de consumo de energia da sociedade local. Esse contexto se tornou útil, para estruturação da necessidade de estudos que busquem alternativas para equacionar as questões da deficiência da matriz energética do Estado de Roraima, como o proposto por esse trabalho.

Com o quarto capítulo, pretende-se mostrar as alternativas de produção de energia em PCHs para Roraima. Assim, inicialmente é feito um levantamento de usinas hidrelétricas em funcionamento e projetos para suprimento de energia para o Estado que se encontram em discussão/andamento. Em seguida é analisado algumas possibilidades e viabilidades implantação de PCHs. Ainda neste capítulo, identifica-se e discutem-se algumas estratégias de planejamento para instalação de PCHs em Roraima.

E, por fim, a conclusão, onde se tenta responder se é possível estimular a participação na matriz energética do Estado de Roraima através da utilização de PCHs como fonte alternativa de energia elétrica com redução dos custos da geração de energia e suporte para um processo de desenvolvimento sustentável. Com deduções lógicas e uma recapitulação sintética dos resultados e recomendações para o aprimoramento de trabalhos futuros.

## **2 DESENVOLVIMENTO, ENERGIA E SUSTENTABILIDADE**

Esta parte apresenta o marco teórico que foi selecionado com o propósito de situar a pesquisa no panorama dos debates teóricos e possibilitar o correto tratamento e análise dos dados levantados. Para tanto, foi abordado acerca de crescimento econômico buscando estabelecer singularidades conceituais com desenvolvimento econômico, com enfoque para desenvolvimento local ou endógeno.

O desenvolvimento econômico e social de uma região é potencializado com a disponibilidade de infraestrutura. Sendo a energia, um dos componentes básicos da infraestrutura, foi feito um levantamento sobre infraestrutura energética, e sua importância estratégica na promoção do desenvolvimento.

Abordou-se, também, a origem e conceitos da Economia dos Recursos Naturais, onde se buscou conceituar e classificar os recursos naturais, com ênfase nos recursos hídricos, considerados abundantes no Estado, uma vez que, a pesquisa busca verificar a utilização de PCHs e sua participação na matriz energética do Estado de Roraima, como fonte alternativa de energia elétrica confiável e suporte para um processo de desenvolvimento sustentável.

Neste sentido, buscou-se apresentar os conceitos e dimensões do desenvolvimento sustentável, com o papel do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) para PCHs. Ademais, procurou-se apresentar elementos históricos, conceitos e idéias dos autores discutidos de maneira clara e lógica, para estabelecer uma relação adequada entre o marco teórico e o eixo investigado.

### **2.1 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

O crescimento econômico deve ser perseguido de forma incessante, mas, não deve ser perseguido como um fim em si mesmo, devendo o desenvolvimento se referir à melhoria da qualidade de vida que se leva e às liberdades que se desfruta, isto é, ao bem estar geral da população. Segundo Souza (2007), entende-se o bem estar, como melhoria nas condições de vida (alimentação, saúde, educação, segurança, etc.), aumento das oportunidades e restrição ao subemprego, redução da pobreza absoluta, melhoria da distribuição da renda e garantia dos direitos humanos individuais. Assim, crescimento econômico é entendido como um crescimento contínuo do produto natural em termos globais ao longo do tempo, enquanto desenvolvimento econômico representa não apenas o crescimento da população nacional, mas, também, a forma como está distribuída social e setorialmente.

Pode-se dizer que há desenvolvimento, portanto, quando os benefícios do crescimento servem para ampliar as capacitações humanas, quer dizer, o conjunto de coisas que as pessoas podem ser ou devem fazer na vida. Dentre as mais elementares e sem as quais não é possível fazer outras escolhas, são ter uma vida longa e saudável, ter instrução e acesso a recursos que permitam um nível de vida digno, além de ser capaz de participar da vida da comunidade.

Assim, em presença de um crescimento contínuo do produto acompanhado de bem estar da população geral de uma região, costuma-se considerá-lo um desenvolvimento econômico. Nesse sentido, expõe Barquero (2001):

O desenvolvimento econômico local pode ser definido como um processo de crescimento e mudança estrutural que ocorre em razão da transferência de recursos das atividades tradicionais para as modernas, bem como pelo aproveitamento das economias externas e pela introdução de inovações, determinando o bem-estar da população de uma cidade ou região. Quando a capacidade local é capaz de utilizar o potencial de desenvolvimento e liderar o processo de mudança estrutural, pode-se falar de desenvolvimento local endógeno ou, simplesmente, de desenvolvimento endógeno (BAQUERO, 2001, p. 57).

Neste ponto, cabe esclarecer que quando se fala de desenvolvimento local, está se fazendo referência a processos de desenvolvimento endógeno e, quando a qualificação é feita em termos de desenvolvimento econômico local, está sendo privilegiada a dimensão econômica do desenvolvimento.

Diante das teorias de desenvolvimento regional, Souza (2009) defende que o conceito de desenvolvimento local e endógeno tem-se colocado, em larga medida, diante de regiões carentes de desenvolvimento, como se revela no Estado de Roraima. Assim, o desenvolvimento endógeno constitui um novo paradigma da economia regional. Esta teoria pode ser enunciada na seguinte proposição:

O conceito de desenvolvimento regional endógeno pode ser entendido como um processo de crescimento econômico que implica uma ampliação contínua da capacidade de agregação de valor sobre a produção, bem como da capacidade de absorção da região, cujo desdobramento é a retenção do excedente econômico gerado na economia local e/ou a atração de excedentes provenientes de outras regiões, e conseqüentemente a ampliação do emprego, do produto e da renda do local ou da região (FILHO, 2001, *apud* SOUZA, 2009, p. 40).

Esta formulação está baseada na idéia de que localidades e territórios dispõem de recursos econômicos, humanos, institucionais e culturais, que formam o seu potencial de desenvolvimento. Barquero (2001, p. 58) defende, que “os processos de desenvolvimento local endógeno ocorrem em função da utilização produtiva do potencial de desenvolvimento, situação que se verifica mais facilmente quando as instituições e os mecanismos de regulação do território funcionam com eficiência”. Cabe introduzir aqui a definição de eficiência

econômica, dada por Mankiw (2007, p. 148), como a “propriedade da alocação de um recurso de maximizar o excedente total recebido por todos os membros da sociedade”. Neste sentido, o caminho para o desenvolvimento econômico está determinado pela eficiência de mercado.

Cabe destacar que, segundo Mankiw (2007), quando surgem fatos, que se traduzem em ineficiência de mercado, os governos atuam com o pressuposto de melhorarem a alocação de recursos, definindo políticas e elegendo a que se apresenta com a maior probabilidade de fazer funcionar melhor o mercado. Esta posição pode se ainda corroborada por Neves (s.d, p.91), ao entender que a “intervenção do estado na economia orienta-se para a correção e para a resolução de questões que afligem a sociedade”.

Por fim, na mesma linha de raciocínio, Barquero (2001), adverte que, a forma de organização da produção, a estrutura familiar, e estrutura social e cultural e os códigos de conduta da população condicionam os processos de desenvolvimento, facilitando ou limitando a dinâmica econômica. Neste sentido, se justifica o propósito da pesquisa de analisar a viabilização de construções de PCHs no Estado de Roraima como fonte alternativa de energia elétrica, contribuindo no planejamento de políticas para o aquecimento da economia local e desenvolvimento econômico sustentável da região. Ademais, Ferreira (1989), complementa que "investimentos em infraestrutura se concentram nas regiões mais dinâmicas, por critérios de eficiência”.

Uma cidade ou região pode, por iniciativa própria e em um dado momento histórico, assumir novos projetos de investimento, que lhe permitirão ingressar (ou continuar) no caminho de desenvolvimento competitivo. Para viabilizar as melhorias das condições sociais, é necessário que ocorram investimentos nas áreas econômicas, sociais e em infraestruturas básicas como energia, transporte, comunicação, entre outros.

Entretanto, o desenvolvimento de uma região passa do ponto de partida para entender primeiramente a definição de território. Conforme Souza (2009), o território é o espaço econômico socialmente construído, dotado não apenas dos recursos naturais, mas também da história construída pelos homens que nele habitam, através de convenções de valores e regras, de arranjos institucionais que lhes dão expressão e formas sociais de organização da produção.

O autor ainda argumenta que, o desenvolvimento de uma região efetua-se com a ocupação racional de seu território, facilitando a mobilidade espacial da população, fatores de produção de bens e serviços. Em termos gerais, a teoria do desenvolvimento focaliza a questão regional apresentando as maiores contribuições para a problemática das desigualdades regionais.

Seguindo a ordem do raciocínio exposto acima, ao tratar da atual realidade socioeconômica do Estado de Roraima, Souza (2009, p. 35) revela “a necessidade de alterar as condições de concentração de conhecimento, poder e riquezas, de promover mudanças culturais, sociais, políticas e econômicas, ampliando a esfera pública para a transformação socialmente mais justa das relações entre o Estado, o Mercado e Sociedade”.

Assim, para que essas mudanças sejam de fato implementadas, se faz necessário, a identificação, mobilização e aproveitamento de recursos naturais existentes no território, a exemplos de recursos hídricos para fortalecimento da infraestrutura energética como o proposto neste estudo. Ademais, Souza (2007, p.61) complementa que “em regiões com insuficiência de infraestrutura, a expansão das exportações pode ficar inviabilizada”.

### 2.1.1 Infraestrutura energética e desenvolvimento econômico

A situação dos países em desenvolvimento tem gerado preocupação crescente e levado a um “refinamento e ampliação do conceito de desenvolvimento, basicamente com a incorporação de fatores casuais de ordem econômica e social” (BIFANI, 1999, p. 79). A disponibilidade de infraestrutura é uma das condições básicas para a diminuição da pobreza e para o desenvolvimento econômico e social.

A solução de problemas de infraestrutura é condição necessária para a cidadania econômica, permitindo que todos tenham acesso a serviços básicos como eletricidade, comunicações, transportes urbanos e saneamento. Ao mesmo tempo, segundo a ampliação da infraestrutura promove a redução de custos, aumento da produtividade, aprimoramento da qualidade dos bens e serviços da estrutura produtiva e consolidação da integração regional. A disponibilidade de serviços para a população é uma condição importante para a busca do desenvolvimento humano e regional.

A disponibilidade de energia elétrica é um dos vetores da infraestrutura necessária para que seja desencadeado o processo de desenvolvimento econômico. Entende-se por infraestrutura o conjunto básico de bens e serviços que são disponibilizados ao ser humano para integrá-lo socialmente, criando as condições para o acesso ao desenvolvimento econômico e social. Ao disponibilizar a infraestrutura necessária para uma localidade ou região procura-se alcançar a melhoria do bem estar de todos, associando-se ao desenvolvimento econômico e produtivo, reduzindo a pobreza, analfabetismo, mortalidade infantil, entre outras melhorias (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005). Neste trabalho,

considera-se infraestrutura como sendo o conjunto básico de bens e serviços empresariais e domésticos ofertados e demandados pelo uso de energia elétrica.

A disponibilidade de infraestrutura e seus benefícios proporcionam um retorno superior ao retorno privado. Neste sentido, Rigolon e Piccinini, (1997), enfatizam:

Estimular o investimento em infraestrutura pode ser uma estratégia eficiente para promover o investimento privado e a retomada do crescimento econômico sustentado. Por um lado, o investimento em infraestrutura aumenta a produtividade dos insumos privados e incentiva o investimento, o emprego e o crescimento econômico; e, por outro, dadas as externalidades associadas à oferta de serviços de infraestrutura, há uma tendência de o investimento privado neste setor ser inferior ao socialmente ótimo. Conseqüentemente, a provisão de incentivos adequados pode ser instrumental para aumentar não só a participação do capital privado na infraestrutura, mas também o bem-estar social (RIGOLON e PICCININI, 1997, p. 31).

Dessa forma o setor privado não se apropria integralmente dos benefícios econômicos dos serviços de infraestrutura, o que pode reduzir sua participação no investimento. A provisão de incentivos adequados pode reduzir as ineficiências geradas por essa falha de mercado e aumentar o bem-estar social.

As fontes de energia classificam-se em fontes primárias ou secundárias, ou como fontes renováveis ou não renováveis. As fontes de energia não renováveis referem-se aquelas que têm um limite de utilização, ou levam muito tempo para serem recompostas, como o carvão e o petróleo. Enquanto que as fontes renováveis, de acordo com Reis, Fadigas e Carvalho (2005, p. 73), “são repostas pela natureza bem mais rápida do que sua utilização energética, a exemplo das águas dos rios, e os ventos, ou aquelas que seu manejo pode ser feito de forma compatível com as necessidades humanas de utilização energética, a exemplo da biomassa”.

Com a rápida industrialização do sistema de produção após a revolução industrial ligado intimamente ao crescimento da oferta de serviços de energia aos setores comercial e residencial, até então na época utilizado o carvão em grande escala, como energia para alimentar o processo de industrialização. A procura de diferentes fontes alternativas de energia elétrica se acentuou devido à falta deste recurso mineral, e outro tipo de fonte de energia deveria ser desenvolvido, foi quando ocorreu o aparecimento das turbinas hidráulicas.

Com os experimentos realizados em 1750 do matemático suíço Leonhard Euler e de seu filho Albert que o francês Jean Victor Poncelet idealizou a turbina radial de fluxo interno, a percussora direta das atuais turbinas hidráulicas. Iniciando-se então a utilização da energia hidráulica, em lugar do carvão, conforme Santos (1986) *apud* Funchal (2008).

A utilização de energia elétrica proveniente de aproveitamentos hidráulicos, se deu devido à intensificação do uso da eletricidade como nova opção tecnológica para atender às demandas industriais, de acordo com Neto *apud* Funchal (2008). Sendo a energia uma das vertentes da infraestrutura, a utilização do planejamento energético proporciona importantes sinalizações para orientar as ações e decisões para o equacionamento do equilíbrio entre as projeções de crescimento econômico do país e seus reflexos no tocante a necessidade de expansão da oferta, em bases técnicas, econômica e ambientalmente sustentável.

Com o planejamento é possível observar que a garantia de suprimento a médio e longo prazo exige um contínuo e coordenado esforço dos agentes públicos e privados de previsão e programação. Como os investimentos necessários para a produção, transporte e disponibilização de energia são pesados, torna-se necessário analisar com profundidade seus custos e impactos econômicos, sociais e ambientais.

## 2.2 ECONOMIA DOS RECURSOS NATURAIS: ORIGEM E CONCEITO

Desde os primórdios do pensamento econômico, os economistas dedicaram sua atenção à economia dos recursos naturais. Portanto, para fundamentar adequadamente esta pesquisa, que é importante, como primeiro passo, obter uma definição de recurso natural, a partir das definições já existentes.

Embora, as referências, da relação da economia com os recursos naturais, desenvolvem-se de maneira tímida e isolada, pelo menos diante dos avanços alcançados nos outros campos do conhecimento econômico, não obstante, deve-se reconhecer que este panorama tem melhorado nos últimos 30 anos, possivelmente como consequência das preocupações com o meio ambiente. Atualmente, a questão ambiental, tem grande relevo na necessidade de preservação em países em desenvolvimento.

A relação da economia com os recursos naturais está apoiada no princípio da escassez, que classifica como bem econômico o recurso que estiver em situação de escassez, desconsiderando o que for abundante. Assim, desde os primórdios da ciência econômica existem referências implícitas sobre a participação da natureza na economia. Verificando a evolução do pensamento econômico sobre meio ambiente, Agüero (1996), identifica que nos trabalhos de Petty, Quesnay e outros se encontram referências deste tipo<sup>1</sup>. Entretanto, o autor

---

<sup>1</sup>Segundo William Petty (1662, p. 54) *apud* Agüero (1996) “[...] o trabalho é o pai [...] da riqueza, como a terra é a mãe [...]”. Conforme François Quesnay (1758, p. 257, *apud* Agüero, 1996) “A nação se reduz a três classes de cidadãos: a classe produtiva, a classe dos proprietários e a classe estéril. A classe produtiva é a que faz renascer, pelo cultivo do território, a riqueza da nação[...]”.



observa que é só com Say<sup>2</sup> que a natureza passa a ser tratado explicitamente como um “agente natural” da produção, em conjunto com o trabalho e o capital. Porém, percebe-se que a definição inicial, da forma como apresentada, era muito ampla e genérica, ao compreender praticamente toda a natureza.

Um dos primeiros autores a prever a estagnação do crescimento econômico pela escassez de alimentos foi o economista Thomas Robert Malthus, no seu livro “*Essay on the Principle of Population*” (1798), devido a um recurso exaurível, no caso, a terra produtiva. Malthus acreditava que, como a população crescia geometricamente e a terra era fixa, a escassez de alimentos, que cresceria na melhor das hipóteses aritmeticamente, seria inevitável, e propunha alguns mecanismos de controle populacional. Surgiu assim, a ideia de que os recursos naturais acarretam um limite para o crescimento e para o tamanho sustentável da população total (STANFORD, 1999).

Similarmente, ao abordar acerca dessa temática Agüero (1996, p. 3), observa que, “David Ricardo sustentou que a terra tem diferentes qualidades e que estas também são limitadas. Marshall concorda com Malthus, afirmando que a área da terra é fixa e que o homem nada pode fazer para aumentá-la<sup>3</sup>”. Agüero defende, também que Marshall assume o conceito amplo e abrangente que os pré-clássicos e clássicos tinham dos recursos naturais, considerados como requisitos da produção<sup>4</sup>, adicionando-lhe algumas ressalvas como a produtividade marginal decrescente. Esse enfoque, assinala, que o progresso e os avanços tecnológicos criam demanda e acrescentam a produtividade dos recursos naturais, neutralizando, assim, as limitações que se impõem à natureza<sup>5</sup>.

Com base nesses antecedentes, pode-se, então, definir os recursos naturais como os elementos da natureza que em seu estado natural são necessários para o homem e que tecnologicamente podem ser aproveitados e que estes bens apresentam diferenças qualitativas e quantitativas, no tempo e no espaço. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), os

---

<sup>2</sup>Say, Jean-Baptiste (1803, p. 79) *apud* Agüero (1996) “[...] quando um campo é lavrado e semeado, além dos conhecimentos e do trabalho postos nessa operação, além dos valores já formados que são utilizados, existe um trabalho executado pelo solo, pelo ar, pela água e pelo sol, do qual o homem em nada participa e que contribui, no entanto, para a criação de um novo produto que será colhido no momento da colheita. É a esse trabalho que chamo de serviço produtivo dos agentes naturais.”

<sup>3</sup>Marshall, Alfred (1890, v. I, p. 139) *apud* Agüero (1996) “[...] A área da terra é fixa. [...] O homem não tem poder sobre elas, escapam inteiramente à influência da procura; elas não têm custo de produção, não há preço de oferta ao qual possam ser produzidas.”

<sup>4</sup>Segundo Alfred Marshall (1890, v. I, p. 135) *apud* Agüero (1996) “[...] os agentes da produção classificam-se, comumente, em Terra, Trabalho e Capital. Por Terra entende-se a matéria e as forças que a Natureza oferece livremente para ajudar o homem, em terra e água, em ar e luz e calor[...].”

<sup>5</sup> Conforme Agüero (1996), referências explícitas sobre esse aspecto podem ser encontradas em Adam Smith (1776, v. I, p. 175) e John Stuart Mill (1848, v. I, p. 166-70).

recursos naturais, são todos aqueles que o homem encontra em seu ambiente natural e que pode, de alguma forma, ser utilizado, em benefício próprio (BIFANI, 1999).

A preocupação com a utilização dos recursos naturais nos processos produtivos e com seu esgotamento constitui o campo central da economia dos recursos naturais. A principal contribuição analítica para seu estudo veio de Hotelling. Segundo Stanford (1999), é o trabalho de Harold Hotelling que dá como resposta a política ótima, com o uso da ferramenta matemática mais avançada da época, o cálculo das variações, que desenvolveu um princípio básico que indica quanto se deve extrair de um recurso renovável, demonstrando o ponto ótimo de extração.

Ao abordar acerca do estudo acima, Silva (2003), ressalta, que no artigo *The Economics of Exhaustible Resource*, publicado em 1931, no *Journal Political Economy*, Hotelling indica que, para seguir a trajetória ótima, os preços dos recursos exauríveis devem evoluir ao ritmo da taxa de desconto que é igual às taxas de juros do mercado. Assim, as políticas, no modelo de Hotelling, são provenientes das condições de otimalidade, por isso, a economia dos recursos naturais nasce com o trabalho de Hotelling. E são a partir deste ponto que serão expostos os principais resultados da economia dos recursos naturais.

Neste ponto, cabe destacar que a economia dos recursos naturais analisa os recursos ambientais no seu papel de matéria-prima, de *inputs* para os processos produtivos. Segundo Silva (2003, p. 34), “emerge das análises neoclássicas a respeito da utilização das terras agrícolas, dos minerais, dos peixes, dos recursos florestais, madeireiros, etc.”. Assim, o problema central da economia dos recursos naturais é determinar as políticas ótimas e as implicações teóricas da presença de recursos naturais na economia visando um crescimento econômico sustentável. Neste sentido, este processo define os limites e as restrições naturais da economia, na medida em que uma natureza finita não poderia suportar um processo infinito de expansão da população e da economia.

Marques (2009), chama atenção que, atualmente, a economia dos recursos naturais possui duas vertentes teóricas: a da economia ambiental neoclássica e a da economia ecológica. Segundo Mueller (2007) *apud* Marques (2009):

Essencialmente neutro, passivo, e volta as suas atenções aos efeitos de estar dos indivíduos em sociedade. Não nega que, se muito acentuados, considera que esses danos podem ser facilmente revertidos desde que os causaram. A economia ecológica, entretanto, rejeita esta postura, para impactos antrópicos. Focando o sistema econômico como um organismo que a sua escala atual e a natureza de seus impactos são tais que, se sua poderá ser seriamente afetada, com consequências potencialmente desastrosas (p. 24).

Aqui, o autor, observa que, a temática ambiental no estudo do sistema econômico, aborda duas vertentes no tocante a relação à economia com o meio ambiente. A primeira (economia ambiental neoclássica) considera o meio ambiente neutro e propõe a utilização de estímulos de mercado para reverter ou atenuar os danos causados a natureza. Já a segunda (economia ecológica), acredita que a expansão econômica deve ser revista, pois se continuar no ritmo atual, o meio ambiente sofrerá consequências desastrosas e irreversíveis.

Embora lentamente, houve uma evolução das percepções sobre meio ambiente, principalmente quando o ser humano começa desenvolver uma visão mais sistêmica do ambiente, sob concepções que implicam mudanças de comportamento, principalmente na produção e consumo.

### 2.2.1 Classificação dos recursos naturais

Recursos naturais e economia interagem de modo bastante evidente, uma vez que algo é recurso na medida em que sua exploração é economicamente viável. Judith Rees (1985) *apud* Agüero (1996), assinala que o conceito de recurso natural fundamenta-se na visão particular dos homens, que continuamente estão examinando seu meio ambiente físico para avaliar os elementos orgânicos e inorgânicos existentes e suas utilidades correspondentes. Para fazer este exame, a autora sugere que, é preciso que exista uma arte ou tecnologia para sua extração ou transformação e uma demanda por estes materiais ou serviços produzidos. Dessa forma, nem todos os elementos da natureza são catalogados como recursos naturais. Assim, dentre alguns deles, aqueles que não cumprem os requisitos assinalados, passam a ser, “substâncias neutras”, segundo Rees (1985). Portanto, o universo dos bens catalogados como recursos naturais muda no tempo histórico, no espaço e até entre indivíduos e coletividades.

No que diz respeito à classificação dos recursos naturais, Marshall<sup>6</sup> foi quem primeiro fez distinções entre os recursos minerais, pedreiras e olarias (exauríveis), e a agricultura e a pesca (perenes), indicando que os primeiros são suscetíveis de se esgotar pelo uso, o contrário acontecendo com os últimos, desde que cuidados sejam tomados para guardar sua fertilidade. Já Gray (1913) *apud* Agüero (1996), classifica os recursos naturais, considerando os

---

<sup>6</sup> Marshall, Alfred (1890, v. I, p. 155) “[...] a oferta dos produtos da agricultura e da pesca é uma corrente perene; as minas são como que reservatórios da natureza. Quanto mais rápido um reservatório se exaure maior o trabalho de esvaziá-lo; mas se um homem o esgotasse em dez dias, dez homens o fariam em um dia e uma vez esgotado, nada mais dará [...]”. Sobre esta última parte da citação, Gray (1914, p. 473) entende que Marshall nega a existência da produtividade marginal decrescente na mineração; no entanto, Gray insiste que a produtividade marginal decrescente dá-se tanto na mineração como na agricultura (AGÜERO, 1996).

problemas da conservação e exaustão desses recursos, no presente e no futuro, e em diferentes espaços classificando em níveis de exauríveis e inexauríveis.

Entretanto, Ciriacy-Wantrup *apud* Agüero (1996), rejeita a classificação dos recursos naturais em “exauríveis” e “inexauríveis”, uma vez que, por problemas técnicos ou de custos, já não é viável sua exploração ou também porque alguns destes recursos, especialmente aqueles de grandes reservas, são explorados tão lentamente que passam a se confundir com os inexauríveis. Assim, propõe classificar os recursos naturais em “renováveis” e “irrenováveis”, sendo que no caso dos primeiros seus estoques e/ou fluxos são constantes, e no caso dos segundos não existem condições para que estes estoques aumentem. O autor subdivide sua classificação levando em conta a participação humana ou não neste processo (AGÜERO, 1996).

Rees, concorda, em princípio, com a classificação renováveis e não renováveis, porém introduz os critérios de “recuperáveis” e “recicláveis” para o caso dos não renováveis ou estoques, como apresentado na Figura 1.

<b>Tipo</b>	<b>FLUXOS (Renováveis)</b>		<b>ESTOQUES (Não Renováveis)</b>		
<b>Detalhe</b>					
<b>Característica</b>	Exigem uma “zona crítica” * para renovar-se.	Sem “zona crítica” Consumidos pelo uso	Consumidos pelo uso	Tecnicamente recuperáveis (seu estoque é fixo)	Recicláveis (estoque afetado pela entropia e custo)
<b>Classe</b>	pesca florestas animais solo agrícola água de aquíferos	energia solar marés vento ondas água em geral ar	Petróleo, gás, carvão	ouro, prata potassa não metálicos em geral	metálicos em geral

\* A zona crítica é um limite mínimo do tamanho ou das condições do recurso, abaixo do qual não se pode esperar que este se recupere naturalmente, podendo chegar à extinção ou perder-se totalmente.

**Figura 1:** Quadro de classificação dos recursos naturais segundo Judith Rees

Fonte: Adaptado de Agüero, 2002.

Com base nestas referências, e para os fins deste trabalho, será utilizada a classificação dos recursos naturais em “renováveis” e “não renováveis”. Recursos renováveis seriam

aqueles bens da natureza que podem ser submetidos a um uso contínuo durante longos períodos de tempo sem que seus estoques percam quantidade ou qualidade, nem tampouco sua capacidade para se regenerar naturalmente, desde que sejam explorados de modo adequado. Entre eles encontram-se: o solo agrícola, a água doce, os pastos naturais, as florestas, a pesca etc.

Por outro lado, recursos não renováveis seriam os bens da natureza cujos estoques não se podem regenerar naturalmente e que se esgotam a uma velocidade que depende do grau de sua exploração e das leis da entropia. Entre eles estão: os recursos minerais (metálicos e não metálicos), os recursos energéticos (petróleo, carvão e gás natural) etc.

Os recursos naturais, portanto, constituem a base sobre a qual se exercem as atividades dos demais recursos, pois se encontra na origem de todo o processo de produção. Também podem ser classificados de energéticos e não energéticos, se for atendida sua capacidade de produzir energia. Os carvões e o petróleo são recursos naturais energéticos. Por vezes a água é também considerada um recurso energético, pois as barragens transformam a força da água em energia. Portanto, os recursos naturais, compreendem todos os recursos da natureza, que são utilizados na produção de bens econômicos.

Entretanto, ao considerar que os recursos são renováveis em alguma escala de tempo determinada, Franco (2002) *apud* Marques (2009), observa que, existe a opção de classificar os recursos naturais em sustentáveis e não sustentáveis:

- a) recursos naturais sustentáveis: São aqueles cuja taxa de reposição são iguais ou maiores que as taxas de uso, sem aumento dos custos, inclusive quando não se aplica reduções de custos. Somente o uso excessivo destes recursos pode levar ao seu esgotamento, pois com uma gestão adequada, a taxa de uso pode chegar a equilibrar-se com a taxa de reposição;
- b) recursos naturais não sustentáveis: São aqueles que a extração e uso excedem em muito as taxas de reposição, sendo seus maiores exemplos os depósitos minerais de carvão, ouro, bauxita, entre outros.

O reconhecimento do papel dos recursos naturais reforçou muito dos argumentos propostos para explicar a mudança no comportamento dos agentes econômicos, a acumulação do capital físico e humano, a estrutura de incentivos proporcionados pelas instituições, e a definição clara de direitos de propriedade passaram a ter nova importância quando começou a se analisar o papel dos recursos naturais. Mais importante, entretanto, foi a nova dimensão introduzida no debate com a incorporação dos recursos naturais, a sustentabilidade da

economia, ou seja, a gestão de forma economicamente racional desses recursos, sendo eles renováveis ou não.

### 2.3 CARACTERIZAÇÃO E RACIONALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

Os recursos hídricos constituem as águas superficiais ou subterrâneas disponíveis para qualquer tipo de uso de região ou bacia. As terras subterrâneas são o principal reservatório de água doce disponível para os seres humanos. A noção de que a Terra tem a maior parte de sua superfície coberta por água - num valor estimado em 70,7% - fez com que se pensasse que se tratava de um bem inesgotável e sempre disponível para o consumo. À partida, sendo a água um recurso renovável e estocável, era considerado um bem livre<sup>7</sup> oferecido abundantemente pela natureza, portanto, sem valor econômico. Nesse sentido, o uso da água guardava associação apenas com os custos privados decorrentes de sua captação.

No entanto, o conhecimento relativamente recente da dimensão de seu volume total, calculado em 1.385.984.610 km<sup>3</sup>, conforme *Fundación Canal* evidenciou que 97,5% são águas salgadas distribuídas nos oceanos e mares, por vastas extensões, envolvendo os continentes, e que apenas 2,5% são águas doces, que se distribuem em vários reservatórios da Terra em estado sólido, líquido e gasoso (FUNDACIÓN CANAL, s.d).

Assim, há portanto, ponderações muito fortes, que levam os estudiosos a admitirem a água, apesar de sua constante renovação e da possibilidade de estocagem em grandes quantidades, constitui um recurso natural escasso, tanto na sua componente quantitativa quanto qualitativa. Ademais, em função dos seus diferentes tipos de uso, ou seja, usos múltiplos (como irrigação, dessedentação de animais, abastecimento, energia hidráulica, controle de enchentes, piscicultura, navegação, lazer e outros) das diferentes dimensões de conhecimento que estão envolvidas, dos diferentes tipos de instituições, pressupõem a valorização da água em função da sua natureza renovável e fluida.

#### 2.3.1 A água como um bem econômico

Sempre que houver abundância de água, nas suas componentes quantitativas e qualitativas, ela pode ser considerada como bem livre, ou seja, sem valor econômico. No entanto, a partir do instante que as demandas por água aumentam relativamente à sua disponibilidade, gerando balanços hídricos desconfortáveis ou críticos, e começa a surgir

---

<sup>7</sup> Como exemplo de bens livres em economia pode-se citar o ar que pessoas respiram e as águas dos mananciais, caracterizados como bens sem valor econômico.

conflitos entre usuários pelo seu uso, ela passa ser escassa, necessitando, portanto, ser tratada como um bem econômico, dotado de valor.

Devido à sua escassez relativa, a água bruta é, de fato, um bem econômico. Segundo Mankiw (2007) um bem econômico, tem um valor de uso e um valor de troca. No caso da água, com o determinante de que poderá pertencer a proprietários e/ou titulares que disporão de seu uso<sup>8</sup>. Fernandez e Garrido (2002), apontam:

O valor do uso da água é caracteristicamente variável, pois depende fundamentalmente da utilidade ou satisfação que os diversos usuários lhe atribuem pela múltipla capacidade desta em satisfazer suas necessidades. O valor de troca, por outro lado, depende das condições de oferta e demanda, o qual é regulado por preços, que na economia moderna, são expressos em termos monetários. O problema que se apresenta é como determinar o valor da água em uma situação onde inexistente o seu mercado e esta pode ser utilizada em uma diferente gama de modalidade de uso (p. 58).

Os autores apontam que, a característica mais marcante da água é que ela tem diferentes valores de uso e, portanto, admite diferentes valores de troca ou preços. Assim as doutrinas econômicas têm procurado determinar de que dependem e como se estabelecem essas diferenças de preços. Entretanto, essa análise constitui hoje um dos pontos mais controvertidos da teoria econômica. Uma vez que, a doutrina clássica defende a idéia de que o valor real de um bem depende da quantidade de trabalho utilizada para produzi-lo, mas que, para o efeito de troca, o seu preço deve refletir a relação que exista entre a oferta e a demanda desse bem. Por outro lado, a doutrina marxista, por sua vez, modifica a teoria clássica do valor-trabalho, introduzindo o tempo de trabalho “socialmente” necessário à produção do bem<sup>9</sup> (FERNANDEZ E GARRIDO, 2002).

Os autores abordam, também, que a doutrina econômica neoclássica reflete a tendência dos clássicos e socialistas em utilizar o trabalho como índice de valor para a água, mas ressalta a primazia de elementos subjetivos. Neste sentido, um dado como exemplo é o grau de referencia que os usuários têm pela água, bem como a sua presença física e o seu custo de oportunidade<sup>10</sup>. Portanto, o valor da água está fundamentado na apreciação subjetiva que cada usuário atribua a esse recurso, ao satisfazer suas necessidades e se materializar em um preço, resultante do equilíbrio entre oferta e demanda (MANKIW, 2007). Então, quanto, mais escassa for a água e quanto maior for a valoração subjetiva para vários usuários, maior será o

<sup>8</sup> O valor de uso está associado à capacidade do bem em proporcionar utilidade ao seu usuário, enquanto que o valor de troca de um bem está relacionado com seu poder de compra de outros bens.

<sup>9</sup> A teoria do valor-trabalho, por apresentar vários problemas e não refletir o valor de troca, foi abandonada pela maioria dos economistas.

<sup>10</sup> Valor de água em um uso alternativo.

preço e vice-versa. Em outras palavras, é o livre jogo entre oferta e demanda, emanado do mercado que, em última instância, determina o valor da água.

### 2.3.2 A água como um bem público e privado

Todo bem econômico pode ser classificado, segundo a sua natureza, em três grandes grupos de bens. De acordo com Fernandez e Garrido (2002), esta classificação, se divide em: (i) privado; (ii) público; (iii) semi-público. Um bem privado é aquele que o seu uso não pode ser compartilhado simultaneamente por quaisquer dois ou mais usuários. Isso porque o bem privado está intimamente associado ao seu direito de propriedade, de modo que, ao comprar um bem privado, o comprador adquire também o seu direito de propriedade, o que lhe garante exercer o seu direito, excluindo qualquer pessoa de usufruir ou participar desse bem, conforme a “propriedade da exclusão”, abordada em Mankiw (2007, p. 224).

Isso significa que tanto o benefício quanto o custo desse bem é apropriado diretamente pelo seu comprador (ou proprietário). Uma das características de um bem privado é a existência de um mercado onde esse bem pode ser transacionado. Em consequência, todo bem privado tem um preço positivo. Isso implica que o benefício de um bem privado pode ser avaliado diretamente através do seu preço de mercado e da sua função de demanda, a qual é o resultado da agregação horizontal (ou seja, para cada preço) das funções de demanda individuais.

Já um bem público justifica-se conceitualmente pelo fato de terem consumo/uso compartilhado, ou seja, o uso por um indivíduo não exclui a utilização por outro, que ainda por apresentarem características próprias, faz com que o Estado assuma a responsabilidade por seu fornecimento (FLORISSI, 2004). Assim, ao adquirir um bem público<sup>11</sup>, o seu usuário ou beneficiário não pode comprar o seu direito de propriedade. A principal característica desse bem é a absoluta falta de mercado onde esse bem possa ser transacionado (demandado e ofertado), não dispondo, portanto, de preço de mercado. Nesse caso, o benefício terá que ser avaliado indiretamente através de métodos alternativos de avaliação da demanda contingente<sup>12</sup>, a qual é o resultado da agregação vertical (ou seja, para cada nível de produção) das avaliações individuais (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

---

<sup>11</sup> São exemplos de bens públicos: bens tangíveis como as ruas ou iluminação pública; e os bens intangíveis como, justiça, segurança pública e defesa nacional.

<sup>12</sup> O método da avaliação contingente consiste em estimar a função de demanda de um bem público através de pesquisas diretas, tentando extrair de seus consumidores o valor que eles estariam dispostos a pagar pelo bem em questão. Nesse sentido, o método contingente supre a falta de mercado, apresentando a seus consumidores



Finalmente, como bem semi-público, entendem-se aqueles que apresentam características dessas duas modalidades de bens já definidas. Assim, ao comprar um bem semi-público, o comprador adquire também o seu direito de propriedade, mas os benefícios e/ou os custos são maiores do que aqueles apropriados pelo seu comprador. Com relação a água, um exemplo, constitui a água tratada no abastecimento público. Nesse caso, além dos benefícios da água tratada ser apropriados pelos consumidores, eles são também apropriados por toda a sociedade, que se beneficia de uma expansão do abastecimento público de água<sup>13</sup>.

Com relação à água utilizada para geração de energia elétrica, esta não pode ser considerada como um bem público, no sentido lato da palavra, embora toda água que chegue a turbina seja devolvida ao manancial à jusante. Para Fernandez e Garrido (2002), a razão é que, quando utilizada para esta finalidade, há necessidade de se restringir o uso de certa vazão à montante, sob pena de comprometer a própria capacidade de geração<sup>14</sup>. Nesse sentido a utilização de água para geração de energia elétrica deve ser considerada como bem semi-público, visto que a geração hidrelétrica impõe restrições a outros usos consuntivos à montante do sistema. Adicionalmente, as perdas de água nos reservatórios de regularização tornam parte dessa água indisponível aos usuários à jusante do sistema.

Fernandez e Garrido (200), mostram que o principal problema associado com a utilização da água quando seu uso é compartilhado (ou seja, não exclusivo) e se enquadra no grupo de bens públicos, é que os seus usuários, quando questionados sobre o seu valor, não revelam completamente suas preferências e tendem a subestimar esse valor. Portanto, neste caso específico, não é possível apropriar o valor de uso de qualquer um desses usuários da água. Esse problema não aconteceria se os usos da água fossem concorrentes (ou seja, exclusivos) e se enquadrassem no grupo de bens privados.

## 2.4 USO DA ÁGUA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A utilização de água para geração de energia elétrica é considerada um dos usos não consuntivos desse recurso. Para Fernandez e Garrido (2002) os usos consuntivos da água são aqueles que a retiram de seus mananciais, através de captações ou derivações, e apenas uma

---

mercados hipotéticos, ao tempo em que dá a esses consumidores oportunidade de optarem por tal bem. É através dessa opção contingente que a valorização de um bem público é revelada (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

<sup>13</sup> Veja-se o exemplo do carro, adotado para ilustrar o caso do bem privado. Ao poluir o meio ambiente e causar um custo maior à sociedade do que aquele incorrido pelo seu comprador, o carro, a rigor, não poderia ser incluído no grupo de bens privados, e teria que ser considerado como um bem semi-público (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

<sup>14</sup> Essa vazão é definida pelo requerimento técnico de geração de energia elétrica.

parte retorna às suas fontes de origem. Já os usos não consuntivos caracterizam “aqueles que utilizam a água em seu próprio manancial, sem haver necessidade de retirá-la, ou depois de captada, retorna integralmente a seus mananciais” (p. 22).

Entretanto, o aproveitamento hidrelétrico e a operação de plantas termelétricas podem afetar, de forma significativa, o balanço hídrico de uma bacia ou região hidrográfica. Entende-se por energia hidrelétrica a energia que vem do movimento das águas, usando o potencial hidráulico de um rio de níveis naturais, queda d'água natural ou artificial.

A água é um fator essencial para produção de energia hidráulica. É a combinação de dois fatores, um hidrológico e outro topográfico, que cria o potencial hidrelétrico. Segundo Fernandez e Garrido (2002), o potencial hidrelétrico é o produto da vazão (fator hidrológico) de um manancial e da altura da queda de água (fator topográfico). A capacidade de geração de energia elétrica tem caráter aleatório, tendo em vista que as vazões podem sofrer grandes variações sazonais. Nesse sentido, a disponibilidade de energia hidrelétrica tem também caráter aleatório, estando sujeita a riscos.

Para o aproveitamento hidrelétrico requer-se, em geral, um ajustamento dos padrões de variabilidade das correntes fluviais através de reservatórios de regularização, que permite a uniformização das vazões nos níveis requeridos. Todavia, é relevante assinalar que a evaporação nos espelhos de água desses reservatórios é apreciável, sobretudo em regiões de clima quente como é o caso do território brasileiro, característica climática que se evidencia no Estado de Roraima.

Os reservatórios para geração de energia elétrica, sobretudo aqueles que trabalham na produção de energia de ponta, alteram substancialmente o padrão de variabilidade do fluxo de água à jusante, razão porque, algumas vezes, para que se possa reutilizar o caudal descarregado, torna-se necessária a construção de outro reservatório logo após, à jusante do primeiro, permitindo corrigir o padrão de variabilidade alterado (FERNANDEZ E GARRIDO, 2002). Por outro lado, o volume armazenado também pode ser utilizado para outras finalidades, criando a possibilidade da prática do princípio dos usos múltiplos, importante no contexto do planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

É apontado, por técnicos do setor elétrico, como vantagem da utilização da água para geração de energia, o fato de tratar-se de um uso não consuntivo, o que faz da geração de energia hidrelétrica um uso dos recursos hídricos que normalmente pode ser combinado com outros. No entanto, Fernandez e Garrido (2002, p 23), observam, que, “a geração hidrelétrica atua sobre a capacidade de armazenamento disponível do sistema hídrico, exigindo que certo volume seja reservado para esse fim, alterando o regime hidrológico, embora essa água seja

reposta ao manancial à jusante”. Neste sentido, apresenta certos problemas, como consequências socioambientais de alagamento de grandes áreas, alteração do clima, fauna e flora locais, dentre outros. Entretanto ainda é se comparado a outras, uma forma limpa de se gerar energia para o consumo humano.

Em outras palavras, os autores acima, argumentam que, os projetos de utilização da água para geração de energia elétrica estabelecem uma restrição técnica sobre o comportamento da vazão à montante do sistema, que deve ser levada em consideração quando do estudo de alocação e da análise de sustentabilidade dos recursos hídricos. Adicionalmente, conforme já mencionado, a geração hidrelétrica provoca ainda perdas por evaporação nos reservatórios de regularização da vazão, as quais devem ser também levadas em consideração no estudo da disponibilidade hídrica das bacias.

No Brasil, a expressiva rede hidrográfica que se distribui por quase todas as regiões de seu território faz com que mais de 70% da geração seja de origem hidrelétrica. Esta circunstância, associada ao caráter estratégico da energia, responde pela existência de um rigoroso programa de construção e operação de usinas, uns dos maiores e mais bem estruturados do setor de políticas públicas do país (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002). A regulação desse setor é de competência da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), criada no contexto da reforma do aparelho do estado para regular, com autonomia e agilidade, a política de energia elétrica.

Assim, a gestão dos recursos hídricos no Brasil é fortemente afetada por este setor usuário da água, devido à sua enorme quantidade de rios, a maior parte da energia elétrica disponível é proveniente de grandes usinas hidrelétricas. Ao abordar acerca deste contexto, Fernandez e Garrido (2002), destacam como importante, o fato de que, ao estudar uma bacia hidrográfica para fins de geração hidrelétrica, busca-se promover o aproveitamento ótimo. No passado, este conceito baseava-se apenas na maximização do potencial a explorar, deixando de lado outros requisitos.

Atualmente, no entanto, o conceito de aproveitamento ótimo inclui fatores de preservação ambiental, além das demandas, potenciais e instaladas, dos demais setores usuários da água. Neste sentido, no âmbito do desenvolvimento sustentável, o manejo sustentável dos recursos hídricos compreende estudos realizados através de ações que visam garantir os padrões de qualidade e quantidade da água dentro da sua unidade de conservação, a bacia hidrográfica, a exemplo dos estudos realizados pelo Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE).

A possibilidade de se produzir energia elétrica através de outros processos faz com que a demanda por água para hidroeletricidade não seja determinada exclusivamente pelo aumento da demanda por energia elétrica. Efetivamente, os fatores que determinam a utilização de água para a geração hidrelétrica são, além da parcela insatisfeita da demanda, a disponibilidade de um potencial hidráulico aproveitável e as vantagens econômicas que se podem ser obtidas a partir de exploração desse potencial, comparativamente a outras fontes de produção de energia (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

## 2.5 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: CONCEITOS E DIMENSÕES

Muito embora os impactos da presença de vida humana no planeta sejam perceptíveis há muitos anos, foi a partir da Revolução Industrial que seu potencial poluidor e deteriorador tornou-se mais evidentes e devastadores, a partir do desenvolvimento urbano e industrial. Ao final da segunda guerra o conceito de desenvolvimento econômico começou a ganhar força, significando a implementação de instituições capazes de harmonizar interesses e práticas econômicas. Ocorreu então a maximização dos recursos naturais, principalmente pelos países considerados grandes potências, que estavam a todo vapor de crescimento.

Portanto, os recursos naturais utilizados e os efluentes gerados ficavam inteiramente à margem da economia. Como o preço, conforme Mankiw (2007), é determinado por uma conjunção de custos, escassez relativa e demanda, a abundância dos recursos, era tida como não valor, não riqueza. Então, o progressivo aumento de custos gerados pelo sistema econômico, era então visto como aumento de riqueza. Almeida (s.d), adverte que a compreensão do erro lógico inscrito nessa conceituação é essencial para se perceber como a Questão Natural (ecologia e meio ambiente) ficou à margem da Teoria Econômica, significando a marginalização do meio ambiente e total ignorância dos efeitos dessa degradação.

Como o sistema adotado foi naturalmente corroído por suas próprias bases, calcadas nos gastos máximos, a matéria prima, foi ficando mais cara, o que praticamente anulou os ganhos. Com o impacto econômico foi necessário brevar a maximização dos gastos naturais, porque a matéria prima tornou-se cara demais. O desperdício tomou lugar pelo máximo aproveitamento possível, reduzindo drasticamente a degradação. Portanto, a exploração irracional, cedeu lugar ao aproveitamento racional de recursos, não pela consciência ecológica, mas pela pressão econômica (ALMEIDA, s.d).

O desenvolvimento sustentável buscava nessa época, ainda que sob nomenclatura diversa, combinar os mecanismos de correção econômica, com medidas de controles administrativos e sistemas de decisão pactuada entre os diversos atores da sociedade civil, Estado, empresas e organizações não governamentais. Além disso, surgiu a consciência de que os padrões de consumo dos países desenvolvidos não poderiam ser transplantados para os demais países, sob pena de falência do mundo natural.

A partir, o conceito de desenvolvimento econômico passou a sofrer um intenso processo de revisão, mais ou menos crítico, mais ou menos cauteloso conforme o ambiente intelectual e profissional. A dimensão do conceito alargou-se, e a percepção de que havia nele insertos balizas éticas e políticas fortes. Abandonou-se então o conceito estreito de “desenvolvimento econômico” para iniciar a exploração e aplicabilidade do conceito mais amplo de “desenvolvimento sustentável”.

Assim, na década de 1980, emergiu o conceito de desenvolvimento sustentável, com a publicação do documento “Nosso futuro comum” elaborado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada em 1987. De acordo com esse documento, o desenvolvimento sustentável é “o desenvolvimento que garante o atendimento das necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atender suas necessidades” (MUELLER, 1996, p. 264).

Atualmente, o conceito de desenvolvimento sustentável certamente encerra inúmeras dimensões da realidade como, por exemplo, as questões éticas, políticas, filosóficas e institucionais, além obviamente dos aspectos sociais e econômicos. Entretanto em seu conceito mais amplo, o desenvolvimento sustentável é entendido como o crescimento econômico permanente, unido ao desenvolvimento econômico com vistas a melhorias nos indicadores sociais, ao mesmo tempo em que contribui para a preservação ambiental.

Neste sentido, Veiga e Zatz (2008, p.57), enfatizam, “não há desenvolvimento sustentável possível sem que harmonizem objetivos sociais, ambientais e econômicos sem que se tenham solidariedade com as gerações futuras”. Embora seja idéias ainda muito novas, que diferenciam crescimento e desenvolvimento, e identificam estes com liberdade, que geram a esperança de que o desenvolvimento sustentável implique mudanças profundas de atitude e de comportamento.

Cabe aqui fazer um aporte aos estudiosos do “caminho do meio” que criticam o conceito onde o ser humano é visto em termos de necessidades, desconsiderando valores como sua capacidade de pensar, agir e participar (VEIGA e ZATZ, 2008). Neste sentido o

desenvolvimento tem a ver com liberdade proteção aos direitos humanos e aprofundamento da democracia.

É importante, portanto, traduzir esse reconhecimento em projetos viáveis e modificar as políticas e os instrumentos para que reforcem as dimensões culturais das relações entre o meio ambiente e o desenvolvimento regional. A noção de sustentabilidade implica repensar o modo pelo qual a própria natureza é concebida, e conseqüentemente, quais os valores culturais que condicionam as relações de uma determinada sociedade para com a natureza.

#### 2.5.1 Desenvolvimento sustentável e Zoneamento Ecológico Econômico para centrais hidrelétricas

Integrar o desenvolvimento sustentável com os investimentos prudentes necessários para ampliar a infraestrutura energética, exige um planejamento para a exploração racional dos recursos naturais em prol do desenvolvimento econômico e social, e escolher fontes alternativas de energia elétrica que maximize o uso da estrutura energética atual, de forma eficiente e com menor impacto sobre o meio ambiente. Neste sentido, o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) exerce um papel fundamental como instrumento que define as potencialidades e vulnerabilidades do território, a partir de uma sólida base de conhecimentos sobre as características sociais, culturais, econômicas e ambientais.

Assim, o ZEE é concebido como um instrumento estratégico de planejamento regional e gestão territorial, envolvendo estudos sobre o meio ambiente, os recursos naturais e as relações entre a sociedade e a natureza. Segundo Rocha (2010), é definido como um instrumento de análise territorial em cujos fundamentos estão a divisão de uma área em partes menores ou zonas, segundo determinadas características ou objetivos. Já para Agostinho (s.d.), o ZEE visa dar diretrizes e alternativas para a exploração racional dos recursos econômicos, em harmonia com o meio ambiente natural, tendo como meta fundamental a melhoria da qualidade de vida.

Ainda no Programa de Zoneamento Ecológico Econômico o Governo Brasileiro concebe o ZEE como um instrumento para racionalizar a ocupação do espaço, um subsídio a estratégia e ações pelo desenvolvimento. O condicionante é que, segundo Rocha (2010), a ocupação territorial aparece como a característica determinante do ZEE, considerando estudos preliminares do meio ambiente de uma área. Assim a componente política prepondera, marcadamente por capitanear a ação de uso racional do recurso ambiental, conferindo-lhe sustentabilidade.

Historicamente, no Brasil, a implantação dos princípios gerais do zoneamento ocorreu com a edição do Decreto 99.540/90, estabelecendo a Amazônia Legal como área prioritária para implementação dos trabalhos. Rocha (2010), aponta que, em 2001, surge novo Decreto que anuncia o Grupo de Trabalho Permanente para a Execução do ZEE, além de estabelecer os princípios para a sua execução.

Mais tarde, a Lei 6.938/81 prevê o zoneamento como instrumento da Política Ambiental, regulamentada no ano seguinte por meio do Decreto 4.297, que normatiza o uso, o armazenamento e a divulgação das informações que diz respeito ao ZEE. Já em 2006, estudos realizados pelo Ministério do Meio Ambiente, destacam ações de integração do Programa de ZEE no Nordeste e na Amazônia, e apoio ao desenvolvimento de capacitação, metodologia e dados.

Todavia Agostinho (s.d.), adverte que desde a padronização e integração das metodologias de coleta e tratamento dos dados básicos até os estudos de prognósticos através de cenários, deverão ser utilizados com metodologias específicas, de caráter multidisciplinar, que tenham a mesma linguagem e que possam ser facilmente adequadas e absorvidas pelos diversos segmentos que colocarão em prática o ZEE.

Neste sentido, a complexidade global dos problemas analisados exige metodologia com amplo diagnóstico de variáveis ambientais que abordem os campos de Meio Físico (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Hidrologia, Meteorologia, Climatologia, Hidrografia, Geossistemas), Meio Biológico (Vegetação, Ecossistemas Significativos, Fauna) e Meio Sócio-Econômico-Cultural (Demografia, Produção, Infraestrutura Econômica e Social, Qualidade de Vida, Processos de ocupação espacial).

Dessa forma, um ZEE, contribui para o planejamento e implementação de usinas hidrelétricas em Roraima, para minimizar o impacto ao meio ambiente, tendo em vista a necessidade de preservação dos recursos hídricos. Haja vista, que um zoneamento das bacias hidrográficas de um território supre com informações consistentes sobre o espaço geográfico local. Auxilia na elaboração de ações integradas para a preservação dos rios, em consonância com desenvolvimento econômico, sem perder de vista a sustentabilidade da região. Ainda orienta decisões em projetos de ampliação de infraestrutura, aplicação de investimentos públicos e privados em bases ambientalmente sustentáveis.

A Constituição Federal estabelece no art. 21, inciso IX que é competência da União elaborar e executar planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social. Ainda nos artigos 23 e 24 da Constituição temos que compete à União e aos Estados legislar sobre recursos naturais, meio ambientes e melhoria da

qualidade de vida. Neste contexto, Agostinho (s.d.) observa:

[...] o Governo Brasileiro tem se empenhado nos últimos vinte anos no estabelecimento de uma política para a definição de técnicas visando a exploração racional da região amazônica, calcada em um zoneamento ecológico-econômico instituído através de bases científico-tecnológicas e com a participação efetiva das populações que aí vivem.

O ZEE tem sido destacado entre as políticas públicas como um instrumento estratégico de planejamento regional e gestão territorial, que servem como subsídio para negociações democráticas entre os órgãos governamentais, o setor privado e a sociedade civil sobre um conjunto de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável.

Por esta razão, Agostinho (s.d) sugere a necessidade de estabelecimento de regras para a exploração racional dos recursos naturais, respeitando-se os limites da natureza e das populações, direcionando os fluxos migratórios e processos produtivos para as áreas adequadas que possam permitir uma exploração economicamente viável dentro dos princípios de sustentabilidade dos geossistemas e ecossistemas.

Ao tratar da importância do ZEE para a Amazônia Legal, Rocha (2010) defende “um modelo de desenvolvimento que possa atender a anseios de dimensões paradigmáticas, demanda por instrumentos capazes de proceder a leitura ecológica e sócio-cultural principalmente, sem perder de vista o aspecto econômico”. Assim, com o ZEE exige aplicação correta de recursos públicos e investimentos privados, principalmente em território com grande diversidade biológica de flora e fauna, recursos naturais e uma sócio-diversidade dinâmica, como se desvela no espaço geográfico do Estado de Roraima.

Em termos, o setor energético passa a ter muita importância como estratégia para um planejamento de desenvolvimento econômico em Roraima, levando em conta as limitações existentes da atual estrutura disponível. Neste sentido, o ZEE, conforme defende Rocha (2010), tem proporcionado recomendações para o desenvolvimento de atividades conciliadoras dos interesses produtivistas, aliados aos preservacionistas, no fornecimento de subsídios para a implementação de usinas hidrelétricas em Roraima.

Ainda cabe destacar, conforme Barquero (2001), que os ganhos com produtividade estão na origem do processo do desenvolvimento econômico, daí a importância de procurar estudar aqueles que decorrem da aglomeração geográfica das atividades econômicas e das populações. Portanto com os instrumentos fornecidos pelo ZEE, torna-se possível verificar as opções de produção de energia a partir de fonte renovável no Estado, analisando suas potencialidades e viabilidades, para o bem estar social de sua população. Especialmente, para fins deste trabalho, a energia oriunda dos recursos hídricos, com elaboração de ações



integradas para a preservação dos rios, em consonância com desenvolvimento econômico, sem perder de vista a sustentabilidade da região.

### **3 CONTEXTO ENERGÉTICO DO ESTADO DE RORAIMA**

Este capítulo procura descrever e analisar o contexto energético do Estado de Roraima, a fim de estruturar a perspectiva de instalação de usinas hidrelétricas. Haja vista que a atual estrutura energética de Roraima, apresenta-se ineficiente no fornecimento do suporte necessário e confiável para um processo de desenvolvimento sustentável.

No sentido de dimensionar o tratamento do tema, iniciou-se com uma abordagem acerca do contexto energético hidroelétrico brasileiro, que possui uma matriz de energia elétrica com a participação de 77,1% da hidroeletricidade. Ainda destaca a previsão do Plano Decenal de Expansão de Energia 2020, do Ministério de Minas e Energia (MME) que implantará 71 novas usinas, até 2017, no País.

A grande extensão da rede de transmissão no Brasil caracteriza-se por um segmento dividido em Sistemas Isolados, localizados principalmente na região Norte e o Sistema Interligado Nacional (SIN), que abrange a quase totalidade do território brasileiro. Neste sentido, é feita uma abordagem acerca do Sistema de transmissão existente na matriz energética brasileira.

Com relação ao Estado, partiu-se de seu contexto espacial e socioeconômico, destacando sua infraestrutura energética em sistema isolado, com o padrão de consumo de energia da sociedade local. Esse contexto se tornou eficaz na estruturação de estudos que busquem alternativas para equacionar a problemática da deficiência da matriz energética do Estado de Roraima, como o proposto por esse trabalho.

#### **3.1 CONTEXTO ENERGÉTICO HIDROELÉTRICO DO BRASIL**

O Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar. Conta com a participação de 77,1% da hidroeletricidade. Energia proveniente de 140 usinas em operação, com perspectiva de aumento do uso dessa fonte. Ao longo dos últimos 30 anos, o País evitou a emissão de cerca de 800 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) equivalente por meio do uso de etanol como substituto ou aditivo da gasolina (MME/EPE, 2011).

O Brasil usa energia hidrelétrica desde o final do século 19, mas as décadas de 1960 e 1970 marcaram a fase de maior investimento na construção de grandes usinas. Devido a essas

opções feitas no passado, o País abriga hoje a maior hidrelétrica do mundo em geração de energia. Inaugurada em 1984 depois de um acordo binacional com o Paraguai, a Usina de Itaipu tem hoje potência instalada de 14 mil MW, com 20 unidades geradoras. Essa capacidade é suficiente para suprir cerca de 80% de toda a energia elétrica consumida no Paraguai e de 20% da demanda do sistema interligado brasileiro (MME/EPE, 2011).

A previsão do Plano Decenal de Expansão de Energia 2020, do Ministério de Minas e Energia (MME) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE), é que o País terá 71 novas usinas até 2017, com potencial de geração de 29.000 MW, sendo 15 na bacia do Amazonas, 13 na bacia do Tocantins-Araguaia, 18 no rio Paraná e 8 no rio Uruguai. As 28 usinas hidrelétricas planejadas na região amazônica têm no seu conjunto, a capacidade instalada de 22.900 MW. Conforme destaca a Figura 2.



**Figura 2:** Mapa das usinas hidrelétricas existentes e em construção

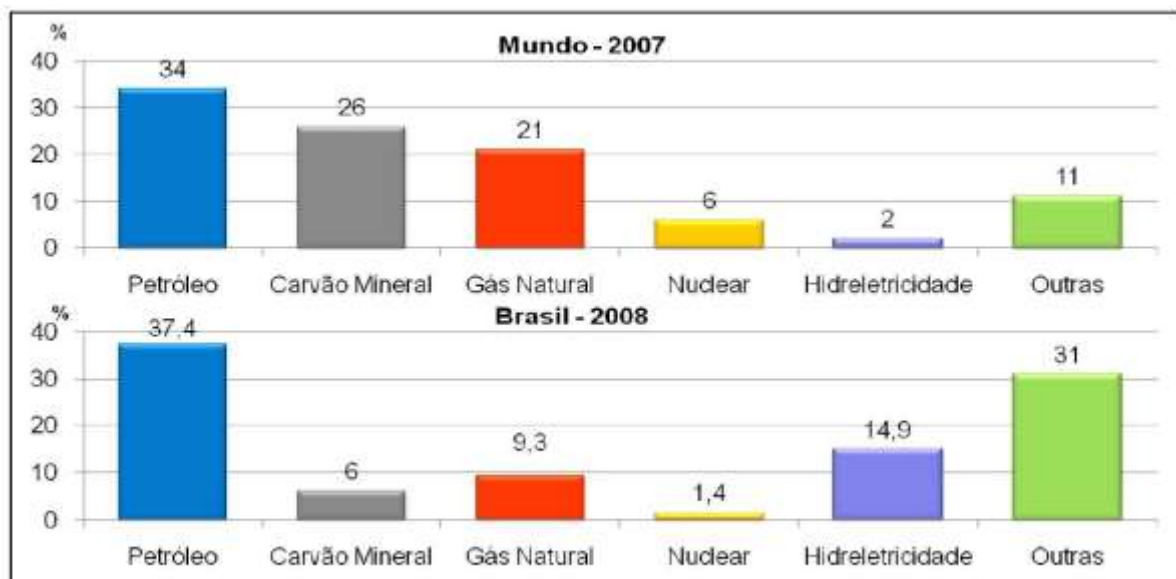
Fonte: MME/EPE (2011).

Ainda segundo informações contidas no Plano Decenal 2020 (MME/EPE, 2011), as usinas de Jirau e Santo Antônio, que se encontram em fase de construção, no Rio

Madeira/RO, por exemplo, utilizam a tecnologia de turbinas bulbo. Essa medida diminui o alargamento necessário e, conseqüentemente, os efeitos negativos como o deslocamento de populações locais, a desapropriação de terras e o impacto ambiental. O Plano Decenal 2020 (MME/EPE, 2011), aponta que para monitorar os impactos, o Brasil investe também no aperfeiçoamento das avaliações realizadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) antes da instalação de qualquer usina.

A hidroeletricidade foi priorizada, no Brasil, desde 1950, com a atuação da ELETROBRAS, ao ser considerada a mais adequada fonte energética para produção de energia elétrica no país. Segundo Ventura Filho (2009), os aspectos relacionados com o porte, montante do potencial hidroelétrico, competitividade econômica, tecnologia plenamente dominada no país e vantajosa viabilidade sócio-ambiental, coloca a hidroeletricidade em destaque quando comparada com outras opções energéticas. Adicionalmente, a hidroeletricidade é uma fonte de energia renovável, baixa emissora de GEE e pode e deve ser planejada numa estratégia de uso múltiplo do recurso hídrico, considerando outros benefícios tais como navegação, irrigação, suprimento d'água, piscicultura e outros.

A principal fonte energética no Brasil, em termos quantitativos, é o petróleo e derivados, como ocorre, em geral, na maioria dos países do mundo, a segunda é a de derivados da cana-de-açúcar e a terceira a da hidroeletricidade, estas duas últimas renováveis, algo que não ocorre em nenhum outro país de certo porte do mundo (VENTURA FILHO, 2009). A Figura 3 destaca a comparação entre as matrizes de energia mundial e brasileira.



**Figura 3:** Gráfico de matriz de oferta de energia (%) do mundo x Brasil  
Fonte: Ventura Filho (2009).

Na figura, se visualiza as grandes diferenças atuais entre elas, em termos de participação das fontes energéticas. As principais diferenças estão no carvão mineral, na hidroeletricidade e na “outras”, esta última, incluindo, no caso brasileiro, os derivados da cana-de-açúcar.

### 3.1.1 Sistema de transmissão existente na Matriz Energética brasileira

A grande extensão da rede de transmissão no Brasil é explicada pela configuração do segmento de geração, constituído, na maior parte, de usinas hidrelétricas instaladas em localidades distantes dos centros consumidores. Assim, a principal característica desse segmento é a sua divisão em dois grandes blocos: os Sistemas Isolados, instalados principalmente na região Norte e o Sistema Interligado Nacional (SIN), que abrange a quase totalidade do território brasileiro (ANEEL, 2005).

Os Sistemas Isolados são predominantemente abastecidos por usinas térmicas movidas a óleo diesel e óleo combustível – embora também abriguem Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) e termelétricas movidas a biomassa. Estão localizados principalmente na região Norte, nos Estados de Amazonas, Roraima, Acre, Amapá e Rondônia. São assim denominados por não estarem interligados ao SIN e por não permitirem o intercâmbio de energia elétrica com outras regiões, em função das peculiaridades geográficas da região em que estão instalados.

Segundo dados da Eletrobrás, eles atendem a uma área de 45% do território brasileiro e a cerca de 3% da população nacional – aproximadamente 1,3 milhão de consumidores espalhados por 380 localidades. Em 2008, respondem por 3,4% da energia elétrica produzida no país. Os sistemas isolados de maior porte suprem as capitais Rio Branco (AC), Macapá (AP), Manaus (AM) e Porto Velho (RO) e o estado de Roraima (com exceção da capital Boa Vista e seus arredores, abastecidos pela Venezuela). Por serem predominantemente térmicos, os Sistemas Isolados apresentam custos de geração superiores ao SIN.

Além disso, as dificuldades de logística e de abastecimento dessas localidades pressionam o frete dos combustíveis (com destaque para o óleo diesel). Para assegurar à população atendida por esses sistemas os benefícios usufruídos pelos consumidores do SIN, o Governo Federal criou a Conta de Consumo de Combustíveis Fósseis (CCC), encargo setorial que subsidia a compra do óleo diesel e óleo combustível usado na geração de energia por usinas termelétricas que atendem às áreas isoladas. Essa conta é paga por todos os consumidores de energia elétrica do país. Em 2008, o valor da CCC foi de R\$ 3 bilhões. A

tendência é que ao longo do tempo os Sistemas Isolados gradualmente sejam integrados ao SIN, a exemplo do que tem ocorrido com as demais regiões do país. Este movimento contribui para a redução dos custos da CCC e é proporcionado pela concessão, construção e operação de novas linhas de transmissão (ANEEL, 2005).

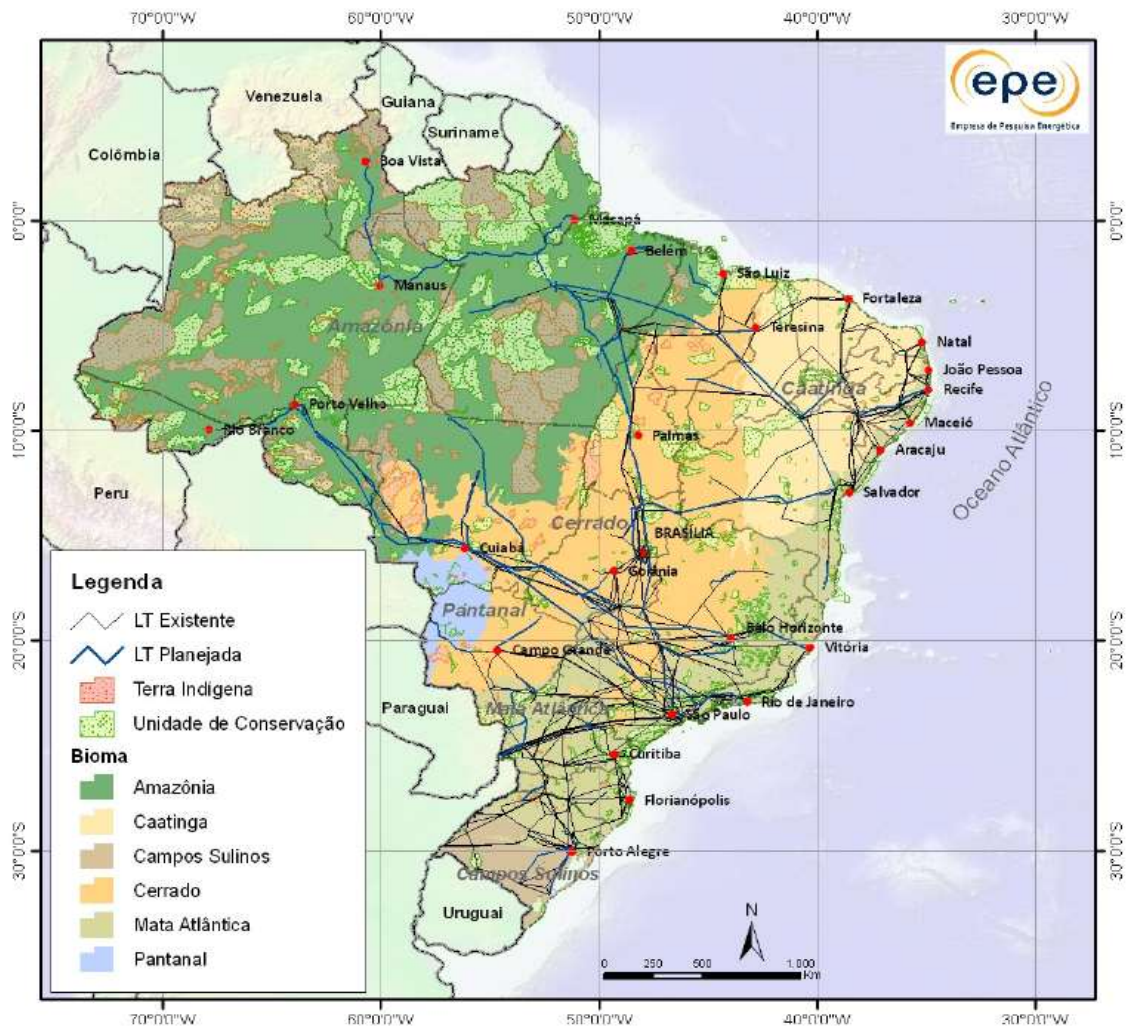
Face à distribuição geográfica dos grandes centros de carga, o SIN é hoje dividido em quatro subsistemas elétricos: Sudeste/Centro-Oeste, Sul, Nordeste e Norte. Para melhor representação da interligação da Usina Binacional de Itaipu, esta foi simulada em um subsistema à parte (subsistema Itaipu). Em 2008, o SIN, concentrou aproximadamente 900 linhas de transmissão que somam 89,2 mil quilômetros nas tensões de 230, 345, 440, 500 e 750 kV (também chamada rede básica que, além das grandes linhas entre uma região e outra, é composta pelos ativos de conexão das usinas e aqueles necessários às interligações internacionais). Além disso, abriga 96,6% de toda a capacidade de produção de energia elétrica do país – oriunda de fontes internas ou de importações, principalmente do Paraguai por conta do controle compartilhado da usina hidrelétrica de Itaipu (ANEEL, 2005).

Entretanto, o sistema interligado se caracteriza, também, pelo processo permanente de expansão, o que permite tanto a conexão de novas grandes hidrelétricas quanto a integração de novas regiões. Assim, no horizonte do Plano Decenal 2020, considera-se ainda a interligação de dois outros sistemas: Acre/Rondônia, conectado ao subsistema Sudeste/Centro-Oeste em novembro/2009, e Manaus/Amapá, que será considerado como um subsistema adicional, conectado ao subsistema Norte a partir de janeiro/2013. Além disso, atendendo às diretrizes do MME, encontra-se em andamento, sob coordenação da EPE, o estudo da interligação Manaus/Boa Vista, que integrará o estado de Roraima ao SIN, permitindo a interligação deste Estado, bem como o escoamento de parte das futuras usinas a serem implantadas na região. Adicionalmente, consta no cronograma, a operação da usina Belo Monte, com aproveitamento hidroelétrico compondo um subsistema à parte (subsistema Belo Monte) que será conectado ao subsistema Norte a partir de março de 2016 (MME/EPE, 2011).

Cabe destacar, que a interligação elétrica entre subsistemas de diferentes características sazonais, e com predominância de fonte hídrica, possibilita maior flexibilidade nos intercâmbios de energia, o que permite um melhor aproveitamento das especificidades de cada região, a partir da operação integrada. Esta operação proporciona ganhos sinérgicos e aumenta a confiabilidade de suprimento, além de reduzir o custo total de operação do sistema.

As Figuras 4 e 5 mostram a representação esquemática considerada para as interligações entre os subsistemas nacionais, detalhando a forma prevista ao final do horizonte

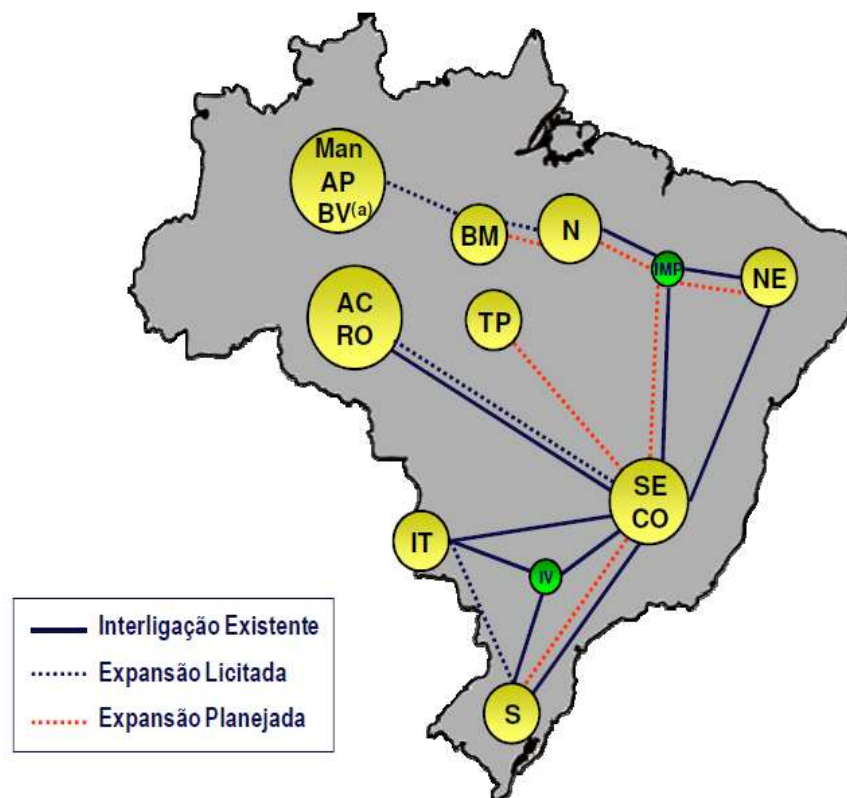
dos estudos do Plano Decenal 2020, para fins de simulação energética a subsistemas equivalentes. As interligações representadas em traços pontilhados estão previstas para se incorporarem ao SIN durante o período analisado (2011-2020).



**Figura 4:** Mapa dos sistemas interligados e previstos ao SIN

Fonte: MME/EPE (2011).





<sup>(a)</sup> Encontra-se em estudos a interligação entre Manaus e Boa Vista, bem como a expansão do sistema de geração através da construção de usinas hidrelétricas nesta região que ainda não foram consideradas nas simulações energéticas deste PDE.

#### Legenda

<b>SE/CO</b> -	Sudeste/Centro-Oeste	<b>IT</b> -	Itaipu
<b>S</b> -	Sul	<b>AC/RO</b> -	Acre/Rondônia
<b>NE</b> -	Nordeste	<b>BM</b> -	Belo Monte
<b>N</b> -	Norte	<b>TP</b> -	Teles Pires/Tapajós
<b>MAN/AP/BV</b> -	Manaus/Amapá/Boa Vista	<b>IMP</b> -	Imperatriz
<b>IV</b> -	Ivaiporã		

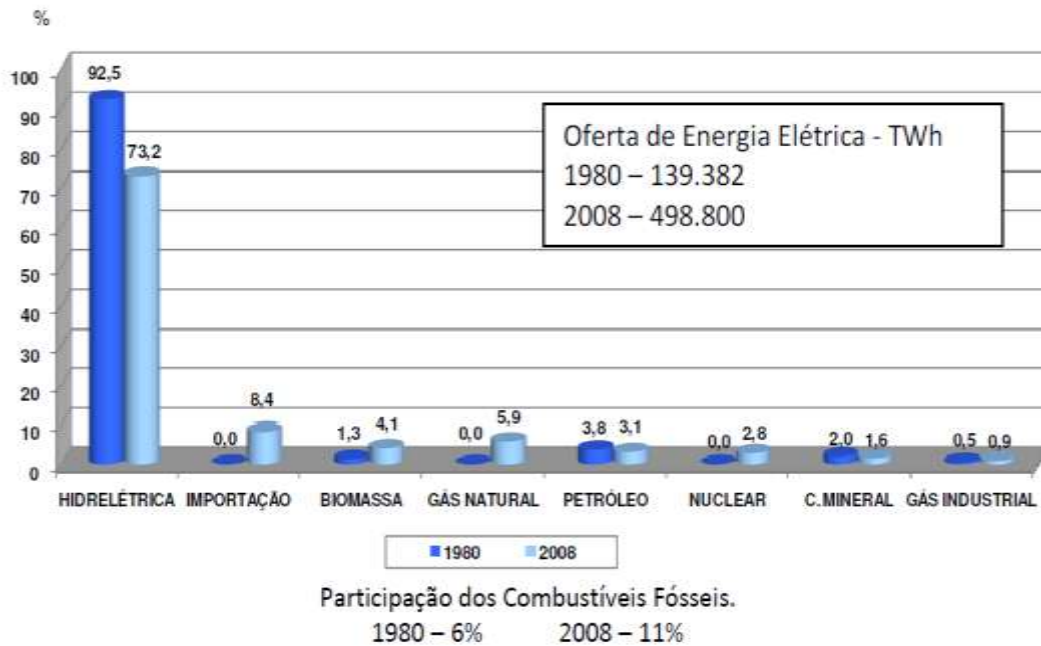
**Figura 5:** Mapa dos sistemas interligados e previstos ao SIN

Fonte: MME/EPE (2011).

### 3.1.2 Matriz de energia elétrica brasileira e perspectivas futuras

No caso da energia elétrica, em particular, a Figura 6 sumariza a matriz do Brasil, com a oferta de energia e as participações das diversas fontes, no período 1980/2008. Como se observa, no setor de eletricidade, o País apresenta um contexto, em relação ao mundo, ainda mais favorável do que o da energia, com uma grande participação de fontes energéticas renováveis, atualmente de 86% diante do valor mundial de apenas 18% conforme já referido.





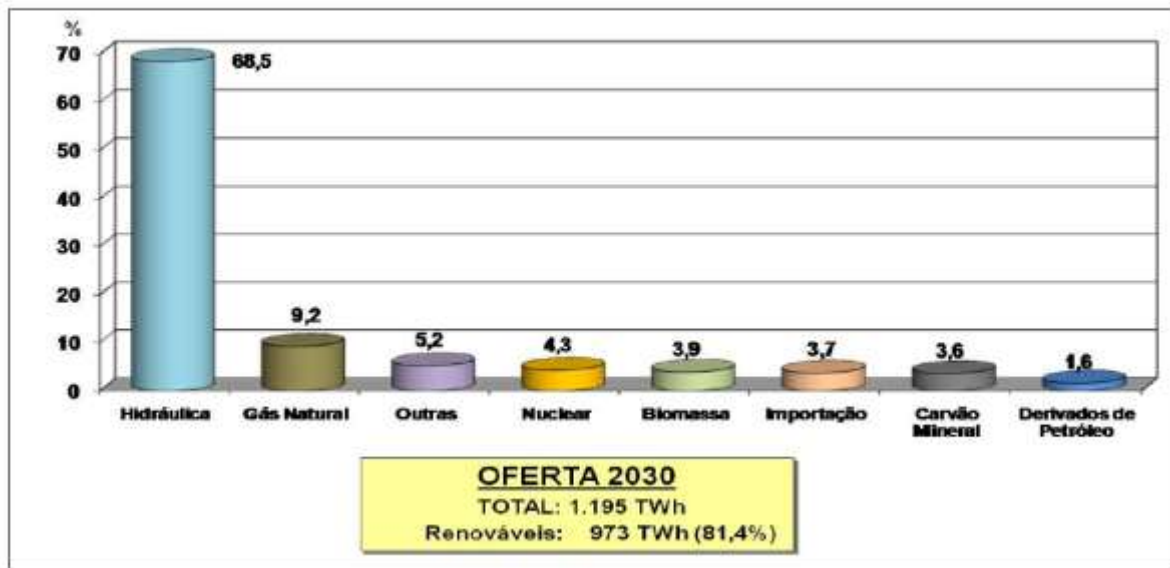
**Figura 6:** Gráfico da matriz de energia no Brasil – Participação das diferentes fontes (%) - Anos 1980 e 2008

Fonte: Ventura Filho (2009).

Assim, a primeira fonte energética é renovável, a hidroeletricidade que alcança 82% do suprimento total, na medida em que a importação constitui-se, praticamente, da parcela paraguaia da usina hidroelétrica binacional de Itaipu. A segunda fonte, em termos quantitativos, é também renovável, a biomassa majoritariamente constituída pelo bagaço de cana-de-açúcar, com uma participação de cerca de 4%. A participação atual dos combustíveis fósseis, na produção de energia elétrica no Brasil é muito reduzida, cerca de apenas 11% diante do valor mundial de 68%.

A Figura 6 destaca a comparação entre as matrizes de energia elétrica mundial e brasileira, onde se observa as grandes diferenças nas participações da hidroeletricidade e de outras, esta última incluindo a biomassa. No caso brasileiro, ao contrário do mundo, quase a totalidade da energia elétrica produzida é oriunda destas duas fontes, ambas renováveis e baixas emissoras de GEE.

A Figura 7 resume para o ano 2030, as matrizes de energia e de energia elétrica brasileiras, resultantes destes estudos de planejamento, em termos de participação das fontes energéticas, considerando as demandas previstas e as opções de suprimento. Como se observa modificações estruturais importantes não estão planejadas quando se comparam as matrizes de 2030 com as atuais, quanto à participação das fontes renováveis.



**Figura 7:** Matriz de energia elétrica brasileira com participação das diferentes fontes (%) – ano 2030

Fonte: Ventura Filho (2009).

Na busca pelo desenvolvimento da integração energética dos países latino-americanos, o governo brasileiro vem realizando acordos e empresas brasileiras vêm participando de estudos com países das Américas Central e do Sul (MME/EPE, 2011). Neste sentido, a associação do Brasil a esses países se verifica predominantemente com fontes que geram energia limpa e mais barata, como é o caso das hidrelétricas.

O Plano Decenal 2020 destaca que entre os projetos, destacam-se seis usinas hidrelétricas no Peru, que totalizam aproximadamente 7GW de capacidade instalada. A conclusão dos estudos está prevista para 2011, sendo que a usina de Inambari de 2 GW encontra-se em estágio mais avançado. Estes estudos indicam possibilidade de exportação de energia excedente para o Brasil com a interligação dos sistemas elétricos se dando no estado de Rondônia.

No que se refere aos estudos com a Bolívia, existe a previsão de implantação da hidrelétrica Cachoeira Esperança com 800 MW, que ficará em território boliviano, a montante das usinas do rio Madeira.

Com a Guiana, se estuda a pré-viabilidade de uma usina com potência estimada em 1.500 MW. Estão sendo realizados, também, estudos de inventário que apresentam um potencial de aproximadamente 8 GW. A energia produzida pelas hidrelétricas que venham a ser implantadas poderá ser importada pelo Brasil, por meio de interligações no estado de Roraima.

Entre o Brasil e a Argentina existem estudos para viabilização de empreendimentos binacionais no rio Uruguai, totalizando um montante de aproximadamente 2 GW. Tais projetos poderão ser viabilizados por meio de Tratados Internacionais e, à medida que estes acordos se concretizem, os projetos poderão passar a incorporar os estudos de planejamento da expansão da oferta do setor.

### 3.2 RORAIMA: CONTEXTO ESPACIAL, SOCIOECONÔMICO E POTENCIALIDADES

Roraima<sup>15</sup> é um dos estados mais jovens do Brasil e uma das nove unidades da Federação que integram a Amazônia Legal. Até a promulgação da Constituição Federal, em 1988, constituía um Território da Federação. Situado no extremo norte do Brasil, com fronteiras internacionais estendendo-se por 958 km com a República Bolivariana da Venezuela, a qual se limita ao norte e ao oeste, e, por 964 km com a República Cooperativa da Guiana a qual se limita norte e leste. Já com os estados brasileiros, limita-se ao sudoeste com o Pará e ao sul e oeste com o Amazonas. É o Estado do extremo setentrional brasileiro.

Em termos de infraestrutura econômica, a localização de Roraima é privilegiada dada sua transnacionalidade. Uma vez que, as vias e terminais de Roraima, compõe o braço mais distante da infraestrutura logística brasileira, rumo ao Norte. Sua fronteira internacional constitui ponto estratégico relevante ao desenvolvimento socioeconômico da Amazônia, pois constitui um “corredor” para os mercados internacionais da Venezuela e Caribe ao favorecer a aproximação de mercados com o escoamento da produção local e do Estado do Amazonas, promovendo oportunidades a quem se propõe a investir no Estado.

A área total do Estado de Roraima, consta de 224.298,98 km<sup>2</sup>, com uma população de cerca de 425.398 habitantes (IBGE, 2010). Segundo Santos *et al* (2008, *apud* SOUZA, 2009), esta área, está subdividida basicamente em dois ecossistemas principais: o ecossistema de savanas ou lavrados ou cerrados que cobrem 17% do total da área e o de florestas, que representam em torno de 83% do total, onde se concentram a maioria das pequenas propriedades. Assim, a aptidão agrícola dessas terras é bastante variada de acordo com suas potencialidades naturais e seus graus de limitação.

Neste sentido, Silva *et al* (2008) apontam que o clima, com duas estações bem definidas – seca e úmida – e a vegetação de cerrados e matas conferem ao Estado uma vocação econômica para lavouras, fruticulturas e pastagens. Merece destaque as

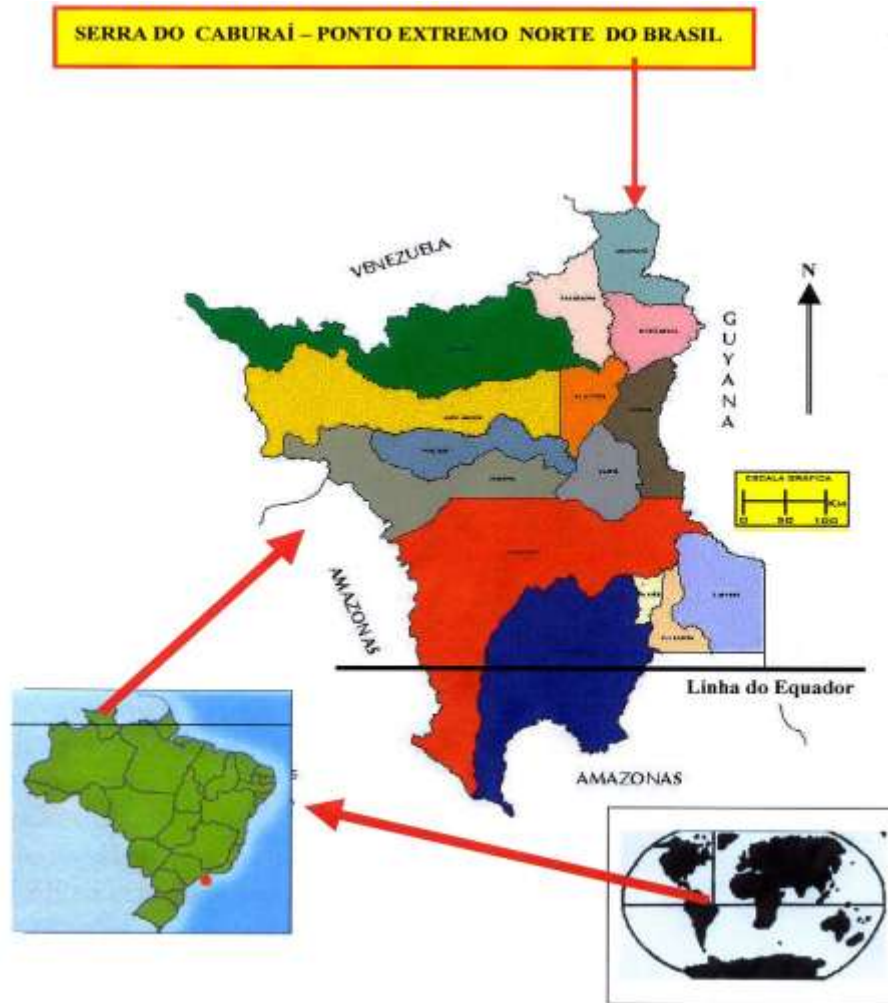
---

<sup>15</sup> O nome do Estado de Roraima origina-se das palavras **roro**, **rora**, que significa **verde**, e **imã**, que quer dizer **serra**.

potencialidades para a produção de grãos, notadamente, soja, milho e arroz, nas áreas de cerrado, com extraordinária vantagem comparativa que colocam o Estado em uma situação privilegiada, comparável somente às terras do Centro-Oeste brasileiro.

Assim, Roraima, caracteriza-se por ser um Estado fronteiriço com grandes reservas de preservação ambiental, mineralmente ricas, além de áreas de terras indígenas com grandes riquezas minerais e de ecossistemas. Cerca de 52,4% de seu território é ocupado por unidades de conservação e terras indígenas, o que confere ao Estado uma variedade étnica e cultural. Portanto, acolhe um histórico de desigualdades sociais e intenso desenvolvimento socioeconômico e humano, o que demanda estudos que discutem um processo de desenvolvimento sustentável, contribuindo para o aquecimento da economia local e para o desenvolvimento sustentável da região.

Atualmente, a divisão política do Estado, consta de 15 municípios, conforme Figura 8 abaixo, que na perspectiva do desenvolvimento social, econômico e humano, o diferencial agravante está nas vias de acesso, não pavimentadas e dificultadas pelos seis meses de chuva. Neste sentido, aproximadamente 65% da população está concentrada na capital Boa Vista, que se apresenta como o centro mais dinâmico do estado e dispõe de uma gama de bens e serviços públicos e privados.



**Figura 8:** Mapa de localização do Estado de Roraima com sua divisão política  
Fonte: SEPLAN/RR

Nas últimas décadas, Roraima tem experimentado um fluxo migratório provenientes de várias unidades federativas do Brasil. Geralmente, constituem pessoas, em busca de oportunidades que não conseguem vislumbrar em seus lugares de origem. Destarte, Golgher (2004, p. 37) observa que “pensar em migrantes no Brasil é ter em mente pessoas de baixa renda fugindo de precárias condições de vida em sua terra natal”. Assim o Estado é o segundo do país com maior número de imigrantes, onde 49% da população são formadas por não nativos. Dentre eles se destacam os nascidos no Maranhão, com 21%, segundo fontes do IBGE (2010).

Entretanto, Roraima é o Estado brasileiro menos populoso e com menor Produto Interno Bruto (PIB), cerca de 4,9 bilhões, de acordo com relatório do PIB por Estado do IBGE (2010). Mas cresceu 7,65% em média, nos últimos anos, acima de outros Estados da região Norte. Camargo (2011), observa que a construção civil puxou o índice, com

incremento médio de 21,9% ao ano. O setor terciário<sup>16</sup>, no entanto, responde por 80,4% do PIB, enquanto a fatia da indústria é de apenas 12,8% e a do setor primário<sup>17</sup>, de 6,4%. Ainda segundo o autor, embora a Câmara de Dirigentes Logistas de Boa Vista, apontar que o dinheiro que circula em Roraima está dividido em partes iguais entre a iniciativa privada e o governo, tem-se que a dependência da parte do governo, no Estado, ainda é grande.

Neste sentido, Vicente de Paula Joaquim, chefe da unidade estadual do IBGE em Roraima, sublinha que, direta ou indiretamente, o poder público responde por 80% da economia do Estado. Camargo (2011), observa que a realização do concurso público na última década criou, no entanto, um cenário favorável ao empreendedorismo, com o expressivo número de pessoas qualificadas. Segundo dados do IBGE (2010), o número de estudantes do ensino superior aumentou de 3 mil para mais de 30 mil. Este cenário mudou o perfil do consumidor roraimense e criou novas demandas por produtos e serviços de qualidade, fator que beneficia o setor de mercado em prestação de serviços.

Segundo Souza (2009), o Estado possui vários produtos considerados potenciais de abastecimento local e regional. Caracterizam-se pelas atividades que se restringem ao abastecimento local, em função da população existente nas localidades do Estado, que procuram estes tipos de produtos. O mercado é delimitado pela demanda local e suporta uma pressão empresarial limitada e só cresce de acordo com fatores como renda e população, entre outros em menor escala (SUFRAMA, 2000).

A economia industrial roraimense, historicamente, é conhecida como essencialmente exportadora de matérias-primas, tanto para o mercado nacional como para o mercado internacional, garantindo-lhes o suprimento necessário para a manutenção do emprego, de seus recursos humanos e riqueza de suas economias (SEBRAE, 2003, *apud* SOUZA, 2009). Ao argumentar acerca do abastecimento regional, Souza (2009), observa que, para o Estado, este, depende da competitividade interestadual, envolvendo fatores, tais como, produtividade, transporte, custo de produção, infraestrutura, entre outros, que tornam o produto atraente para comercialização em outros estados da região.

---

<sup>16</sup> **O setor terciário**, também conhecido como **serviços**, no contexto da economia, envolve a comercialização de produtos em geral, e o oferecimento de serviços comerciais, pessoais ou comunitários, a terceiros. Os serviços podem envolver o transporte, distribuição e venda de mercadorias do produtor para um consumidor que pode acontecer no comércio atacadista ou varejista, ou podem envolver a prestação de um serviço, como o antiparasitas ou entretenimento.

<sup>17</sup> **O setor primário** é o conjunto de atividades econômicas que extraem e ou produzem matéria prima. Isto implica geralmente a transformação de recursos naturais em produtos primários. Muitos produtos do setor primário são considerados como matérias-primas levadas para outras indústrias, a fim de se transformarem em produtos industrializados. Os negócios importantes neste setor incluem agricultura, a avicultura, a pesca, a pecuária, a silvicultura, a mineração e agronegócio em geral.

A autora ainda trata que, especificamente, no Estado de Roraima, dadas as condições climatológicas diferenciadas do restante da Amazônia, os produtos potenciais de abastecimento local e regional possuem uma vantagem comparativa com relação aos mesmos bens produzidos em outros Estados, porque a sazonalidade dos produtos agropecuários ocorre em épocas distintas em relação ao restante do País.

Em uma pesquisa acerca das potencialidades criativas presente em Boa Vista, capital do Estado de Roraima, frente à sua realidade populacional multicultural, para promoção de renda e desenvolvimento socioeconômico, através da economia criativa<sup>18</sup>, Oliveira (2010), destaca o aspecto predominante da indústria criativa, como potencial para possibilitar o intercâmbio econômico entre criatividade e cultura no mercado boavistense. Todavia, dada sua conjuntura urbana, é necessário políticas de investimentos que promovam e/ou efetivem o mercado da economia da cultura.

Ainda, em relação à capital, o governo federal criou em Boa Vista, nos anos de 2008 e 2010, respectivamente, a Área de Livre Comércio (ALC) e a Zona de Processamento de Exportação (ZPE). Neste sentido as isenções fiscais da área de livre comércio (PIS e COFINS) somadas a Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa), colocam o comércio local em situação melhor ou igual ao de qualquer outro Estado do país. Segundo Camargo (2011), a Federação das Indústrias do Estado de Roraima (FIER), projeta para os próximos cinco anos um cenário que, além dos incentivos fiscais, inclui a entrada da República Bolivariana da Venezuela no MERCOSUL e a pavimentação da rodovia que liga o Estado ao porto de Linden, na República Cooperativa da Guiana.

Este acesso colocará Roraima no Caribe, Atlântico e Pacífico, pelo canal do Panamá. Neste sentido, pode-se destacar o potencial exportador de setores como os de carne, grãos e fruticultura. Esses fatores passam a serem atrativos para instalação de empresas locais. Todavia o perfil do Estado deve mudar no sentido do desenvolvimento de infraestrutura energética como potencial para efetivação destas empresas.

---

<sup>18</sup> Frente às abordagens estudadas, Oliveira (2010), define economia criativa como sendo o ciclo englobando bens tangíveis (preço) e intangíveis (valor), que abrange criação, produção e distribuição de produtos e serviços que usam o conhecimento, a criatividade e o capital intelectual como principais recursos produtivos. Fazendo parte da economia criativa, por exemplo, os produtos artesanais, as artes cênicas, as publicações, a moda, a música, os serviços audiovisuais, multimídia, o *design*, a *web*, o *software*, a fotografia, as indústrias do lazer e entretenimento e as indústrias culturais, entre outros.

### 3.2.1 Potencial hídrico do Estado de Roraima

Roraima constitui o único Estado, situado na Bacia Amazônica, definido hidrograficamente pelos limites de um sistema fluvial. O principal rio que banha o Estado é bastante denso, denominado o Rio Branco, formado pela união dos Rios Uraricoera e Tacutu, com 45.530 km<sup>2</sup>, dividindo Roraima em duas partes e é peça central de paisagens que varia de formação antiga a recentes. A história do Estado está fortemente ligada ao Rio Branco. Segundo Barbosa (1993), foi através deste que chegaram os primeiros colonizadores portugueses.

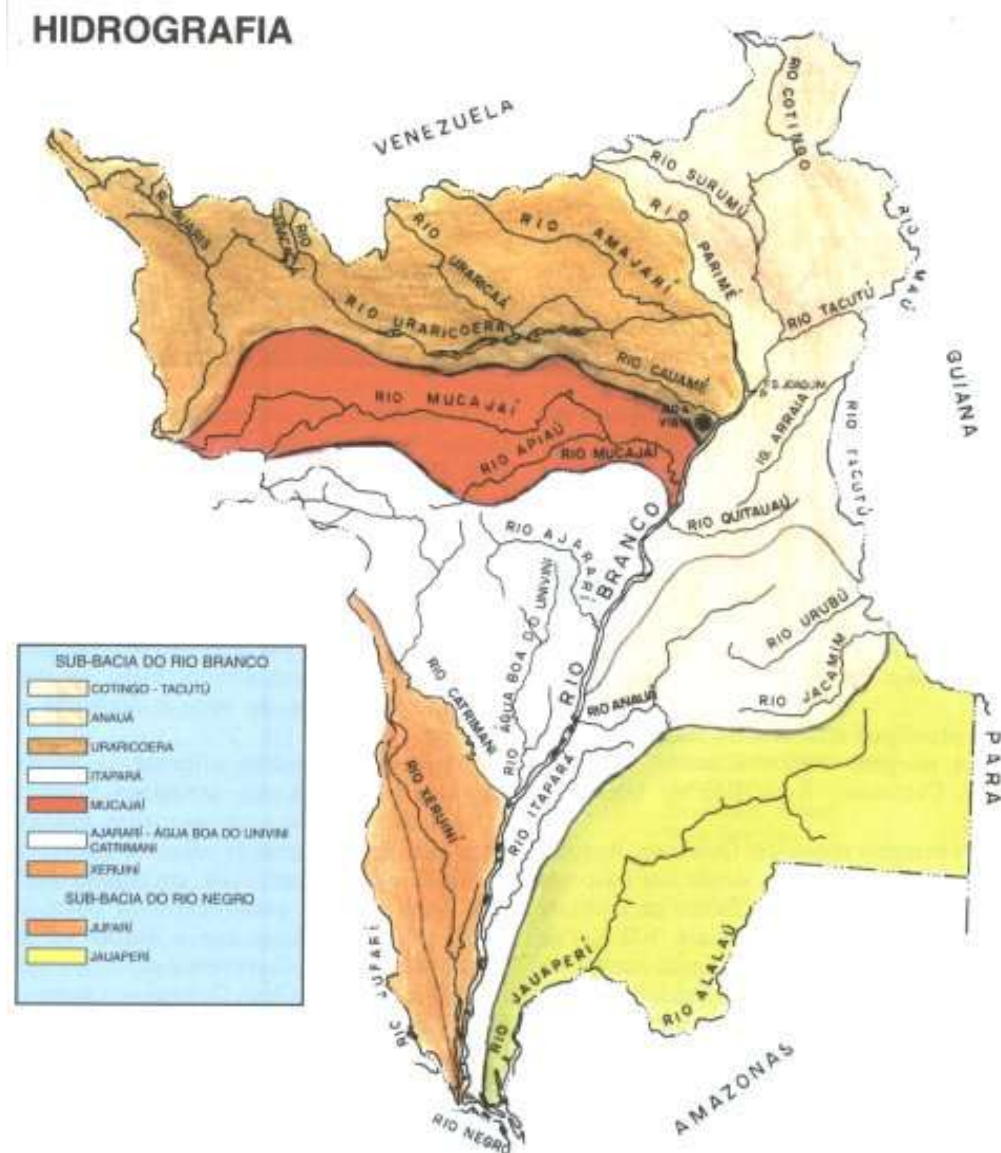
O rio Branco é o afluente mais importante da margem esquerda do rio Negro que, por sua vez, é afluente do rio Amazonas. Seu curso segue a direção geral nordeste – sudeste, desde sua foz até a confluência dos rios Uraricoera e Tacutu, e tem 548 km de percurso. O seu percurso pode ser dividido em três segmentos:

- a) Alto rio Branco: com 172 km, da confluência dos rios Uraricoera e Tacutu até a cachoeira do Bem-Querer;
- b) Médio rio Branco: com 24 km, da cachoeira do Bem-Querer até Vista Alegre;
- c) Baixo rio Branco: com 388 km, de Vista Alegre até a sua desembocadura no rio Negro.

Em função do bom estado de preservação de sua bacia e da baixa densidade demográfica, a água é considerada de qualidade ótima a boa. O Rio Branco se destaca com alguns trechos de corredeiras, como as corredeiras Bem-Querer, localizada nas proximidades da cidade de Caracará. Há também trechos encachoeirados localizados nos afluentes do rio Branco, como no rio Cotingo, na porção setentrional da bacia e no rio Mucajaí, na porção central da bacia (EPE, 2010).

Assim, o Estado possui uma extensa hidrografia. Seu território é fartamente irrigado por 14 rios, sendo estes: Água Boa do Univini, Ailã, Ajarani, Alalaú, Branco, Catrimani, Cauamé, Itapará, Mucajaí, Surumu, Tacutu, Uraricoera, Urubu e Xeruni. Quase todas as fontes hídricas do estado têm sua origem dentro de seu território, com exceção de dois rios com nascentes na Guiana. Todos os rios roraimenses deságuam na Bacia Amazônica.





**Figura 9:** A Hidrografia do Estado de Roraima

Fonte: <http://www.roraima.8m.com/hidro.html>

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) autorizou a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) a realizar o Estudo de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Branco. Iniciados em 2007 e interrompidos em 2008 em decorrência de conflitos relacionados com a demarcação de terras indígenas, os estudos foram retomados em julho de 2009 e concluídos no final de 2010, quando foram apresentados à EPE.

Segundo dados do Estudo de Inventário Hidrelétrico (EPE, 2010), a bacia do rio Branco é rica em recursos naturais, alguns já explorados economicamente. Dentre as atividades econômicas, destacam-se a produção florestal, extração mineral, pecuária e agricultura, além da pesca. Os minérios mais procurados são o ouro e o diamante e,

atualmente, têm sido também explorados os minerais utilizados na fabricação de materiais para construção civil.

Em termos populacionais, a bacia apresenta baixa densidade demográfica, e os núcleos populacionais localizam-se ao longo dos rios ou junto a estradas federais e estaduais, além de estradas vicinais. A presença de povos indígenas é um dos aspectos mais relevantes da bacia do rio Branco. Nas Terras Indígenas localizadas na bacia, vivem os seguintes povos: Ingarikó, Makuxi, Taurepang, Wapixana, Ye'kuana, Yanomami e Waiwai. Dentre as Terras Indígenas, destaca-se a TI Raposa Serra do Sol, situada na porção setentrional da bacia hidrográfica.

O inventário, executado pela empresa Hydros Engenharia, contratada pela EPE, é baseado nos primeiros estudos de planejamento hidrelétrico na região da bacia do rio Branco, desenvolvidos pela Eletronorte, cujos resultados constaram do documento Estudos Energéticos da Amazônia (ENERAM), de 1971. O principal objetivo do estudo de visou a definição da melhor alternativa de divisão de queda e a determinação do seu potencial hidrelétrico, tendo em conta os aspectos técnico-econômicos e socioambientais dos seus aproveitamentos (EPE, 2010).

Na fase de estudos finais, foram realizados trabalhos de consolidação dos dados e investigações complementares de caráter cartográfico, geológico-geotécnico, hidrométrico e socioambiental, bem como estudos energéticos, dimensionamento e orçamento das opções selecionadas. Considerando-se os estudos descritos, foi concluído que a melhor alternativa de partição de queda é aquela um aproveitamento no rio Branco e três no rio Mucajaí, conclui o relatório, ressaltando que estas quatro opções são Bem-Querer J1, Paredão M1, Paredão e Fé Esperança, totalizando cerca de 1.050 MW de potência instalada. Conforme Tabela 1 abaixo.

<i>Aproveitamento (Rio)</i>	<i>Bem Querer J1 (Rio Branco)</i>	<i>Paredão M1 (Rio Mucajaí)</i>	<i>Paredão (Rio Mucajaí)</i>	<i>Fé Esperança (Rio Mucajaí)</i>
<i>NA máx. normal (m)</i>	<i>62, 50</i>	<i>146, 00</i>	<i>132, 00</i>	<i>95, 00</i>
<i>NA jus. (m)</i>	<i>46, 79</i>	<i>132, 44</i>	<i>95, 00</i>	<i>81,50</i>
<i>Potência Instalada (MW)*</i>	<i>708, 4</i>	<i>69, 9</i>	<i>199, 3</i>	<i>71,7</i>
<i>Benefício Energético (MW médios)</i>	<i>401,7</i>	<i>37,9</i>	<i>109,5</i>	<i>39,7</i>
<i>Área do Reservatório no NA máx (km<sup>2</sup>)</i>	<i>559,1</i>	<i>23,6</i>	<i>16,7</i>	<i>25,2</i>
<i>Custo Total (x 10<sup>6</sup>R\$) (com JDC)</i>	<i>3.840</i>	<i>492</i>	<i>747</i>	<i>496</i>
<i>ICB (R\$/MWh)</i>	<i>111, 9</i>	<i>154, 2</i>	<i>80, 1</i>	<i>155, 9</i>

\*conforme função Dimensionamento do Sistema de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas (SINV)

**Tabela 1:** Principais características dos aproveitamentos da alternativa selecionada

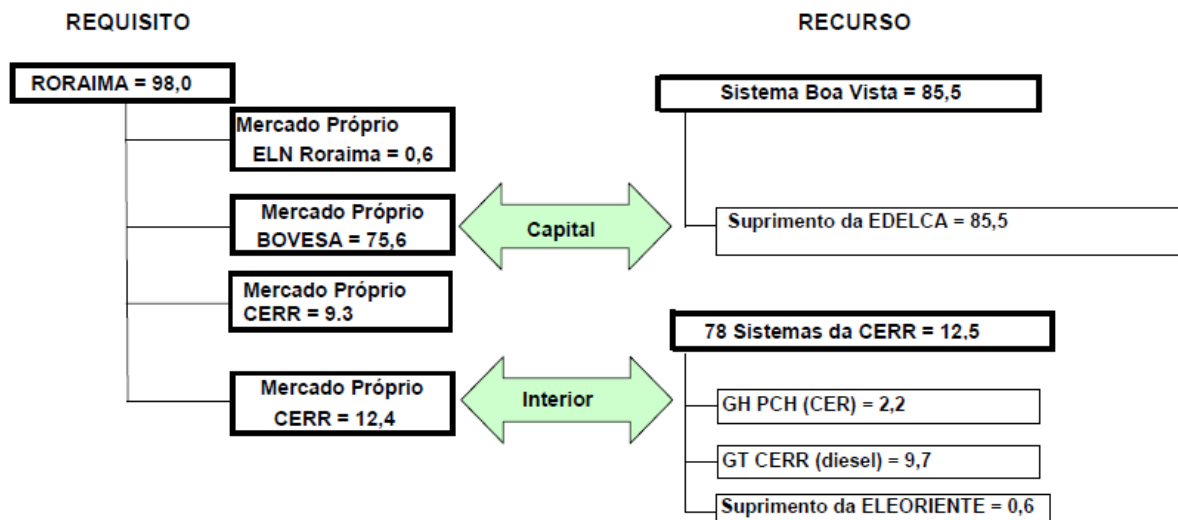
Fonte: EPE (2010).

O relatório, segundo a EPE (2010), deixa claro que o aproveitamento hidrelétrico de Bem-Querer J1 e Paredão, situados nos rios Brancos e Mucajaí, são atraentes sob o enfoque energético-econômico e socioambiental, recomendando-se a realização de estudos mais avançados, ou seja, estudos de viabilidade técnico-econômica e socioambiental. O inventário excluiu os estudos referentes às sub-bacias hidrográficas dos rios Cotingo e Uraricoera, devido a conflitos na Terra Indígena Raposa Serra do Sol. Contudo, a instalação de usinas hidrelétricas em terras indígenas, em Roraima, necessita de legislação específica, a exemplo de anteprojetos de Projeto de Expansão para Mini Central Hidrelétrica (MCHs) de Surumu e Andorinha, promovido pela CERR, onde a FUNAI, se manifestou contra, alegando que não há um parâmetro legal para autorização.

### 3.3 INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA DE RORAIMA

A infraestrutura energética de Roraima constitui-se de Sistema Isolado, sua energia elétrica é obtida a partir de fontes térmicas, o que eleva o custo da geração. O balanço energético é o principal instrumento de elaboração das políticas energéticas de uma região. Percebois (1989, *apud* CORREIA, 2008, p. 35), afirma que o “Balanço Energético pode ser definido como uma representação computável do modo como é produzida, importada, transformada e utilizada a energia consumida por uma nação durante um período de tempo”.

Já a Aneel (2002) define o Balanço de Energia Elétrica como sendo conjunto de informações da quantidade de energia elétrica, em MWh, detalhadas pelas disponibilidades e pelos requisitos do mercado de energia elétrica da concessionária. Assim a Figura 10, apresenta o Balanço de Energia Elétrica do Estado de Roraima, detalhando os requisitos de carga própria, bem como os recursos previstos para 2011.



**Figura 10: Balanço de Energia (MW médio) do Estado de Roraima**

Fonte: ELETROBRAS/GTON (2011)

O balanço demonstra que o mercado de energia da capital é suprida pelas Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (ELETRONORTE) por meio da empresa venezuelana Electrificación del Caroní C.A. (CVG EDELCA), constituído pela interligação Brasil – Venezuela através de um sistema de transmissão em 230/400 kV. Já o interior do Estado, é suprido pelas Centrais Elétricas de Roraima (CER), que é geradoras térmicas a óleo diesel, pelo Complexo Energético Ottomar de Sousa Pinto (PCH Alto Jatapú), em conjunto com um Produto Independente de Energia (PIE). O município de Pacaraima é suprido pela empresa venezuelana ELEORIENTE desde 2004.

### 3.3.1 Empresas de suprimento e distribuição de energia que atuam em Roraima

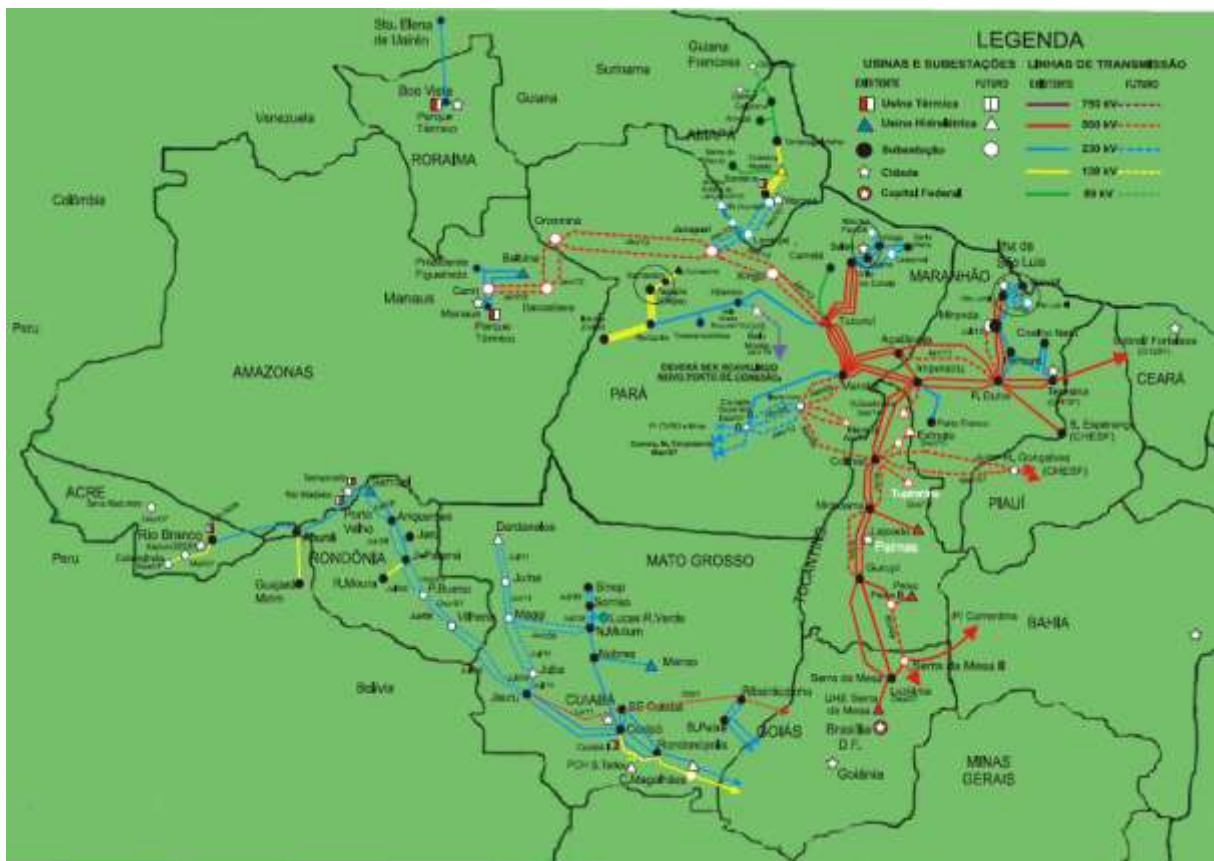
O atendimento à demanda de energia elétrica do estado de Roraima está sob a responsabilidade da Eletronorte por intermédio de sua subsidiária integral Boa Vista Energia S.A. (BVE) e da CER.

A Eletronorte constitui uma empresa do sistema Eletrobrás, para planejar, coordenar, construir e operar diversos sistemas de energia elétrica das regiões Norte e Centro-Oeste. Seu principal objetivo é garantir o suprimento às concessionárias estaduais e o fornecimento a grandes consumidores da indústria de eletrointensivos. Além disso, responsabiliza-se, por meio de sua subsidiária integral BVE, pela distribuição de energia em Boa Vista, fomentando o desenvolvimento regional (MME/EPE, 2011).

A principal área de atuação da Eletronorte é a Amazônia Legal, região que compreende 58% do território nacional, atendendo os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia e Roraima, onde se situam os Sistemas Isolados da Região Norte, e os Estados do Pará, Maranhão, Mato Grosso e Tocantins, dentro do Sistema Interligado Nacional (ELETRONORTE, 2007).

Com relação à presença da Eletronorte no estado de Roraima, esta iniciou suas atividades no ano de 1989. Desde então, passou a ser responsável pela geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica em Boa Vista e teve continuidade com a inauguração em 1990 da Usina Termo Elétrica (UTE) Floresta, a construção de alimentadores expressos em 13,8 kV interligando as Subestações de Floresta e Boa Vista, além da expansão das redes de distribuição de energia na capital (ELETRONORTE, 2007).

A Figura 11 apresenta o mapa da área de atuação da Eletronorte, destacando-se as diversas unidades da federação supridas pela empresa.

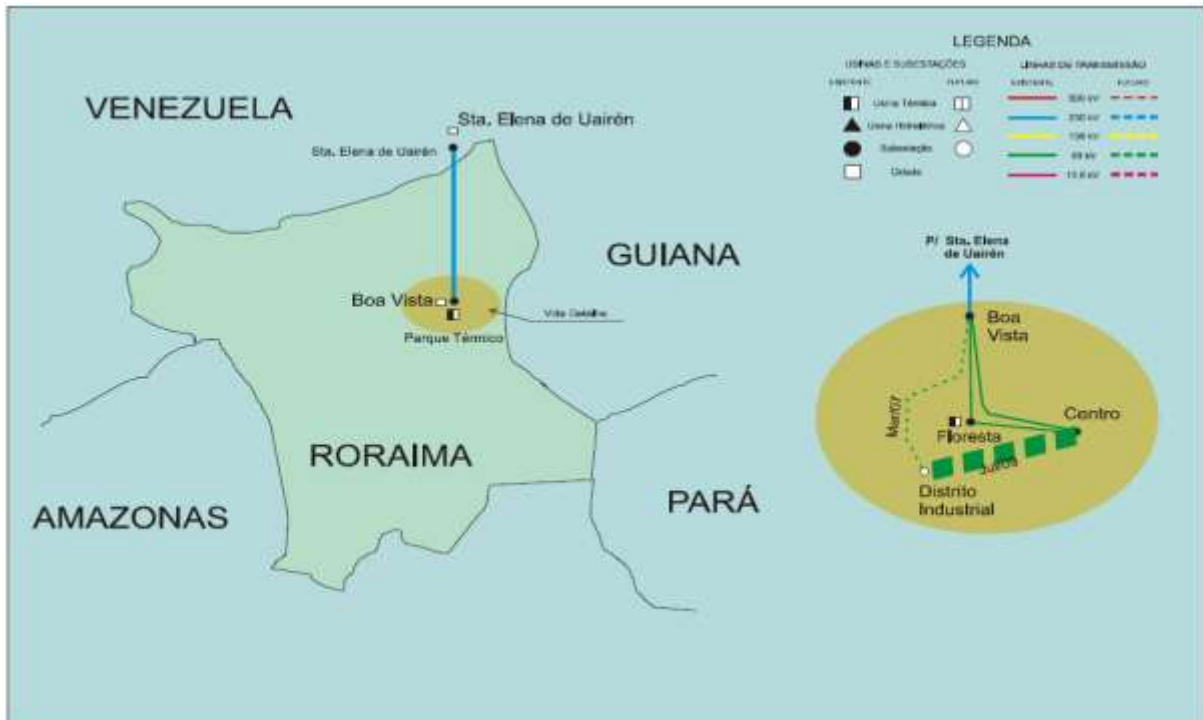


**Figura 11: Área de atuação da Eletronorte**

Fonte: ELETRONORTE (2007).

A comercialização e distribuição de energia da capital do Estado são realizadas pela BVE, subsidiária integral da Eletronorte, foi criada em 23/12/97 visando à desestatização do Sistema Isolado de Boa Vista. Segundo Cabral (2004), desde julho de 2001, com a

implantação da interligação Brasil-Venezuela, o sistema elétrico da BVE passou a ser suprido com a energia adquirida pela Eletronorte junto à empresa venezuelana CVG EDELCA. Através de uma linha de transmissão de 230/400 kV, com cerca de 780 km, interliga a subestação de Boa Vista no Brasil à subestação de Guri na Venezuela, com a capacidade deste sistema de 200 MW, e que atende os sistemas elétricos dos municípios de Boa Vista, Mucajaí, Iracema, Caracaraí, Bonfim, Cantá e Alto Alegre (MME/EPE, 2011).



**Figura 12:** Mapa de interligação Brasil/Venezuela

Fonte: ELETRONORTE (2007).

Cabral (2004), aponta que os dois países iniciaram entendimentos bilaterais para compra, pelo Brasil, de energia elétrica gerada na Venezuela em 1994, culminando com a assinatura de contrato de suprimento de energia elétrica em 1997. O sistema foi concebido com linhas de transmissão em circuito simples, sendo um trecho em 400 kV e outro em 230 kV.

Já o interior do Estado, segundo Marques (2009), é atendido pela CERR, concessionária responsável pela geração e distribuição, baseado predominantemente em parque térmico a óleo diesel e do Complexo Energético Ottomar de Sousa Pinto.

O sistema da CERR é composto por 95 pólos de geração. Essas localidades totalizam 30,5 MW instalados, distribuídos entre 112 unidades a diesel. Adicionalmente, existem 2 unidades (2,5 MW cada) referentes ao Sistema Rorainópolis, de natureza hidrotérmica. Esse sistema é atendido pela usina hidrelétrica Alto Jatapú, cuja primeira etapa entrou em operação

no início de 1995. Em março de 1997 esta usina passou a integrar o sistema CERR, sendo seu sistema de transmissão associado responsável pelo atendimento de várias localidades ao sul do Estado, interligadas através de linhas de 69 kV e 13,8 kV.

### 3.3.2 Vulnerabilidade e custos do Parque Gerador de Energia do Estado de Roraima

A configuração do parque gerador para atender o interior do Estado, conta com 130 unidades geradoras térmicas a óleo diesel entre autorizadas e não autorizadas pela Aneel a receber o subsídio da CCC, totalizando 32,7 MW de potência efetiva e 1 unidade hidráulica instalada na PCH Alto Jatapú com 4,8 MW de potência (ELETROBRAS, 2011).

Para suprir no ano de 2010, a energia requerida bruta, para atender o sistema de geração térmica da CERR, com o montante de 77.227 MWh, cujo crescimento foi de 24,75%, em relação ao ano anterior, foi necessário consumir 24.954 milhões de litros de óleo diesel e 51 milhões de litros de óleo lubrificantes (CERR, 2010).

No ano de 2009 se realizaram as perspectivas pessimistas quanto à fragilidade da infraestrutura energética de Roraima. A sua principal supridora a empresa venezuelana CVG EDELCA, responsável pela totalidade do suprimento do Sistema Elétrico de Roraima - Brasil comunicou a Eletronorte da criticidade de geração de energia naquele país, agravada pelo fenômeno meteorológico La Niña, que afetou diretamente o complexo hidrelétrico de Guri, indisponibilizando sete unidades geradoras daquela hidrelétrica e conseqüentemente a redução em 70% da capacidade de geração, levando o país da Venezuela ao racionamento de energia (BVE, 2010).

Diante da crise energética do país vizinho que poderia se alastrar para o Estado de Roraima, o Governo Brasileiro, através do MME publicou a Portaria nº 058, de 11/02/2010, indicando a concessionária BVE como agente responsável pela realização de contratação de grupos geradores, por meio de chamada pública. Ainda conforme o Art. 3º, da referida Portaria, autorizou, em caráter emergencial, pelo prazo de 24 meses, a cessão temporária, pela Eletronorte para a BVE, dos bens vinculados a UTE Floresta, para atendimento ao mercado consumidor da referida concessionária.

Entraram em funcionamento no dia 09/04/10 o grupo de geradores da UTE Distrito, com a produção de 20 MW, e em seguida a produção de 40MW dos grupos geradores da UTE Floresta, no dia 21/04/10, que operaram até meados de outubro quando o suprimento da CVG EDELCA foi normalizado (BVE, 2010).



Ainda segundo a BVE (2010), neste período as duas UTEs consumiram o total de 51,8 milhões de litros de óleo combustível, e geraram um custo para o Brasil a ser coberto pela CCC na ordem de R\$ 134 milhões, distribuído em óleo diesel, aluguel de máquinas, e impostos, como pode ser observado na tabela a seguir:

<i>Usinas Termelétricas (UTEs)</i>	<i>Dados Físicos</i>		<i>Custos Incorridos</i>			
	<i>MWh GERADO</i>	<i>Óleo Combustível Consumido (litros)</i>	<i>Óleo Combustível</i>	<i>ICMS</i>	<i>Aluguel de Máquinas</i>	<i>TOTAL</i>
<i>UTE Floresta</i>	<i>103.659</i>	<i>32.767.726</i>	<i>59.023</i>	<i>13.608</i>	<i>12.047</i>	<i>84.678</i>
<i>UTE Distrito</i>		<i>19.071.289</i>	<i>33.951</i>	<i>7.464</i>	<i>7.896</i>	<i>49.311</i>
	<i>69.416</i>					
<i>Total</i>	<i>173.076</i>	<i>51.839.015</i>	<i>92.974</i>	<i>21.073</i>	<i>19.943</i>	<i>133.990</i>

**Tabela 2:** Custos incorridos e MWh gerados das UTEs Floresta e Distrito de propriedade da BVE no ano de 2010

Fonte: Relatório de Administração da BVE (2010).

Os fatos e dados demonstrados, informam que se torna fundamental diversificar a geração de energia em Roraima, através de fontes alternativas com menor impacto ao meio ambiente, a exemplo da hidráulica.

Além das consequências do racionamento energético da Venezuela, de acordo com o contrato de suprimento de energia elétrica firmado entre Brasil e Venezuela, a CVG EDELCA deveria ser capaz de fornecer até 200 MW à Eletronorte para atendimento à Boa Vista.

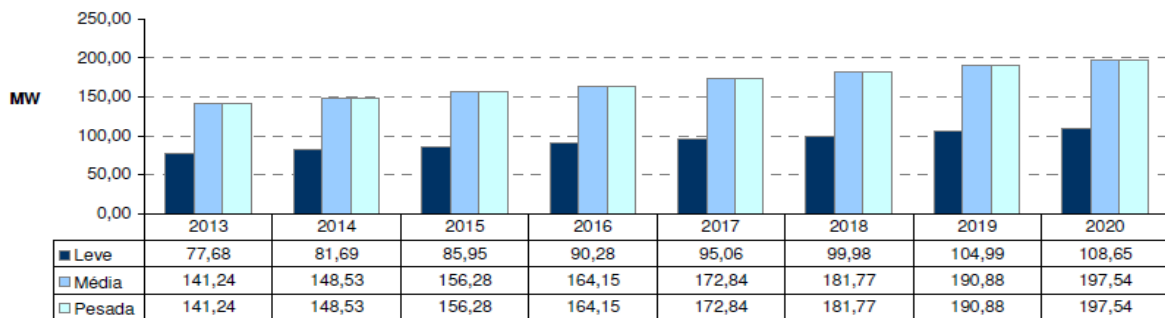
No entanto, a Eletronorte vem enfrentando dificuldades para controle de tensão desde 2005, com o mercado de Boa Vista em cerca de 82 MW (menos de 50% do valor estipulado em contrato) e tensão em Santa Elena 230 kV com valores dentro da faixa operativa e o fator de potência próximo da unidade. Este aspecto indica que o sistema de transmissão da Interligação Brasil-Venezuela encontra-se próximo ao seu limite de controle de tensão, necessitando, portanto, que investimentos sejam realizados tanto no sistema da Eletronorte como no sistema de EDELCA (EPE, 2011).

Com o objetivo de eliminar o risco eminente de racionamento energético do Estado de Roraima, e solucionar os problemas técnicos de afundamento de tensão em que a capital tem passado a EPE atendendo à diretriz do MME de integração de todas as capitais brasileiras ao SIN, elaborou, através do Relatório EPE-DEE-RE-047/2010, um estudo de planejamento para a determinação de uma solução estrutural de longo prazo para a interligação de Boa Vista (EPE, 2011).



No sentido de garantir o suprimento de energia para o Estado, estava previsto inicialmente a interligação de Boa Vista ao SIN em 2013. No entanto, a Interligação Boa Vista – Manaus está condicionada à entrada em operação da Interligação Tucuruí-Macapá-Manaus, prevista atualmente para 2013. Desta forma, caso outros atrasos sejam verificados nesse cronograma, a data mais provável para a entrada em operação da Interligação Boa Vista – Manaus seria 2015.

Segundo o Plano Decenal MME/EPE/2020, o total de empreendimentos de geração local de energia, atualmente em operação no estado de Roraima é de 127,4 MW, com 96,1% de geração térmica. A evolução da carga para o estado de Roraima, a partir da sua interligação ao SIN prevista nos estudos da Interligação Boa Vista – Manaus coordenado pela EPE, para os três patamares (pesada, média e leve), é apresentada na Figura 13.



**Figura 13:** Evolução da carga do Estado de Roraima

Fonte: MME/EPE (2011).

Observa-se que o crescimento médio anual da carga pesada é da ordem de 5,1 %.

### 3.4 PADRÃO DE CONSUMO DE ENERGIA DA SOCIEDADE LOCAL

O padrão de consumo de energia de uma determinada sociedade são reflexos dos indicadores demográficas, macroeconômicas e setoriais, que têm papel fundamental na determinação da dinâmica do consumo de energia, com repercussão direta no comportamento de vários indicadores (EPE, 2011).

Ainda segundo a EPE (2011), o consumo de energia nos setores residencial, comercial e serviços, dependem de variáveis demográficas (como população, número de domicílios e número de habitantes por domicílio) assim como da expansão da renda e do PIB. Já o setor industrial mantém relação não só com a economia nacional, mas também com a economia mundial, em razão principalmente de vários os segmentos voltados à exportação. Dessa

forma, o padrão de consumo de energia elétrica do Estado está intrinsicamente ligado as características dos indicadores macroeconômicos e demográficos informados em capítulos anteriores.

#### 3.4.1 Quadro de consumo energético

O quadro de consumo de energia elétrica do Estado de Roraima segue a classificação estabelecida pela Aneel, que para efeito de aplicação das tarifas de energia elétrica, segrega os consumidores em sete classes de consumo, são elas (ANEEL, 2003):

- a) residencial – na qual se enquadram, também, os consumidores residenciais de baixa renda cuja tarifa é estabelecida de acordo com critérios específicos;
- b) industrial – na qual se enquadram as unidades consumidoras que desenvolvem atividade industrial, inclusive o transporte de matéria prima, insumo ou produto resultante do seu processamento;
- c) comercial, serviços e outras atividades – na qual se enquadram os serviços de transporte, comunicação e telecomunicação e outros afins;
- d) rural – na qual se enquadram as atividades de agropecuária, cooperativa de eletrificação rural, indústria rural, coletividade rural e serviço público de irrigação rural;
- e) poder público – na qual se enquadram as atividades dos Poderes Públicos: Federal, Estadual ou Distrital e Municipal;
- f) iluminação pública – na qual se enquadra a iluminação de ruas, praças, jardins, estradas e outros logradouros de domínio público de uso comum e livre acesso, de responsabilidade de pessoa jurídica de direito público;
- g) serviço público – na qual se enquadram os serviços de água, esgoto e saneamento; e
- h) consumo próprio – que se refere ao fornecimento destinado ao consumo de energia elétrica da própria empresa de distribuição.

Segundo dados da BVE (2010) e CERR (2010), o número de unidades consumidoras do Estado é de 111.311 mil, distribuído entre a capital com 82.496 (74%) e interior 28.815 (26%). No ano de 2010, obteve um crescimento de 5,2% em comparação ao ano de 2009, com o acréscimo de 5.547 unidades consumidoras, predominantemente impulsionado por novos clientes das classes residencial, comercial e rural. Na Tabela 3, apresenta-se o número de unidades consumidoras do período de 2009 e 2010, por classe.

<i>Classes de Consumidores</i>	<i>2010</i>				<i>2009</i>			
	<i>Capital</i>	<i>Interior</i>	<i>TOTAL</i>	<i>Part. %</i>	<i>Capital</i>	<i>Interior</i>	<i>TOTAL</i>	<i>Part. %</i>
<i>Residencial</i>	72.247	19.822	92.069	82,7	69.206	18.479	87.685	82,9
<i>Industrial</i>	309	114	423	0,4	312	105	417	0,4
<i>Comercial</i>	7.286	2.121	9.407	8,5	6.820	1.989	8.809	8,3
<i>Rural</i>	1.803	5.699	7.502	6,7	1.821	5.101	6.922	6,5
<i>Poder Público</i>	758	915	1.673	1,5	755	932	1.687	1,6
<i>Iluminação Pública</i>	31	33	64	0,1	31	36	67	0,1
<i>Serviço Público</i>	62	111	173	0,2	77	100	177	0,2
<i>Total</i>	82.496	28.815	111.311	100,0	79.022	26.742	105.764	100,0

**Tabela 3:** Número de unidades consumidoras (UCs) por classe no Estado de Roraima 2009 e 2010

Fonte: Adaptado de BVE (2010) e CERR (2010).

O mercado de energia vendida da capital de Roraima vem demonstrando crescimento contínuo, registrando no ano uma taxa de crescimento de 7,9%, em relação ao ano anterior. O segmento privado foi o que mais cresceu, registrando uma taxa de 9,8%, alavancado pelas classes Residencial e Comercial. O segmento público esteve próximo do privado, registrando um crescimento de 9,3%, onde se destacaram as classes Iluminação Pública e Serviço Público, com taxas de crescimento de 27,9% e 16,7%, respectivamente (BOVESA, 2010).

O consumo total de energia elétrica no interior do Estado de Roraima foi de 62.608 MWh, excluído o consumo próprio e interno, com acréscimo de 6,28% em relação a 2009, impulsionado pelo desempenho das classes de consumo Residencial, Comercial e Rural. O consumo médio mensal por consumidor foi de 181,05 kWh, maior que o consumo médio mensal registrado em 2009 (170,29 kWh), enquanto o consumo médio por consumidor residencial foi de 105,37 kWh, representando crescimento de 6,19% do valor registrado em 2009, que foi de 99,23 kWh (CERR, 2010).

O aumento na quantidade de energia elétrica fornecida em 2010 se deve principalmente ao aumento da renda dos consumidores, a ampliação de programas de expansão da rede de distribuição, e a redução do índice de perdas elétricas.

Observa-se a predominância das classes de consumo residencial, comercial e rural nos mercados de energia elétrica. Esses setores demandaram 72,8% do consumo de energia faturada em 2010. A classe industrial participou com 3,1% do consumo total, com decréscimo de 0,4% em relação ao exercício de 2009. Embora a no contexto estadual o consumo da classe rural tenha reduzido 0,3%, tem se observado nos últimos anos no interior o aumento da sua

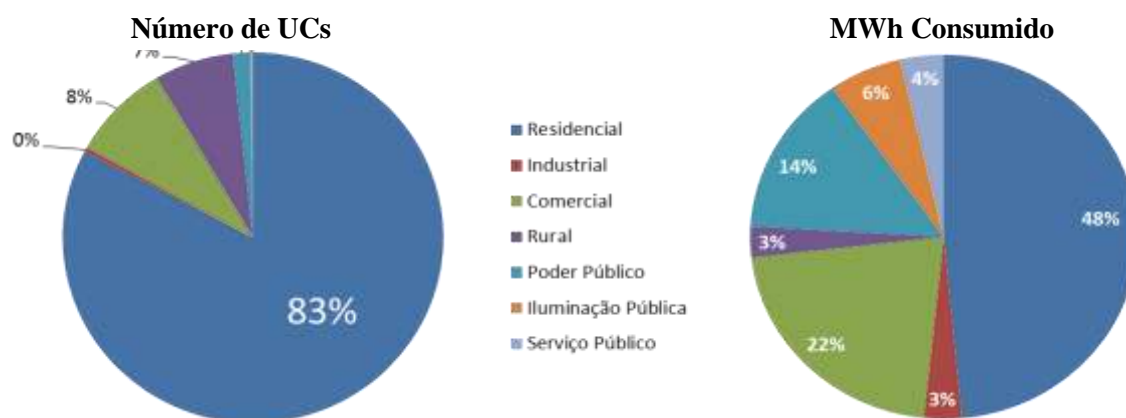
participação no consumo, atingindo a 8.036 MWh em 2010, com o crescimento de 5,05%, influenciado pela ampliação da rede rural, por meio do Programa Luz para Todos. Na Tabela 4, é apresentado o desempenho do consumo de energia elétrica por classe, bem como a sua variação no período de 2009 e 2010.

Classes de Consumidores	2010				2009			
	Capital	Interior	TOTAL	Part. %	Capital	Interior	TOTAL	Part. %
Residencial	238.782	25.065	263.847	48,5	214.999	22.005	237.004	47,6
Industrial	12.989	4.115	17.104	3,1	13.421	4.139	17.560	3,5
Comercial	108.941	8.195	117.136	21,5	99.345	7.722	107.067	21,5
Rural	6.883	8.036	14.919	2,7	7.035	7.650	14.685	3,0
Poder Público	70.260	7.749	78.009	14,3	68.796	8.058	76.854	15,4
Iluminação Pública	26.523	6.612	33.135	6,1	20.732	6.558	27.290	5,5
Serviço Público	16.981	2.836	19.817	3,6	14.557	2.778	17.335	3,5
<b>Total</b>	<b>481.359</b>	<b>62.608</b>	<b>543.967</b>	<b>100,0</b>	<b>438.885</b>	<b>58.910</b>	<b>497.795</b>	<b>100,0</b>

**Tabela 4:** Consumo de energia elétrica por classe no Estado de Roraima 2009 e 2010

Fonte: Adaptado de BVE (2010) e CERR (2010).

A Figura 14 mostra a estrutura do número de consumidores e de energia consumida no ano de 2010, destacando-se a participação das principais classes em relação ao total.



**Figura 14:** Estrutura e consumidores de energia no ano de 2010

Fonte: Adaptado de BVE (2010) e CERR (2010).

As informações contidas, explica o perfil atual dos consumidores do Estado, que como pode ser observado há uma predominância da classe residencial tanto em número de unidades consumidoras como em consumo de energia elétrica.

O município de Boa Vista concentra o maior mercado de energia elétrica do Estado, com uma significativa participação de 88% do total, e apresenta a maior densidade populacional do Estado. Assim, este alto percentual também se deve por sediar uma parcela substancial das atividades comerciais, dos serviços, parque industrial e a administração pública, responsáveis por mais da metade do PIB estadual.

Com base nos dados de consumo oriundo de atividades comerciais, constata-se que este segmento tem uma representatividade tímida em relação ao total, em virtude de nesse setor, prevalecer o pequeno comércio varejista, assim como atividade atacadista de âmbito local, acompanhado de serviços ainda incipientes. Isto revela baixos níveis de capitalização, havendo uma maior densidade de estabelecimentos diversificados de comércio varejista e atacadista em Boa Vista.

O baixo consumo de energia industrial demonstra que o parque industrial é incipiente, haja vista, a pouca atratividade de investimentos nesse setor, dado a insegurança energética e altos custos de energia. Além desses fatores que tem prejudicado o desenvolvimento da economia do Estado e principalmente do crescimento do seu parque industrial, é ausência de garantia do direito de propriedade. Nesse sentido, destacam-se os diversos conflitos jurídicos referentes à questão fundiária, como os acontecidos entre populações indígenas e rizicultores noticiados em importantes órgãos da imprensa nacional.

A baixa participação do interior no mercado elétrico se deve principalmente pela presença da população indígena, não só em termos de número, mas também da extensão de suas terras indígenas que ocupam cerca de 45% de todo o território do estado.

No ponto de vista macroeconômico o padrão de consumo apresenta-se como uma das variáveis que explica os entraves em relação a fragilidade infraestrutura energética para o desenvolvimento da economia local e de garantia de uma energia confiável e com baixos custos para o crescimento da iniciativa privada.

## 4 ALTERNATIVAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA EM PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS (PCH) PARA RORAIMA

Este capítulo procura sistematizar uma discussão descritiva acerca da implantação de um programa de incentivo para as PCHs, fornecendo suporte ao desenvolvimento sustentável, para o Estado de Roraima. Desse modo, parte de uma caracterização envolvendo a definição e tipos de PCHs, conforme critérios estabelecidos pela Aneel, fazendo uma breve descrição da PCH Alto Jatapú. Aborda, ainda, os benefícios e vantagens das PCHs, destacando, os principais incentivos para a implantação desse empreendimento, destacando os ganhos por redução do efeito estufa.

Acerca da estrutura e etapas de construção de uma PCH, destaca os aspectos incorporados no planejamento e execução de seus projetos. Apresenta como resultado da pesquisa as regiões da bacia hidrográfica do Estado, que necessitam de estudos mais específicos de inventário para instalação de PCHs, para substituição progressiva das UTEs. Adicionalmente discutem-se alguns delineamentos de estratégias para instalação de PCHs no Estado.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO E TIPOS DE UMA PCH

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), cumprem um papel muito importante. Configuram um tipo de empreendimento que possibilita o melhor atendimento às necessidades de carga de pequenos centros urbanos e regiões rurais, uma vez que, na maioria dos casos, complementa o fornecimento já realizado pelo sistema interligado.

Os critérios estabelecidos para o enquadramento de empreendimentos hidrelétricos na condição de PCH, são definidos pela Resolução Aneel 394/1998 . Em seu artigo 2º, define uma PCH, como:

**Art. 3º.** Os empreendimentos hidrelétricos com potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, com área total de reservatório igual ou inferior a 3,0 km<sup>2</sup>, serão considerados como aproveitamentos com características de pequenas centrais hidrelétricas.

**Parágrafo único.** A área do reservatório é delimitada pela cota d'água associada à vazão de cheia com tempo de recorrência de 100 anos.

Já o artigo Art. 3º, aponta:

Art. 3º O empreendimento que não atender a condição de área máxima inundada poderá, consideradas as especificidades regionais, ser também enquadrado na condição de pequena central hidrelétrica, desde que deliberado pela Diretoria da

ANEEL, com base em parecer técnico, que contemple, entre outros, aspectos econômicos e sócio-ambientais.

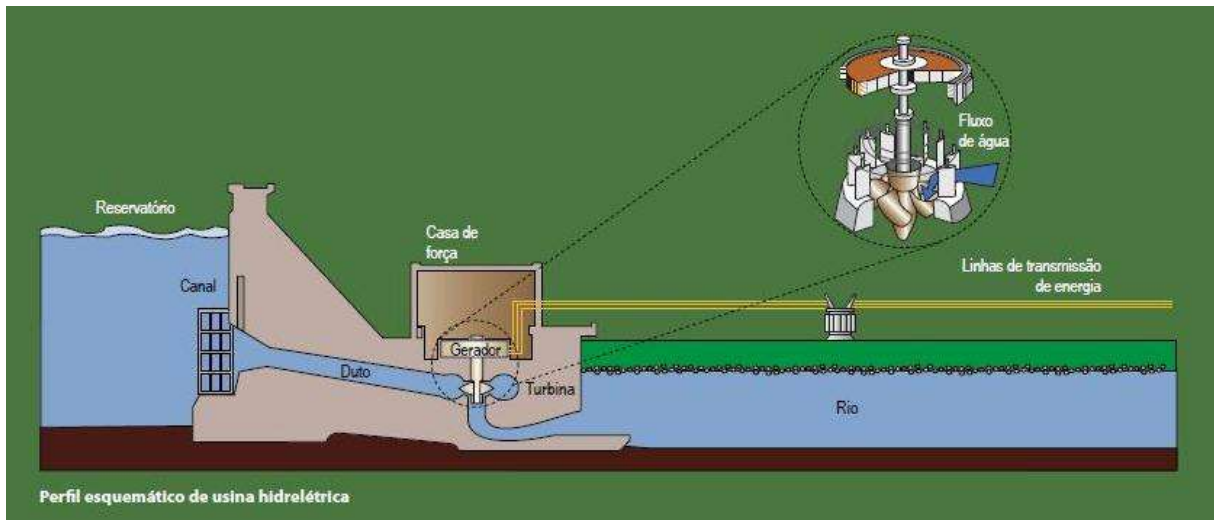
Segundo Funchal (2008), esse artigo, implicou em uma série de incerteza quando da análise, aprovação e viabilização do empreendimento. Assim a Aneel, editou a Resolução 652/2003, que manteve os critérios de enquadramento para uma PCH, mas flexibilizou o limite de área do reservatório para até 13 km<sup>2</sup> com o objetivo de incentivar novos empreendimentos hidrelétricos. Uma vez que a ampliação de investimento em infraestrutura aumenta a produtividade dos insumos privados e incentiva o investimento, o emprego e o crescimento econômico (RIGOLON e PICCININI, 1997).

Entretanto, as usinas com potência instalada igual ou inferior a 1.000 kW, são denominadas a partir da Resolução nº 394/98 da Aneel, como Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) e necessitam apenas de um simples registro para funcionar. Já as PCHs dependem de autorização da Aneel, e devem obedecer a procedimentos que resultam em menores impactos ambientais (ANEEL, 2003). Neste sentido, busca utilizar de forma racional os recursos naturais, no caso a água, como um bem semi-público (FERNANDEZ E GARRIDO, 2002).

As hidrelétricas com potência superior a 30.000 kW estão fora dos padrões de PCH e só podem ser construídas mediante outorga de concessão dada aos agentes interessados, em processo de licitação pública. Todavia os critérios para identificação de PCHs estão definidos na Resolução Aneel nº 394/1998, e devem ser observados pelos agentes do setor elétrico e pela sociedade em geral, considerando também a sistemática de fiscalização da potência instalada definida na Resolução Aneel nº 407/2000.

Para produzir a energia hidrelétrica é necessário integrar a vazão do rio, a quantidade de água disponível em determinado período de tempo e os desníveis do relevo, sejam eles naturais, como as quedas d'água, ou criados artificialmente. O esquema de uso da energia hidráulica é abordado por Lellis (2007), segundo o autor, nesse sistema, a água de um rio é represada, utilizando-se uma barragem para formar um grande reservatório. Uma tubulação conduz a água até as turbinas hidráulicas que são colocadas em movimento pela força da água, transformando a energia potencial em energia cinética. Essa energia mecânica é transformada em energia elétrica pelas máquinas geradoras que são acionadas pelas turbinas.

A energia é então levada aos consumidores por meio de linhas de transmissão e redes de distribuição, onde a utilização de água passa a ser considerada como um dos usos não consuntivos desse recurso (FERNANDEZ E GARRIDO, 2002). A Figura 15 faz uma demonstração genérica de uma hidrelétrica.



**Figura 15:** Perfil esquemático de uma hidrelétrica

Fonte: ANEEL (2008).

Assim as principais variáveis utilizadas na classificação de uma usina hidrelétrica são: altura da queda d'água, vazão, capacidade ou potência instalada, tipo de turbina empregada, localização, tipo de barragem e reservatório. Todos são fatores interdependentes. Portanto, a altura da queda d'água e a vazão dependem do local de construção e determina qual será a capacidade instalada que, por sua vez, determina o tipo de turbina, barragem e reservatório.

Levando em conta o reservatório, uma usina pode ser de acumulação e fio d'água. As hidrelétricas de acumulação, geralmente estão localizadas na cabeceira dos rios, em locais de altas quedas d'água, dado o seu grande porte permitem o acúmulo de grande quantidade de água e funcionam como estoques a serem utilizados em períodos de estiagem. Além disso, as demais hidrelétricas, regulam a vazão da água que irá fluir para elas, de forma a permitir a operação integrada do conjunto de usinas (LELLIS, 2007).

Já as unidades a fio d'água geram energia com o fluxo de água do rio, e utilizam turbinas para aproveitar a velocidade do rio para gerar energia, ou seja, com mínimo ou nenhum acúmulo do recurso hídrico. A queda d'água, no geral, é definida como de alta, baixa ou média altura. O Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (Cerpch, da Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI) considera baixa queda uma altura de até 15 metros e alta queda, superior a 150 metros. Mas não há consenso com relação a essas medidas. As hidrelétricas geram a energia mais barata que se pode ter, sendo fontes confiáveis desde que se possa prevêê, razoavelmente, o regime de chuvas (ANÁLISE ENERGIA, 2008).

No Estado de Roraima, a geração hidráulica resume-se à produção PCH Alto Jatapú (5 MH), que é caracterizada como de acumulação. Entrou em operação no ano de 1995 e passou a integrar o sistema CERR em março de 1997. A PCH Alto Jatapú, integrando o sistema



CERR, atende a 9 localidades, interligadas através de linhas transmissão de 69 kV e 13,8 kV, Entre Rios, Caroebe, São João da Baliza, São Luiz do Anauá, Vila Moderna, Novo Paraíso, Martins Pereira, Rorainópolis e Nova Colina.

Segundo Marques (2009), esta usina, desde sua entrada sofreu poucas manutenções, complementando a carga da região na área de sua influência com um pólo de geração térmica instalada em São João da Baliza. Para uma parada total imprescindível para a manutenção das manutenções necessárias, será preciso ampliar a capacidade geradora térmica naquela região ou a complementação do projeto original, com a instalação de duas unidades restantes (5 MH).

#### 4.2 GANHOS POR REDUÇÃO DO EFEITO ESTUFA

Nas últimas décadas tem-se assistido a um aumento gradual da temperatura global. Entre os fenômenos que explicam essa mudança de temperatura, está o aumento do efeito estufa, devido basicamente à atividade humana. O aumento da concentração de gases, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), acima do natural, pode ser potencialmente perigoso, com possíveis conseqüências catastróficas para a humanidade. As emissões antrópicas de CO<sub>2</sub> decorrem principalmente da queima de combustíveis fósseis, em usinas termoelétricas e indústrias, veículos em circulação e sistemas domésticos de aquecimento (LELLIS, 2007).

Segundo Santos Júnior (2006), as emissões antrópicas de GEE estão resultando no aumento de sua concentração na atmosfera e, conseqüentemente, ampliando a capacidade de absorção de energia que naturalmente já possuem, levando ao aquecimento global. Entretanto Marques (2009), observa que como a água é o insumo essencial para produção de energia através de usina hidrelétrica, constitui uma das poucas fontes que não contribui para este aquecimento. É primordial, no entanto, que o aproveitamento do potencial hidráulico seja feito de forma social e ambientalmente sustentável.

Na comunidade internacional, o Brasil é tido como o país com maior potencial para a venda de créditos de carbono, cujo, uma das razões é que a principal fonte na matriz energética do País, a água, é limpa e renovável, conforme Santos Júnior (2006). Neste sentido Ventura Filho (2009) complementa que a participação atual dos combustíveis fósseis, na matriz de energia nacional, é de 53% (37% do petróleo e derivados, 10% do gás natural e 6% do carvão mineral), que comparado com o valor mundial de 82% revela a grande vantagem do

Brasil, que se posiciona com uma menor dependência destes energéticos não renováveis e emissores de GEE.

Assim, recentes mudanças institucionais e regulamentares e a revisão do conceito de PCHs, têm estimulado a proliferação de aproveitamentos hidrelétricos de pequeno porte e baixo impacto ambiental no Brasil, principalmente em regiões carentes de desenvolvimento econômico, e necessidade de expansão da matriz energética. No caso do Estado de Roraima, promovendo à criação de um mercado para as energias renováveis e tendo em vista a substituição progressiva usinas termelétricas a óleo diesel, pelas PCHs que representam, atualmente, uma forma rápida e eficiente de promover a expansão da oferta de energia elétrica para o Estado.

Os empreendimentos com características de PCH, pela própria definição, são empreendimentos que afetam diretamente áreas muito reduzidas, por isso produzem poucos impactos ambientais negativos e significativos, quando comparados com outros tipos de geração de energia elétrica (ANEEL, 2008). Questão controversa surge quando se analisam as emissões de GEE em usinas que possuem grandes reservatórios de acumulação, onde as emissões de GEE por esses empreendimentos são oriundas de decomposições bacterianas aeróbicas e anaeróbicas de matéria orgânica e de outros processos inorgânicos nos reservatórios, produzindo CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> (SANTOS JÚNIOR, 2006).

Inicialmente acreditava-se que a origem do carbono emitido era exclusivamente da biomassa alagada, existente antes do enchimento do reservatório, decorrente da decomposição aeróbica, formando CO<sub>2</sub>, e da decomposição anaeróbica produzindo CH<sub>4</sub> e SO<sub>2</sub>. Entretanto Reis (2001, *apud* SANTOS JÚNIOR, 2006), analisa que em ambos os casos consideram-se as emissões como adicionais, pois se não ocorresse o alagamento por ação antrópica, esses gases não seriam formados e sendo assim, uma vez que a biomassa alagada é finita, essas emissões decairiam com o tempo.

Porém, o autor observa que, o carbono emitido para a atmosfera pela superfície livre da água das barragens de hidrelétricas é, em parte, oriundo de material orgânico carreado das áreas ribeirinhas para o leito dos rios afluentes e para os reservatórios. Se esse carbono, no caso da emissão de CO<sub>2</sub>, for da biomassa, então ele foi anteriormente retirado da atmosfera e, portanto, sua emissão não tem contribuição incremental para o efeito estufa.

Já Pinguelli (2000, *apud* SANTOS JÚNIOR, 2006), adverte que apesar de existirem diversas pesquisas sobre o assunto, não existe nada definitivo sobre as emissões de GEE, principalmente CH<sub>4</sub> resultante da decomposição de vegetação submersa, em reservatórios de hidrelétricas. Assim, para fins de determinação da quantidade de emissão de GEE, têm-se

feito medições em reservatórios de usinas hidrelétricas. Portanto, a respeito dos valores médios obtidos até agora nessas medições, é necessário que se melhore a pesquisa levando em consideração o nível da incerteza.

Mesmo considerando toda a incerteza sobre o assunto, Lellis (2007), aponta que a metodologia consolidada ACM0002, do Comitê Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que permite a comercialização dos Créditos de Carbono, leva em conta fórmulas específicas para a estimativa de emissões de GEE por grandes reservatórios de acumulação. Sob o ponto de vista de emissão de GEE, as PCHs a fio d'água são consideradas livres de emissão. Portanto, os projetos de PCHs melhoram o fornecimento de eletricidade com energia hidrelétrica limpa e renovável, ao mesmo tempo em que contribuem com o desenvolvimento socioeconômico regional.

#### 4.3 BENEFÍCIOS E VANTAGENS DAS PCHS

As PCHs representam, atualmente, uma forma rápida e eficiente de promover a expansão da oferta de energia elétrica, visando suprir a crescente demanda verificada no mercado nacional, e principalmente local. Do ponto de vista econômico, a expansão energética, promove o desenvolvimento local, em razão da transferência de recursos das atividades tradicionais para as modernas, determinam o bem-estar da população de uma cidade ou região (BARQUERO, 2001). De acordo com a CEMIG (2006), as usinas hidrelétricas apresentam, dentre outras, as seguintes vantagens, em relação a outros investimentos para ampliação da matriz energética de uma região:

- a) impactos ambientais são, em geral, menores (pequenas áreas alagadas) e de mitigação mais fácil do que nas grandes usinas;
- b) possibilidade de utilização de crédito de carbono;
- c) necessidade de autorização somente pela Aneel;
- d) prazo reduzido de construção (18 meses);
- e) obras civis de pequeno porte;
- f) adoção de equipamento de fabricação nacional;
- g) redução das perdas no sistema elétrico;
- h) criação de empregos;
- i) geração de impostos;
- j) melhor distribuição dos benefícios sociais, econômicos e ambientais;
- k) melhor qualidade da energia elétrica no ponto onde se insere a central;

- l) aumento dos índices de confiabilidade do fornecimento regional;
- m) ampliação do parque gerador de energia a partir de recursos naturais e renováveis, sendo considerada uma “energia limpa”; e
- n) adiamento na aplicação de novos recursos para reforço dos sistemas de transmissão e de distribuição de energia elétrica, dentre outros.

Neste sentido, para o desenvolvimento sustentável, na dimensão ambiental, que envolve o setor energético, os investimentos em PCHs, constituem empreendimentos de grande importância para a segurança e abastecimento da oferta de energia dos diversos segmentos da sociedade brasileira, e especialmente roraimense.

Segundo Santos Júnior (2006), o uso do potencial hidráulico para produção de energia, é classificado como aquele que faz uso de tecnologia mais limpa, impostas pelos mecanismos de regulação ambiental. Por isso, além de simplificar o processo de outorga, o Governo concedeu uma série de benefícios ao empreendedor, para estimular os investimentos em PCHs (ANEEL, 2003). Ademais, “disponibilizar a infraestrutura necessária para uma localidade ou região procura-se alcançar a melhoria do bem estar de todos, associando-se ao desenvolvimento econômico e produtivo [...] entre outras melhorias” (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005, p. 30).

Assim, segundo uma sumarização a partir do Guia do Empreendedor (ANEEL, 2003), os principais incentivo para a implantação de empreendimentos PCHs descentralizados pelo país, são:

- a) sua construção e operação só dependem de autorização da Aneel (nos demais casos, há exigência de leilão para a concessão da exploração da queda d’água);
- b) poderão comercializar energia elétrica livremente com consumidores de carga igual ou maior que 500KW. Os demais agentes só podem comercializar livremente com clientes cujo consumo seja igual ou superior a 3.000KW;
- c) aquelas de propriedade de empresas distribuidoras, que operarem até 2003, estará fora do limite máximo de 30% de comercialização de energia de geração própria a clientes cativos;
- d) tem desconto de 50% nas tarifas de uso dos sistemas de transmissão e distribuição, podendo chegar a 100%, se entrarem em operação até 2003. O desconto é definido na autorização da Aneel;
- e) não pagam a compensação financeira pela utilização de recursos hídricos;
- f) têm prazo de implantação menor que as hidrelétricas de maior porte, e o impacto ambiental que provocam é bastante reduzido;

g) tem livre acesso às redes de transmissão, desde que respeitem as características técnicas do sistema.

Ao tratar acerca dos benefícios de uma PCHs, Marques (2009), aponta que o setor elétrico brasileiro possui uma matriz energética bem mais “limpa”, com forte participação de fontes renováveis já que o parque instalado é concentrado em usinas hidrelétricas que não se caracterizam pela emissão de gases causadores do efeito estufa (GEE). Mais de 70% das emissões de GEE do país estão relacionadas ao desmatamento e às queimadas. Tanto que a maior contribuição ao Plano Nacional de Mudanças Climáticas tende a ser a intensificação de projetos de eficiência energética – que, ao proporcionar a redução do consumo, diminuem a necessidade de novas usinas.

Em termos de incentivos a disponibilidade dessas vantagens, constitui uma estratégia eficiente para promover o crescimento econômico sustentado e investimento privado. Consequentemente, a provisão de incentivos adequados pode ser instrumental para aumentar não só a participação do capital privado na infraestrutura da energia elétrica, mas também o bem-estar social (RIGOLON e PICCININI, 1997).

Entretanto, pode-se apontar como a principal desvantagem das PCHs é que sua produção não é controlada pela Operadora Nacional do Sistema Elétrico (ONS), ficando expostas aos riscos hidrológicos, e em caso de necessidade devem comprar energia no mercado para suprir eventuais faltas de geração em relação aos seus contratos. Entretanto, essa limitação pode ser suprimida se for solicitado adesão ao mercado regulado de energia. Após análise técnica, a Aneel pode fixar resolução específica com o volume incorporado da PCH ao MRE, conforme resolução nº 169 de 03 de maio de 2001.

#### 4.4 ESTRUTURA E ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DE PCH

Os aspectos incorporados no planejamento e execução de novos projetos hidrelétricos partem do conhecimento da estrutura do negócio e a legislação específica para proceder corretamente junto aos órgãos governamentais. Associados a realizações de avaliações de ordem técnica, econômica e ambiental para verificar a compatibilidade do negócio com as condições de mercado, além da escolha adequada dos parceiros, fornecedores e compradores de energia, adotando premissas de mitigação dos riscos envolvidos (LELLIS, 2007).

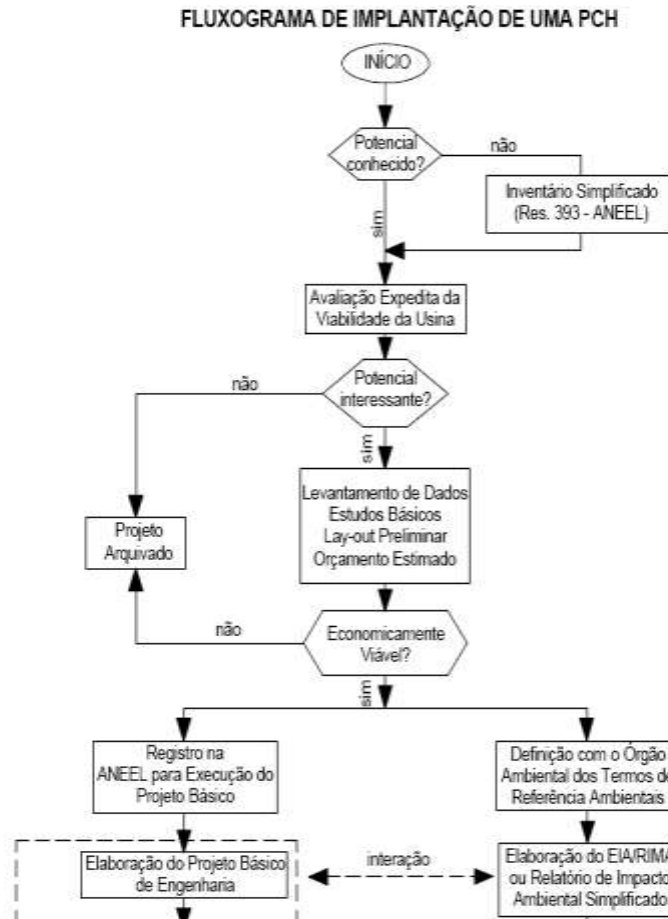
Assim a estrutura do negócio de PCH consiste em:

- a) obter a Autorização do poder concedente através do desenvolvimento de Inventário Hidrelétrico, Projeto Básico e Especificações Técnicas;

- b) obter o Licenciamento Ambiental (Prévio e de Instalação) através do desenvolvimento de Estudos de Impacto Ambiental e Plano Básico Ambiental;
- c) obter outorga de Recurso Hídrico junto ao órgão competente no estado ou na Agência Nacional das Águas (ANA);
- d) obter a aprovação do Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), para a execução do empreendimento respeitando os critérios de história e arqueologia;
- e) obter a aprovação do Projeto Básico de Engenharia e a Energia Assegurada para o empreendimento através da opção pela participação no Mecanismo de Realocação de Energia representando-se, individualmente ou através de terceiros, junto à Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE);
- f) adquirir as terras necessárias para a implantação do canteiro de obras, das estruturas civis, da área de alagamento e da faixa de proteção ambiental às margens do reservatório;
- g) contratar a venda da energia elétrica junto às concessionárias de distribuição, autoprodutores ou consumidores livres;
- h) contratar o financiamento de recursos para investimento através das instituições financeiras (BNDES, BID, outras) ou de fundos de investimento (FCO, outros);
- i) contratar os seguros e os mecanismos financeiros para atenuação de riscos inerentes à implantação do empreendimento e sua operação posterior;
- j) contratar o fornecimento dos equipamentos (elétricos, mecânicos, hidráulicos, de supervisão, etc.), as obras civis e a elaboração do projeto executivo de engenharia;
- k) contratar a conexão aos sistemas de transmissão/distribuição com o agente responsável pelo ponto onde será inserido o empreendimento;
- l) contratar a execução dos programas ambientais de mitigação dos impactos e o desenvolvimento das medidas conservacionistas exigidas para, após sua conclusão, obter o Licenciamento Ambiental de Operação;
- m) fiscalizar o cumprimento de todas as atividades contratadas e, no momento oportuno, requerer do poder concedente a liberação para a entrada do empreendimento em operação comercial e
- n) exercer ou contratar a Operação e Manutenção do empreendimento ao longo do prazo de exploração definido pelo poder concedente.

Ademais, na abordagem acerca do ZEE de uma região, Agostinho (s.d) sugere a necessidade de estabelecimento de regras para a exploração racional dos recursos naturais, respeitando-se os limites da natureza e das populações, direcionando os fluxos migratórios e

processos produtivos para as áreas adequadas que possam permitir uma exploração economicamente viável dentro dos princípios de sustentabilidade. Assim, a Figura 16, apresenta o fluxograma com recomendações para implantação de uma PCH:



**Figura 16:** Fluxograma de implantação de uma PCH

Fonte: ANEEL (2008).

Portanto as PCHs representam, atualmente, uma forma rápida e eficiente de promover a expansão da oferta de energia elétrica, tendo em vista sua rapidez de implantação, a descentralização da produção diminuindo perdas em longos sistemas de transmissão, e a diversificação da matriz energética e dos agentes de geração, além dos benefícios e incentivos regulatórios já apresentados. Ao abordar acerca deste contexto, Fernandez e Garrido (2002), destacam como importante, o fato de que, ao estudar uma bacia hidrográfica para fins de geração hidrelétrica, busca-se promover o aproveitamento ótimo.

Assim, dentre as alternativas de geração de energia não convencional, o aproveitamento da energia cinética das correntezas da bacia do Rio Branco, apresenta-se com grande potencial de utilização para Roraima, tendo em vista que alguns dos municípios mais

isolados localizam-se às margens dessa bacia, com mercado consumidor de pequeno porte (ELETRONORTE, 2007). Neste sentido, estudos preliminares do meio ambiente dessas áreas, com a característica determinante do ZEE, visam dar diretrizes e alternativas para a exploração racional desse recurso energético, em harmonia com o meio ambiente natural, tendo como meta fundamental a melhoria da qualidade de vida (ROCHA, 2010; AGOSTINHO, s.d.).

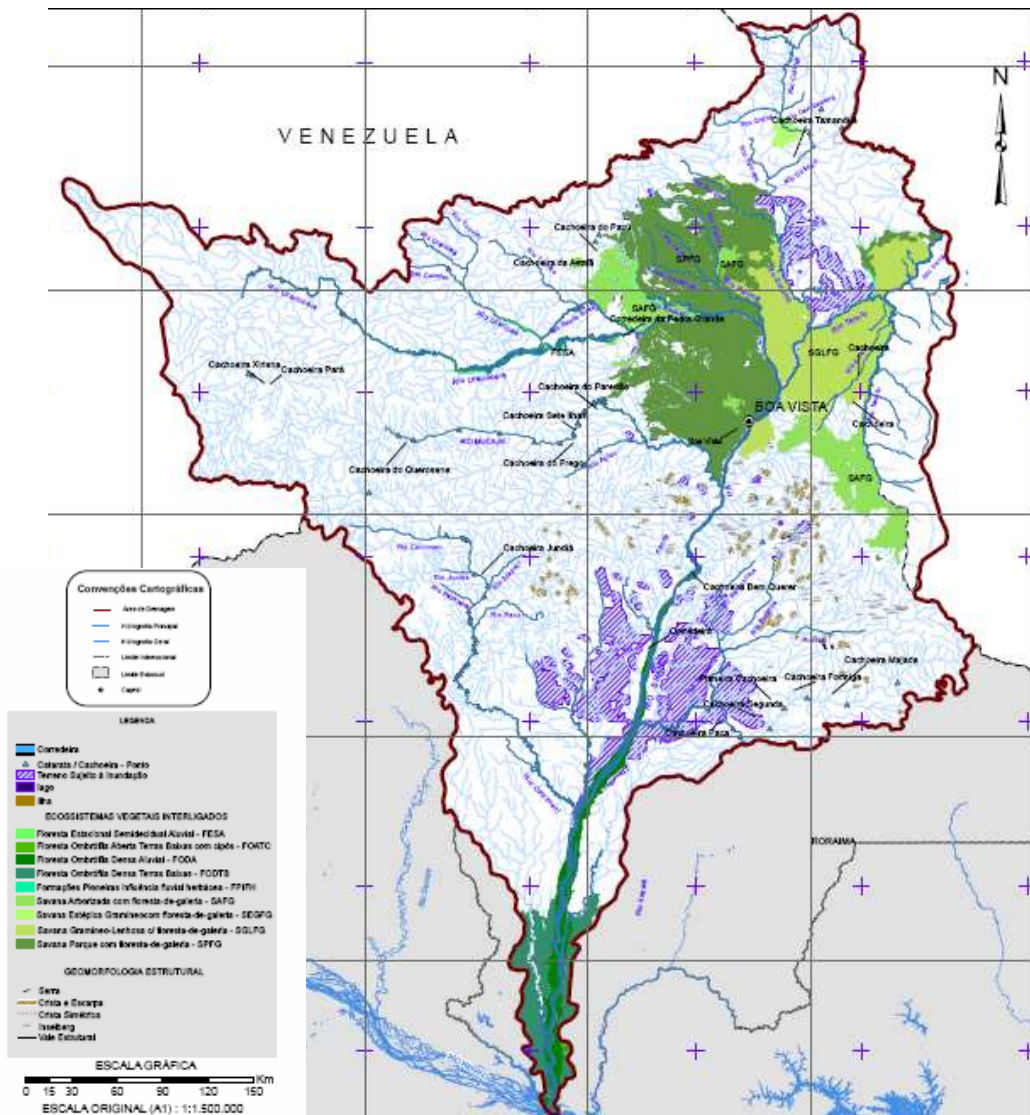
#### 4.5 MAPEAMENTO DE PCHs PARA O ESTADO

A partir dos resultados dos Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Branco, cujos primeiros estudos de planejamento hidrelétrico foram desenvolvidos pela empresa Eletronorte, em 1971. Estes estudos constituíram-se no ponto de partida para os trabalhos mais aprofundados, denominado “ESTUDOS AMAZÔNIA”, concluídos em 1976 pelas empresas MONASA e ENGE-RIO.

Já em 2007, os estudos de inventário hidrelétrico foram iniciados de acordo com os critérios e diretrizes estabelecidos no Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas e concluídos em 2010. Desse modo, se tornou fonte de pesquisa para caracterização do levantamento acerca das instalações de PCHs, em substituição às UTEs a óleo diesel, instalados por todo o território do Estado de Roraima.

Segundo dados do inventário (EPE, 2010), a bacia do rio Branco exhibe uma grande diversidade de ambientes aquáticos, com rios de propriedade físico-química distintas, zonas de corredeiras e cachoeiras, praias fluviais, floresta alagada e lagoas de lavrado. Os trechos encachoeirados e os trechos planos intercalam-se na bacia, como pode ser visto na Figura 17.



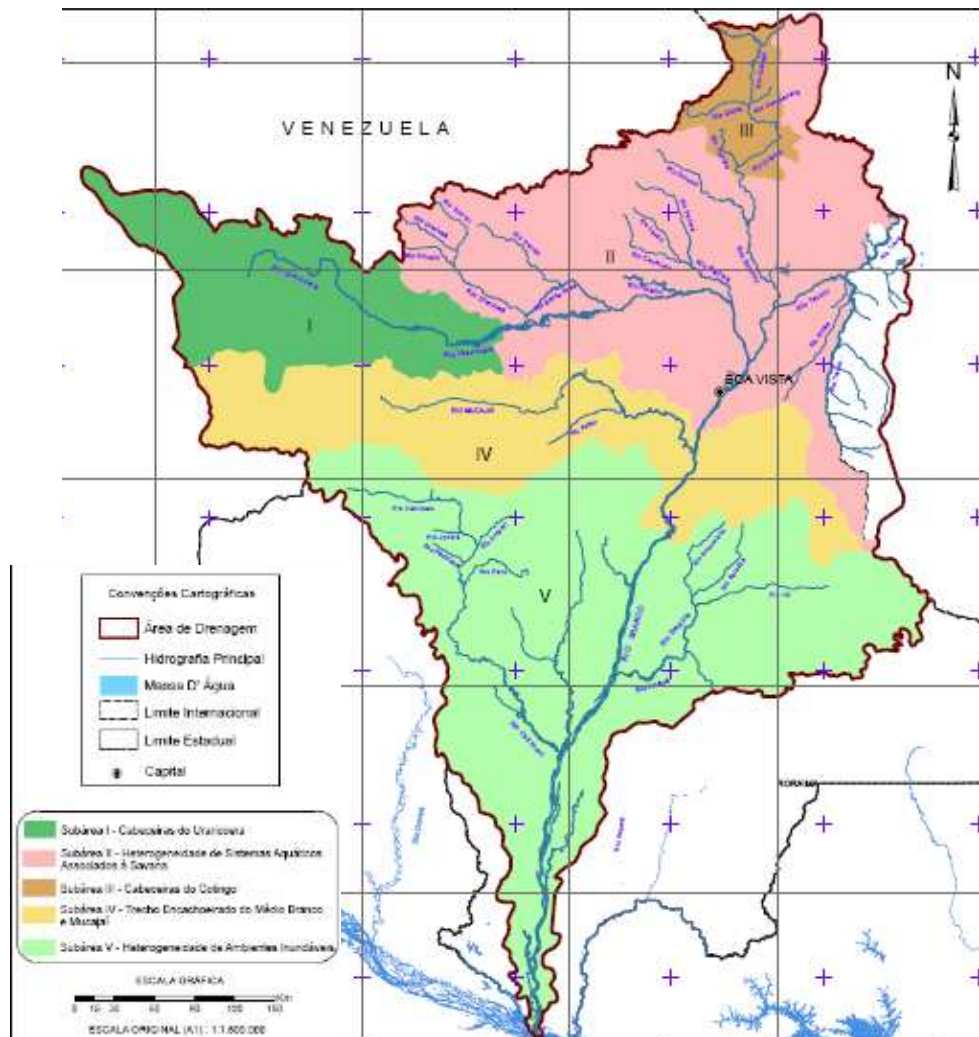


**Figura 17:** Mapa da Diversidade Física do Canal Fluvial e Heterogeneidade dos Ambientes Fluviais – Planta

Fonte: EPE (2010).

O mapa mostra que as corredeiras do Bem- Querer, no rio Branco, no município de Caracará (sul de Boa Vista), marcam o início de um trecho encachoeirado que vai até as proximidades da cidade de Boa Vista. Também no rio Mucajaí, há uma grande quantidade de cachoeiras e, assim como as corredeiras do Bem-Querer. Destacam-se, ainda, os trechos encachoeirados do rio Cotingo no seu alto e médio curso, e do rio Uraricoera, no seu alto curso.

A Figura 18, mostra a bacia hidrográfica do rio Branco, com subdivisão em cinco grandes subáreas, caracterizadas na Figura 19, que apresenta quadro sumário das subáreas correspondentes ao tema-síntese.



**Figura 18:** Mapa de Subárea – Componente-Síntese: Ecossistemas Aquáticos – Planta  
Fonte: EPE (2010).

Subárea	Fisiografia Fluvial	Qualidade da Água	Vegetação Marginal	Vertebrados associados ao Ambiente Aquático
I Cabeceiras do Uraricoera	Área de maior declividade, com presença de corredeiras e cachoeiras no rio Uraricoera.	A qualidade da água é mantida em função da baixa ocupação, mas pode ser comprometida pela atividade garimpeira.	Floresta Ombrófila Densa Aluvial localizada na porção a jusante. A montante, a vegetação é de Floresta Ombrófila Densa Montana e Submontana.	Provável ocorrência de <i>Myrmotherula hlagesi</i> , <i>Cercomacra carbonaria</i> e <i>Synallaxis kollari</i> , aves com algum grau de ameaça segundo a lista da IUCN.
II Heterogeneidade de Sistemas Aquáticos associados à Savana	Área de menor declividade. Tanto o rio Branco quanto o rio Uraricoera são largos e com presença de ilhas fluviais.	Crescente ocupação humana resulta em diminuição do Índice de Qualidade da Água nos arredores de Boa Vista.	Menos chuva implica em alteração das condições do solo. Florestas-de-galeria ao longo dos rios, amplas áreas de terrenos alagadiços estendem-se em meio à paisagem savânica. Barritizas são comuns.	Ocorrência de grandes vertebrados aquáticos, como a jacaretinga, o jacaré-açu, ariranha e lontra. A população de joão-de-barba-grisalha tem distribuição restrita à região e seu habitat tem sido fragmentado e degradado.
III Cabeceiras do Cotíngo	Alta declividade, com abundância de trechos de corredeiras e cachoeiras.	Atividade garimpeira tem modificado as características físico-químicas da água.	Florestas-de-galeria ao longo dos rios em meio à paisagem savânica.	Provável ocorrência de <i>Atelopus zumarinus</i> , anfíbio anuro que necessita de corpos d'água de fluxo rápido para reprodução. O anuro é considerado vulnerável pela IUCN. Potencial ocorrência de endemismos da ictiofauna.
IV Trecho Encachoeirado do Médio Branco e Mucujai	Trecho de maior declividade no rio Branco, incluindo as corredeiras Bem-Querer, muito embora o rio mantenha-se largo e pouco profundo.	Apesar de apresentar alguma contaminação por coliformes fecais em alguns igarapés, o volume e a correnteza da água promovem a diluição.	Na região adjacente ao rio Branco, a vegetação é composta por pastagens. O ambiente natural é composto por Florestas de Várzea e Igarapós ao longo dos rios.	Ocorrência do jacaré diri-diri; altos índices de diversidade de peixes. As cachoeiras não parecem ser barreiras naturais ao trânsito de peixes.

Subárea	Fisiografia Fluvial	Qualidade da Água	Vegetação Marginal	Vertebrados associados ao Ambiente Aquático
V Heterogeneidade de Ambientes Inundáveis	Trecho de menor declividade e maior largura do rio Branco, com presença de praias fluviais.	Apesar de haver sinais de agropecuária na sua parte alta, a qualidade da água é mantida em função da baixa ocupação da subárea como um todo.	Extensa área de Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Campinaranas.	As corredeiras do Bem-Querer e as diferenças nas características da água na altura da sede de Carcaraí não parecem ser barreiras naturais aos peixes. Há registros de ocorrência de tartarugas e peixe-boi. Praias fluviais são usadas pelas tartarugas para nidificação. Potencial rota para peixes migratórios de longas distâncias.

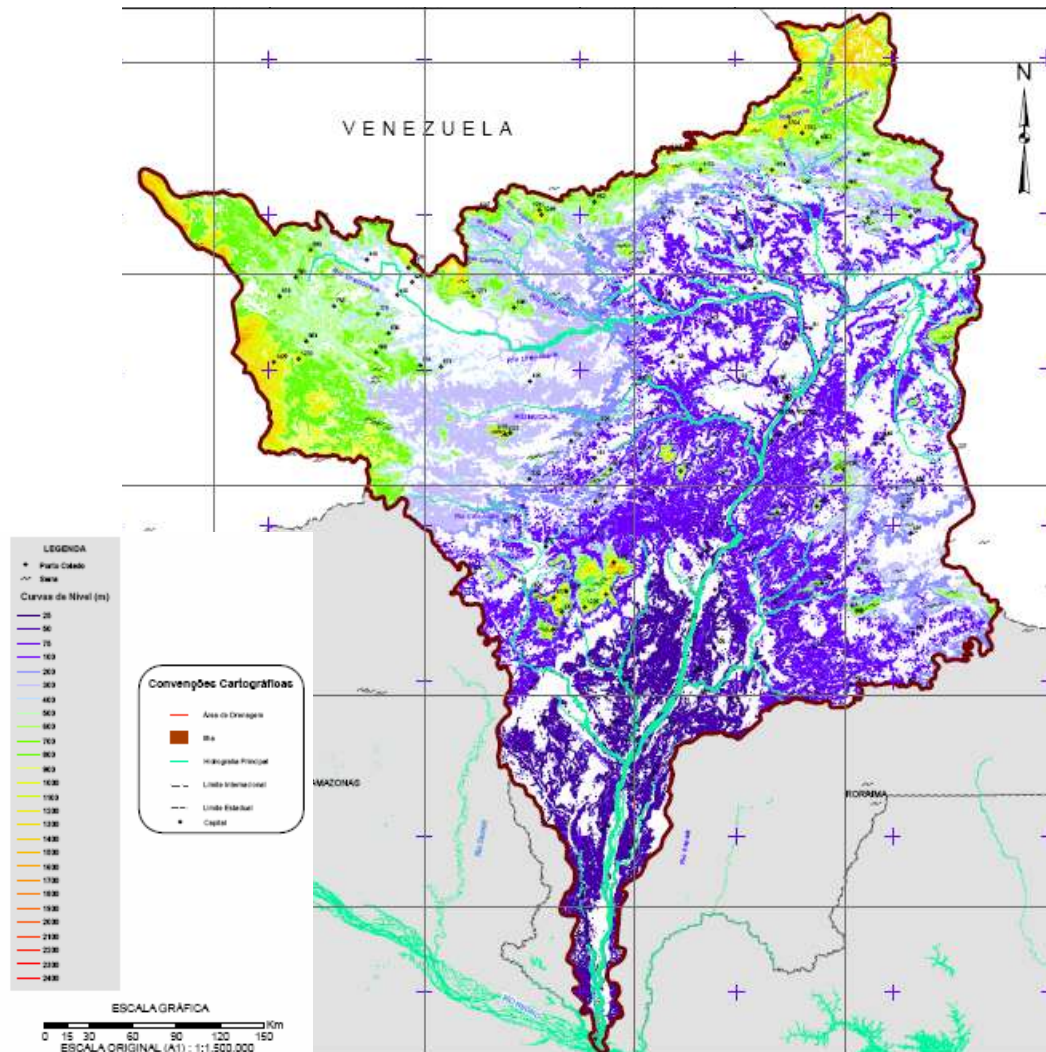
**Figura 19:** Quadro sumário das subáreas correspondentes

Fonte. EPE (2010).

As subáreas denominadas Cabeceiras do Uraricoera, Heterogeneidade de Sistemas Aquáticos associados à Savana, Cabeceiras do Cotingo, Trecho Encachoeirado do Médio Branco e Mucajaí e Heterogeneidade de Ambientes Inundáveis, foram caracterizadas conforme sua Fisiografia Fluvial, Qualidade da Água, Vegetação Marginal e Vertebrados associados ao Ambiente Aquático, que fornece informações acerca dos pontos potenciais para instalação de PCHs, como proposita este estudo.

Outro importante estudo para se considerar na instalação de PCHs, é o mapa de altimetria que dá uma síntese das regiões de relevo montanhoso e de altas cotas. Conforme Figura 20.





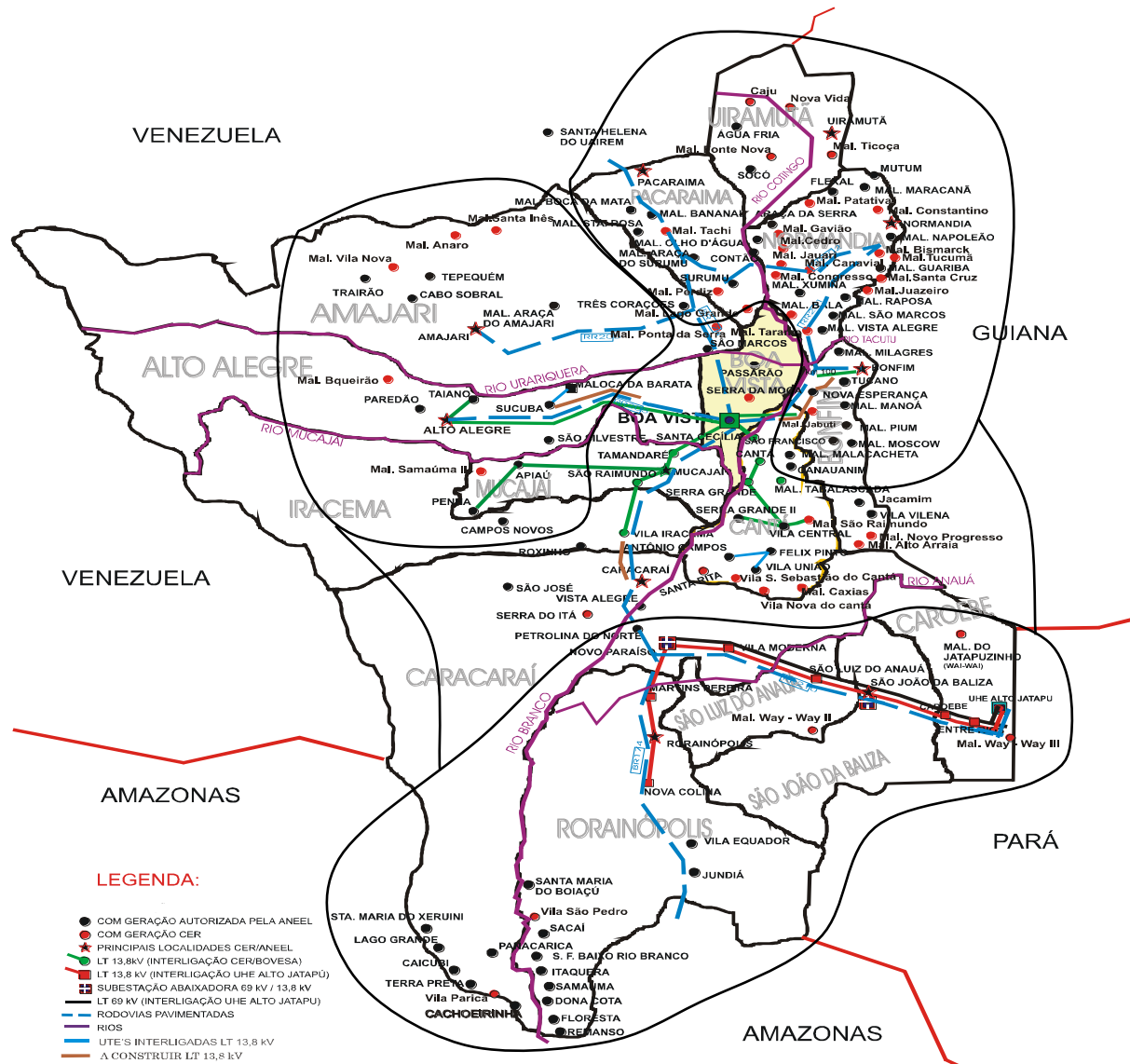
**Figura 20:** Mapa de Altimetria – Planta  
Fonte: EPE (2010).

Essas regiões de relevo montanhoso e de altas cotas são caracterizadas pelo Patamar do Médio Uraricoera, Patamar Dissecado de Roraima e Planalto do Interflúvio Amazonas – Orenoco localizados a oeste e extremo norte da bacia.

O nordeste, as características do clima, com nítida estação seca, e de terrenos, com solos rasos e com baixa fertilidade, condicionam a presença de formações Savânicas que apresentam grandes extensões, sendo ocupadas por Terras Indígenas até o ponto de confluência dos rios Parimé e Tacutu. Entretanto, a porção sul da bacia, apresenta relevo plano e com cotas baixas, ocasionando áreas inundáveis.

Frente às considerações das informações dos estudos da EPE (2010), foi analisado um conjunto de fatores para aproveitamento hidroelétricos que compõe alternativas de instalação de PCHs. Objetivando a comparação e a seleção da melhor alternativa, que apresente o máximo de potencialidade energética, menor custo econômico e menor impacto socioambiental, levando em consideração um cenário de utilização múltipla da água na bacia.

Dentre os critérios adotados, se analisou a indicação da alternativa mais interessante na bacia hidrográfica, com vistas a substituições de UTEs e o atendimento das demandas do mercado de energia elétrica local. A Figura 21, apresenta um cenário de alternativas para a matriz energética de Roraima, mais segura e sustentável, que harmonize objetivos sociais, ambientais e econômicos (VEIGA e ZATZ, 2008).



**Figura 21:** Mapa Eletrogeográfico do Estado de Roraima

Fonte: MME/EPE (2011).

No setor 1, região caracterizada por Alto Uraricoera, situada a noroeste do Estado, as potencialidades hídricas encontra-se no Rio Uraricoera e Mucajaí, com destaque para as cachoeiras de Querosene, do Prego, Sete Ilhas e Paredão. A maior vantagem está no potencial hídrico da região para instalação de PCHs, devido seu relevo apresentar altas declividades com abundância de trecho de corredeiras e cachoeiras no Rio Uraricoera, e ainda apresentar

proximidade com linhas de rede da subestação Boa Vista/Amajari/Alto Alegre. Entretanto, a desvantagem encontra-se no fato de ser pequeno o impacto na redução de UTEs, conforme pode ser verificado na Tabela 5.

<i>USINAS</i>	<i>Nº DE HORAS DE OPERAÇÃO POR DIA</i>	<i>GT PROPRIA ANUAL</i>	<i>TOTAL DA NECESSIDADE DE ÓLEO ANUAL</i>
	<i>HORAS</i>	<i>MWh</i>	<i>m3</i>
<i>MALOCA VILA NOVA AMAJARI</i>	8	24	9
<i>BOM JESUS DO AMAJARI</i>	8	90	34
<i>MALOCA DO BOQUEIRÃO</i>	12	84	32
<i>MALOCA SANTA INEZ</i>	6	12	5
<i>TEPEQUEM</i>	24	378	146
<i>COM. INDÍGENA GUARIBA</i>	6	36	14
<b><i>TOTAL</i></b>	<b>64</b>	<b>624</b>	<b>238</b>

**Tabela 5:** Balanço de energia gerada e consumo de óleo por usinas do setor 1

Fonte: Eletrobrás/GTON (2011)

Com a implantação de PCHs nessa região, há uma possibilidade de redução de consumo de óleo diesel na ordem de 237,8 m<sup>3</sup> e aumento médio da disponibilidade de horas com energia. Trata-se de uma região promissora para a economia do Estado, onde se torna necessário uma energia limpa e confiável para alavancar as atividades de agricultura, piscicultura, turismo, entre outras.

O setor 2, é composto pela região nordeste do Estado, ocupadas por Terras Indígenas até o ponto de confluência dos rios Parimé e Tacutu, as potencialidades hídricas encontra-se nas cabeceiras do Rio Cotingo, e ainda no Surumu, Tacutu, entre outros. Nestes rios se localizam as cachoeiras do Tamanduá, Andorinha entre outras. Entretanto, a desvantagem encontra-se no fato de ser localizada em terras indígenas, onde não há um parâmetro legal para autorização de aproveitamento hídrico. A Tabela 6 mostra o a quantidade de usinas, suas respectivas gerações e consumo de óleo diesel.

USINAS	Nº DE HORAS DE OPERAÇÃO POR DIA	GT PROPRIA ANUAL	TOTAL DA NECESSIDADE DE ÓLEO ANUAL
	HORAS	MWh	m <sup>3</sup>
MALOCA DO CAJÚ	9	30	11
PACARAIMA	24	2.671	991
COM. INDÍGENA BOCA DA MATA	12	82	31
COM. INDÍGENA SANTA ROSA	5	20	8
COM. INDÍGENA DO CONTÃO	19	498	157
COM. INDÍGENA OLHO DA ÁGUA	13	36	14
COM. INDÍGENA SÃO MARCOS	9	23	9
COM. INDÍGENA TRÊS CORAÇÕES	24	2.508	1.174
COM. INDÍGENA VISTA ALEGRE	12	96	36
COM. INDÍGENA XUMINA	8	66	24
COM. INDÍGENA GUARIBA	6	36	14
COM. INDÍGENA DA RAPOSA	10	132	47
COM. INDÍGENA NAPOLEÃO	9	110	38
COM. INDÍGENA MARACANÃ	10	75	28
COM. INDÍGENA DO FLEXAL	7	76	29
ÁGUA FRIA	12	168	63
LAGO GRANDE	10	100	38
NORMANDIA	24	4.103	1.375
MALOCA DO TICOÇA	8	30	10
VILA MUTUM	14	97	34
SOCÓ	12	96	34
MALOCA DO GAVIÃO	6	12	5
MALOCA SANTA CRUZ	9	12	5
BONFIM	24	6.133	1.772
MALOCA DO CANAVIAL	6	18	7
MALOCA DO JAUARI	4	12	5
VILA SURUMU	24	670	174
MALOCA PERDIZ	6	12	5
MALOCA DO TAXI	6	32	12
UIRAMUTÃ	24	1.502	505
MALOCA DO MARUPÁ	6	12	5
COM. INDÍGENA DO JACAMIM	14	35	13
<b>TOTAL</b>	<b>386</b>	<b>19.503</b>	<b>6.667</b>

**Tabela 6:** Balanço de energia gerada e consumo de óleo por usinas do setor 2

Fonte: Eletrobrás/GTON (2011)

Com base na demanda de energia da região, verifica-se a necessidade da instalação de uma PCHs de 10 MW, uma vez que o consumo é reprimido, pois é uma região que abrange três sede municipais, Pacaraima, Uiramutã, Normandia e Bonfim. O consumo de óleo está na ordem de 6.674,6 m<sup>3</sup>. Os valores dos investimentos em construção de PCHs poderão ser subsidiados pela CCC, conforme Res. Normativa Aneel Nº 146/2005.

No setor 3, que compreende região central do Estado, envolvendo a capital, município de Cantá, Mucajaí e Caracará, e pequena parte de outros municípios que já são atendidos pela interligação Brasil-Venezuela, por meio do Linhão de Guri.

Assim dada a vulnerabilidade do país vizinho em fornecer energia confiável para o Brasil, foi necessário a contratação emergencial de UTEs para disponibilizar 60 MW, a ser utilizado como reserva parcial de geração para atender o sistema de Boa Vista e outras localidades interligadas, o que expôs a vulnerabilidade da matriz energética de Roraima.

A solução apontada para o problema contempla a integração do sistema elétrico de Roraima ao SIN no ano de 2015, interligando à LT Tucuruí-Manaus, por meio da construção de uma linha de transmissão em 500 kV, circuito duplo, Lechuga – Equador – Boa Vista, com extensão total de 716 km, que atenderá o mercado de energia elétrica do estado de Roraima e permitirá o escoamento do excedente de energia dos futuros aproveitamentos hidrelétricos da bacia do Rio Branco, ora em estudo.

Já o setor 4, está localizado na região sul da bacia, denominado como Baixo Rio Branco, que apresenta relevo plano, trecho de menor declividade e com cotas baixas, ocasionando áreas inundáveis. Entretanto o estudo de inventário da EPE, demonstra uma baixa potencialidade para instalação de PCHs, tendo em vista a necessidade de maior alagamento da área para aproveitamento hidrelétrico, como já ocorrido na PCH Alto Jatapú, localizada nesta região. A Tabela 7 apresenta a quantidade de usinas, suas respectivas gerações e consumo de óleo diesel, para esta região.



USINAS	Nº DE HORAS DE OPERAÇÃO POR DIA	GT PRÓPRIA ANUAL	TOTAL DA NECESSIDADE DE ÓLEO ANUAL
	HORAS	MWh	m <sup>3</sup>
SANTA MARIA DO BOIAÇÚ	24	733	306
SACAI	11	144	54
SANTA MARIA DO XERUINI	10	60	23
SAMAÚMA	9	40	15
SÃO FRANCISCO	8	20	8
TERRA PRETA	10	84	32
LAGO GRANDE	10	100	38
VILA REMANSO	8	50	19
JUNDIÁ	24	2.502	738
COM. INDÍGENA XIXUAÚ	6	35	5
VILA ITAQUERA	10	60	23
VILA SÃO PEDRO	6	12	5
TANAUAÚ	5	12	5
PANACARICA	8	51	19
VILA DONA COTA	8	36	14
VILA CACHOEIRINHA	12	135	51
VILA CAICUBI	10	192	72
VILA FLORESTA	10	62	23
<b>TOTAL</b>	<b>189</b>	<b>4.328</b>	<b>1.446</b>

**Tabela 7:** Balanço de energia gerada e consumo de óleo por usinas do setor 4

Fonte: Eletrobrás/GTON (2011)

Dada a inviabilidade de se implantar outras PCHs na região, verifica-se a alternativa mais viável, que, inclusive, já se encontra em andamento pela CERR, a revitalização da PCH Alto Jatapú para geração da sua capacidade que é de 20 MW. Em seguida, torna-se necessário a construção de redes de transmissão de energia elétrica para atender as localidades ao sul do Estado, para substituição da UTEs, e consequentemente a redução na ordem de 1.445,8 m<sup>3</sup>.

Conforme as alternativas apresentadas em cada um dos setores descritos, se projetam cenários de médio e longo prazo para redução do consumo de óleo diesel e com isso contribuir na redução de emissão de GEE. Uma vez que as emissões antrópicas de GEE estão resultando no aumento de sua concentração na atmosfera, levando ao aquecimento global e consequentemente colocando em risco a vida no planeta (SANTOS JÚNIOR, 2006).

As alternativas sugeridas buscam contribuir, também para a matriz energética de Roraima, ser mais confiável. Haja vista que a disponibilidade de energia elétrica é um dos vetores da infraestrutura necessária para que seja desencadeado o processo de desenvolvimento econômico (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005), o que é necessário na promoção do desenvolvimento sustentável.

#### 4.6 DELINEAMENTO DE ESTRATÉGIAS PARA INSTALAÇÃO DE PCHS NO ESTADO

Frente ao contexto, apresentado, acerca do sistema elétrico do Estado de Roraima, com as frágeis condições atuais de atendimento de energia elétrica, um planejamento energético para o Estado constitui instrumento capaz de promover o desenvolvimento sustentável do setor, a fim de que os agentes possam elaborar com menos incertezas o seu planejamento estratégico.

Um planejamento de ações capaz de prover o mercado para uma expansão setorial, desenvolvendo as potencialidades energéticas e as alternativas de suprimento no curto, médio e longo prazos, partem do uso de recursos hídricos, na implantação de PCHs.

Neste sentido, são apresentadas algumas sugestões para delineamento de ações em projetos hidrelétricos, que ora se apresentam como alternativa mais propícia para expansão da matriz energética de Roraima. Dentre as quais, pode-se destacar:

- a) incentivo de projetos hidrelétricos em PCHs que incluam objetivos de desenvolvimento local e regional, não se limitando à geração de energia elétrica e a benefícios externos à região. Devem ser promovidas ações de desenvolvimento integrado, com ênfase em projetos de hidrelétricos e de melhoria da qualidade de vida da população, principalmente nos setores indicados no mapeamento;
- b) realização de revisão dos estudos de inventário hidrelétrico de toda sub-bacia hidrográfica do Estado, contemplando, além da partição de queda, a avaliação dos impactos sociais e ambientais decorrentes e a implantação de novos empreendimentos hidrelétricos. A incerteza científica sobre a magnitude e a relevância dos impactos e riscos ambientais do empreendimento deve suscitar a adoção do “princípio de precaução” ao longo de todas as etapas de planejamento, construção e operação de projeto de PCHs;
- c) criação de um comitê de bacia do Rio Branco, que deve disciplinar a negociação entre os diversos agentes e usuários da água para avaliar a implantação de PCHs. O empreendedor deve reconhecer que os movimentos sociais são interlocutores legítimos na definição das políticas públicas e na tomada de decisão que afetam o seu modo de vida;
- d) estabelecimento de revisão legal dos critérios de definição da área diretamente impactada pelo empreendimento, inclusive nas terras indígenas, com direito à compensação financeira, não se restringindo ao percentual de área inundada, e à

criação de mecanismos de controle social da destinação e aplicação dos recursos financeiros;

- e) incentivo de criação de canais permanentes de comunicação entre o empreendedor e as comunidades atingidas pelo empreendimento ao longo de todo o ciclo do projeto. Deve haver garantia de acesso às informações técnicas, em linguagem apropriada ao domínio público, referente ao projeto e aos impactos associados;

Estas premissas devem se concebidas como um elemento norteador para ampliação da oferta de energia elétrica no Estado. Entretanto, deve contar com a participação efetiva da sociedade local, do setor produtivo, do setor público e dos demais atores sociais envolvidos nos projeto de infraestrutura de energia elétrica. Ademais, a tendência de crescimento da demanda de energia elétrica está associada às perspectivas de desenvolvimento socioeconômico da região.

## 5 CONCLUSÃO

A partir da formulação de idéias conclusivas, um dos pontos fundamentais a ser destacado é o fato de que a atual estrutura energética de Roraima não fornece o suporte necessário e confiável para um processo de desenvolvimento regional. Assim a discussão sobre infraestrutura energética mostra-se de grande importância, considerando que, sua segurança e ampliação, exige um planejamento para a exploração racional dos recursos em prol do desenvolvimento econômico e social, de forma eficiente e com menor impacto sobre o meio ambiente.

Os dados discutidos nesta pesquisa científica consentem sintetizar conclusões e fazer análise da atual situação da estrutura energética disponível no Estado de Roraima, seu custo econômico e social, e os benefícios relacionados com a implantação de um programa de incentivo para as PCHs, fornecendo assim o suporte necessário ao desenvolvimento econômico. Assim, vale destacar que foi cumprido o propósito de responder a pergunta fundamental da pesquisa, observando o rigor científico que mostrou o alcance do objetivo geral, pois através da investigação, interpretação e análise qualitativa, foi realizado um estudo descritivo de como inventariar o potencial hídrico do Estado de Roraima para construção de PCHs e seu impacto no desenvolvimento sustentável da região.

Conforme as informações obtidas através do levantamento bibliográfico para a fundamentação teórica, destacou-se o desenvolvimento regional, onde energia elétrica constitui um dos vetores da infraestrutura, para a diminuição da pobreza com vistas ao desencadeamento do processo de desenvolvimento econômico e social. Outro fator de destaque foi avaliar que a economia dos recursos naturais, determina as políticas ótimas e as implicações teóricas da presença de recursos naturais na economia. Assim, esta abordagem acerca dos recursos naturais, introduziu uma nova dimensão na sustentabilidade da economia, ou seja, a gestão de forma economicamente racional desses recursos, especialmente os recursos hídricos, que diante de sua escassez relativa, constitui um bem econômico.

A pesquisa documental mostrou que o Brasil possui uma matriz energética composta por uma rede de transmissão, caracterizada por um segmento dividido em Sistemas Isolados, localizados principalmente na região Norte e o Sistema Interligado Nacional (SIN), que abrange a quase totalidade do território brasileiro. Roraima se encontra no sistema isolado, onde o balanço energético mostrou uma forte dependência de suprimento de energia proveniente da interligação com a Venezuela, constituindo uma fonte não confiável dado a crise energética que esse país vem passando, além de problemas graves de afundamento de

tensão. Outro fator que torna a matriz energética insuficiente é o fato da necessidade de complementação de energia por meio de UTEs, que atualmente o parque gerador encontra-se sucateado e incapaz de atender a demanda da economia local. Este fato tem impactado no alto custo social e ambiental, em razão da emissão de GEE. Portanto, a atual estrutura energética de Roraima, apresenta-se ineficiente no fornecimento do suporte necessário e confiável para um processo de desenvolvimento sustentável.

A importância da implantação de PCHs para o suprimento da matriz energética do Estado partiu do fato de Roraima apresentar um potencial hidrelétrico ainda não explorado, em virtude de seu território ser banhado pela bacia do Rio Branco, que sua área de drenagem ocupa quase todo o Estado, além de seus afluentes. Por meio de dados do estudo do inventário dessa bacia, realizado pela EPE, constatou-se os trechos de cachoeiras e quedas d'água, que apresentam condições propícias para a instalação de PCHs.

A pesquisa mostrou que as PCHs constituem uma importante alternativa de geração de energia limpa que configura um tipo de empreendimento que possibilita o melhor atendimento de carga de pequenos centros urbanos e regiões rurais, portanto com menor impacto ambiental. Nesse sentido, se apresentou como uma das alternativas para mitigar o risco de dependência energética presente no Estado.

O mapeamento para o aproveitamento do potencial hídrico e econômico para construção de PCHs foi sistematizado levando-se em consideração os critérios básicos que abrangeram os aspectos socioambientais da bacia e técnicos econômicos. Observados para as escolhas de melhor alternativa os trechos de corredeiras e quedas d'água, além de trechos que apresentassem estreitamento acentuado de vales, bem como das localidades onde se encontram instaladas atualmente as UTEs e o custo social evitado com diminuição da geração a óleo diesel e emissão de gases nocivos ao aquecimento global da atmosfera.

A pesquisa mostrou que nos setores 1 e 2, por esta ser caracterizada por altas declividades e abundância de trechos de corredeiras e cachoeiras, apresenta maior vantagem em relação ao custo social proveniente da substituição, e contribuição para a economia da região, como também o potencial hídrico para instalação de PCHs. Já o setor 3 e 4, apresenta trecho com baixa declividade, assim, não apresenta se como melhor alternativa para instalação de PCHs. No setor 3, como se trata de uma região com ampla densidade linha de transmissão a solução para este setor contempla a interligação de Roraima ao SIN. Entretanto, no setor 4, como já existe uma PCH em funcionamento, a solução apresentada é sua revitalização, duplicando a sua capacidade de instalada.

Neste sentido este trabalho empírico, apresentou possíveis alternativas estratégicas para delineamento de ações em projetos hidrelétricos, que ora se apresentam como alternativa mais propícia para expansão da matriz energética de Roraima. Dentre as quais, pode-se destacar:

- a) incentivo de projetos hidrelétricos em PCHs que incluam objetivos de desenvolvimento local e regional;
- b) realização de revisão dos estudos de inventário hidrelétrico de toda sub-bacia hidrográfica do Estado;
- c) criação de um comitê de bacia do Rio Branco, para disciplinar a negociação entre os diversos agentes e usuários da água;
- d) estabelecimento de revisão legal dos critérios de definição da área diretamente impactada pelo empreendimento, inclusive nas terras indígenas;

Nessa perspectiva, com os resultados extraídos à luz da ciência, foi possível analisar qualitativamente, as alternativas de produção de energia em Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) para contribuir com o planejamento energético e o desenvolvimento sustentável do Estado de Roraima.

Ademais, a partir do êxito no cumprimento desta etapa e realização da totalidade deste estudo, espera-se que, possa servir como parâmetro auxiliando na elaboração de políticas e estratégias, que venham contribuir de forma significativa no desenvolvimento regional do Estado de Roraima. Por outro lado, procurou-se dar melhores condições de se avaliar o tema e, mesmo não esgotando esse assunto, espera-se ter dado uma contribuição para a evolução desse ramo de estudo. No entanto, mais estudos qualitativos são necessários para uma melhor identificação de outras potencialidades energéticas presentes em Roraima.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Guia do empreendedor de pequenas centrais hidrelétricas**. Brasília: ANEEL, 2003.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Legislação**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 23 fev. 2011.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2 ed. Brasília: ANEEL, 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2 ed. Brasília: ANEEL, 2005.
- AGOSTINHO, Jaime. **Metodologias para elaboração de zoneamento ecológico econômico na Amazônia Legal Brasileira**. Disponível em: <<http://www.ecoamazonia.org.br/metodo/metodologia.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2011.
- AGÜERO, Pedro Hubertus Vivas. **Avaliação econômica dos recursos naturais**. 1996. Tese Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. Tese de Doutorado em Economia, p. 187.
- ALMEIDA, Dayse Coelho de. **Recursos naturais não renováveis e desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos908/recursos-naturais-nao/recursos-naturais-nao.shtml>>. Acesso em: 19 jul. 2011.
- ANÁLISE ENERGIA. **Anuário 2009**. São Paulo: Análise, nº. 16, dez. 2008.
- BARQUERO, Antonio Vazquez. **Desenvolvimento endógeno em tempos de globalização**. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística, 2001.
- BIFANI, Paolo. **Medio ambiente e desarrollo sostenible**. 4. ed., rev. Madri: IEPALA, 1999.
- BOA VISTA ENERGIA S. A. (BVE). **Relatório anual 2010**. Boa Vista, 2010.
- CABRAL, Lígia Maria Martins (Coord.). **Energia elétrica e integração na América do Sul**. Rio de Janeiro: Centro de Memória da Eletricidade, 2004.
- CAMARGO, Timóteo. Corredor estratégico entre o Brasil e o Caribe. **Valor Econômico**. Salvador, nº especial, p. 26-27, 2011.
- CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL S.A (ELETRONORTE). **Plano de Atendimento de Energia Elétrica. Roraima - 2007/2016**. Boa Vista: ELETRONORTE, 2007.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMING). Disponível em: <[www.ceming.or.br](http://www.ceming.or.br)>. Acesso em: 20 jun.2011.

CORREIA, Salatiel Pedrosa Soares. **A energia na região do agronegócio**. Goiânia: Ed. Da UCG, 2008.

CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL (ELETRONORTE). **Plano de atendimento de energia elétrica, 2007- 2016**. Brasília, 2007.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS (ELETROBRAS). **Plano de operação 2011: Sistemas Isolados**. Rio de Janeiro: Grupo Técnico Operacional da Região Norte, 2011.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE RORAIMA (CERR). **Relatório administrativo 2010**. Boa Vista, 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Bacia hidrográfica do Rio Branco/RR. Estudos de inventário hidrelétrico. Completo**. EPE, 2010.

FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

FERNANDEZ, José Carrera; GARRIDO, Raimundo José. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002.

FERREIRA, Carlos Maurício de Carvalho. Espaço, regiões e economia regional. In: HADDAD, Paulo Roberto; FERREIRA, Carlos Maurício de Carvalho; ANDRADE, Thompson Almeida (Org.). **Economia Regional: teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB, 1989. p.45-65.

FLORISSI, Stéfano. Economia da Cultura. In: **Capitalismo Concorrencial, Estado e Regulação**. Porto Alegre: FACE/UFRGS, 2004 (Mimeografado).

FUNCHAL, Paulo Henrique Zukanovich. **A contabilização das externalidades como instrumento para avaliação de subsídios: o caso das PCHs no contexto do Proinfra**. Dissertação de Mestrado. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia – EP / FEA / IEE / IF – USP – Universidade de São Paulo, 2008. p. 155.

FUNDACIÓN CANAL. Madrid: Fundación Canal Isabel II. Disponível em: <<http://www.fundacioncyii.org/index.php?idseccion=43#>>. Acesso: 12 ago. 2011.

GOLGHER, André Braz. **Fundamentos para migração**. Texto nº 231, maio de 2004. CEDEPAR (UFMG). Disponível em: <<http://www.cedepar.ufmg.br>>. Acesso em 12 ago. 2011.

INSTITUTO DE BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 10 de ago. 2011.

LELLIS, Mauro Maia. **Fontes Alternativas de Energia Elétrica no contexto da Matriz Energética Brasileira**: meio ambiente, mercado e aspectos jurídicos. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Energia. Pró-diretoria de Pesquisa e Pós-graduação. Universidade Federal de Itajubá-UNIFEI, 2007, p.134.

MANKIW, N. Gregory. **Introdução á Economia**. Tradução Allan Vidigal Hasting. São Paulo:Thopsom Learning. 2007.



MARQUES, Antônio de Oliveira. **Infraestrutura energética e desenvolvimento sustentável: situação atual e alternativas para o estado de Roraima**. Dissertação de Mestrado em Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009, p. 84.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Plano decenal de expansão de energia: 2007/2016**. Brasília: MME, 2007. Disponível em <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 17 fev. 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME); EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2020**. Brasília: MME/EPE, 2011. Disponível em <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 17 fev. 2011.

MUELLER, Charles C. Economia ambiental na perspectiva do mundo industrializado: uma avaliação da economia ambiental neoclássica. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 26. n.2, p. 263-308, maio/ago. 1996.

NEVES, J. C. N. **Introdução à Economia**. 4. ed. Lisboa: Verbo.

OLIVEIRA, Elialdo Rodrigues. **Cidade criativa : perspectiva de desenvolvimento socioeconômico para Boa Vista (RR)**. Dissertação de Mestrado em Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009, p. 131.

REIS, Lineu Bélico dos; FADIGAS, Eliane A. Amaral; CARVALHO, Cláudio Elias. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005.

RIGOLON, Francisco José Zagari; PICCININI, Maurício Serrão. **Investimento em infraestrutura e a retomada do crescimento econômico sustentado**. Textos Discussão do BNDES. Rio de Janeiro, n. 63, 1997. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/TD/td-63.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2011.

ROCHA, João Henrique de Mello Vieira. **A importância do Zoneamento Econômico Ecológico para a política de reforma agrária no estado de Roraima**. Boa Vista: UFRR, 2010. 1 CD-ROM.

SANDRONI, Paulo. **Novo dicionário de Economia**. São Paulo: Best Seller, 1994.

SANTOS, A. H. M. As pequenas centrais hidrelétricas nos cenários presente e futuro. In: ROVERE, Emílio Lebre La; ROBERT, Marcelo. (Org.) **Energia no meio rural**. Montevideu: UNESCO/FINEP, 1990.

SANTOS JUNIOR, Milton Francisco dos. O Impacto dos Créditos de Carbono na Atratividade Econômica de Pequenas Centrais Hidrelétricas. **Espaço Energia**. nº 05. Out. 2006.

STANFORD, Alexandre da Silva. **O Uso dos recursos energéticos, água e energia solar: implicações econômicas e decisão através de modelos dinâmicos**. PIMES/UFPE, Universidade Federal de Pernambuco, 1999. Tese de Doutorado, p. 234.

SILVA, M.A.R. Economia dos recursos naturais. In: MAY, P.; LUSTOSA, M.C.; VINHA, V. **Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

SILVA, José H. Gondim; FILHO, J. H. Gondim; GONDIM, Darla M. **O futuro?... Foi ontem!... Uma leitura econômica sobre a insustentabilidade do “desenvolvimento sustentável”**. Brasília: Ed. Qualidade, 2008.

SOUZA, Luciana Silva de. **A Indústria Moveleira de Boa Vista: estrutura e potencialidades**. Dissertação de Mestrado em Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009, p. 137.

SOUZA, Nali de J. Economia Regional: conceito e fundamentos teóricos. **Perspectiva Econômica**, São Leopoldo, v. 16, n. 32, p. 67-102, 1981. Disponível em: <[http://www.nalijosouza.web.br.com/teoria\\_econ\\_reg.pdf](http://www.nalijosouza.web.br.com/teoria_econ_reg.pdf)> Acesso em: 14 jul. 2011.

SOUZA, Nali de Jesus de. **Desenvolvimento econômico**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS (SUFRAMA). Disponível em: <[www.suframa.gov.br](http://www.suframa.gov.br)>. Acesso em: 23 out. 2011.

VEIGA, José Eli da; ZATZ, Lia. **Desenvolvimento sustentável: que bicho é esse?** Campinas: Autores Associados, 2008. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books>>. Acesso em: 18 jul. 2011.

VENTURA FILHO, Altino. **O Brasil no Contexto Energético Mundial**. São Paulo: NAIPE/USP, 2009.