ANDRÉ LUIZ VEIGA GIMENES

MODELO DE INTEGRAÇÃO DE RECURSOS COMO INSTRUMENTO PARA UM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia.

São Paulo
2004

ANDRÉ LUIZ VEIGA GIMENES

MODELO DE INTEGRAÇÃO DE RECURSOS COMO INSTRUMENTO PARA UM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia.

Área de Concentração:
Sistemas de Potência

Orientador:
Prof. Dr. Lineu Belico dos Reis
Co-orientador:
Prof. Dr. Miguel Edgar Morales Udacta

São Paulo
2004

Gimenes, André Luiz Veiga

Modelo de Integração de Recursos como Instrumento para um Planejamento Energético Sustentável, São Paulo, 2004.
184p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.

1. Planejamento energético 2. Planejamento Integrado de Recursos - Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.

À minha companheira Karla

Aos Meus Pais, Luiz e Vera

Ao meu irmão Ricardo

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Luiz Cláudio Ribeiro Galvão, pelo incentivo imprescindível ao desenvolvimento deste e de tantos outros trabalhos na linha de pesquisa do PIR, sem o quê esta tese não seria possível.

Ao Prof. Dr. Marco Antônio Saidel, pelo apoio decisivo no período de conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Lineu Belico dos Reis, que, na condição de orientador desta tese, balizou e permitiu o desenvolvimento das minhas próprias idéias.

Ao Prof. Dr. Miguel Edgar Morales Udaeta, co-orientador desta tese, e responsável pela continuidade dos desenvolvimentos do PIR no âmbito do GEPEA.

Ao professor Aquiles Baesso Grimoni e aos pesquisadores Décio Cicone Jr., Fábio Corrêa Leite, Ricardo Fujji e Ricardo Baitelo pela participação construtiva nas diversas discussões e debates sobre o PIR que contribuíram sobremaneira para elaboração do trabalho.

Ao Prof. Octavio Ferreira Affonso, pela amizade e apoio.

A Eris Pereira pela ajuda na operacionalização deste trabalho, o que não foi tarefa fácil.

A Regina Aparecida Freitas, responsável Secretaria Geral de Pós-Graduação da EPUSP, cuja ajuda no processo burocrático foi determinante no cumprimento do prazo deste trabalho.

Aos membros do Instituto de Desenvolvimento Sustentável do Mamirauá pelo apoio durante a pesquisa de campo no Mamirauá: Claudeíse, Isabel Soares de Sousa e Otacílio Soares Brito.

Aos meus amigos, Alden Uehara Antunes, Cláudio Elias Carvalho e Álvaro Batista Dietrich, cujas amizades contribuem sempre.

Ao CNPq pelo apoio financeiro dado através da bolsa de estudos ao longo dos 4 anos deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho propõe um modelo de Integração de Recursos fornecendo com isso um instrumento metodológico para um Planejamento Energético Sustentável, neste caso, o Planejamento Integrado de Recursos - PIR. Nele, os aspectos econômico, social e ambiental da disponibilização de energia são tratados de forma integrada e a priori, diferentemente do processo tradicional de planejamento, onde estes são elementos anexos, considerados como impactos a serem gerenciados a posteriori. Neste contexto este trabalho propõe um modelo para tratamento dos elementos do Planejamento Integrado de Recursos Energéticos:

- Conhecimento abrangente da localidade a ser atendida ou afetada pela alternativa energética
- Participação ampla da sociedade ou Envolvidos-Interessados
- Consideração de todas as possibilidades tecnológicas e energéticas segundo uma caracterização Técnica, Econômica, Social e Ambiental das mesmas
- Avaliação e classificação das alternativas energéticas a partir das dimensões técnica, econômica, social e ambiental, através da Avaliação dos Custos Completos
- Busca do menor *custo completo*
- Processo Iterativo onde decisões de um momento afetam as escolhas do momento seguinte

Estes elementos, por si só já representam uma expansão das áreas de ação de aspectos usualmente considerados no Planejamento Integrado de Recursos – PIR. Além disso, introduzem enfoques integrados e inovações de grande impacto para um Planejamento Energético Sustentável, como é demonstrado do Estudo de Caso para uma pequena comunidade na região amazônica. Dessa forma, a Integração de Recursos se mostra capaz de instrumentalizar metodologicamente o PIR facilitando o processo de tomada de decisão.

ABSTRACT

This work proposes a Resources Integration Model as a methodological tool for a Sustainable energy Planning, in this case, the Integrated Resources Planning - IRP. Economical, social and environmental aspects of the energy chain, from production to end uses are considered in a integrated way, since the beginning of the project, differently from the traditional planning process, in which these elements are usually managed separately. Within this context, this work proposes a model to approach the following elements for an Integrated Energy Resources Planning:

- Full understanding of the place to be assisted or affected by the energy alternatives
- Wide society participation – Interested-Involved
- Consideration of all possible energy technologies and forms, with identification of their technical, economical, social and environmental aspects
- Evaluation and classification of the energy alternatives taking into account all technical, economical, social and environmental dimensions by using the Full Cost Account method
- Search for the smallest *full cost*
- Utilization of an iterative process, in which decisions in a moment affect the choices in the next moment

These elements by themselves represent an expansion of usual areas of the Integrated Resources Planning – IRP. Besides, they introduce an integrated view and innovations that largely impact the processes for a Sustainable energy Panning, as shown in the case study for a small community in the Amazonian region. Then, the Integration Resources is able to instrumentalize the IRP facilitating the decision taking process.

ERRATA

PÁGINA	LINHA	ONDE SE LÊ	LEIA-SE
Agradecimentos	10ª	Ao professor Aquiles Baesso Grimoni	Ao prof. Dr. José Aquiles Baesso Grimoni
72	23ª	Para a área subsidiária (864.000 ha) foram cadastrados. A população total é de 4.244 moradores.	Para a área subsidiária (864.000 ha), foram cadastrados 4.244 moradores.
80	14ª	chega-se a um valor médio mensal de por residência	chega-se a um valor médio mensal de 50 kWh/mês por residência
163	3ª	[Ref.65]	[Ref.65] Equipe Técnica: Miguel Edgar Morales Udaeta, Renan Jorge Orellana Lafuente, André Luiz Veiga Gimenes, Rodrigo Nishimaru

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL COMO BALIZADOR DA PROVISÃO DE ENERGIA 2

1.2 NECESSIDADE DE UMA VISÃO INTEGRADA 2

1.3 PLANEJAMENTO E INTEGRAÇÃO DE RECURSOS ENERGÉTICOS 3

1.4 ROTEIRO DO TRABALHO 4

2 QUESTÕES ACERCA DE SUSTENTABILIDADE E ENERGIA 6

2.1 INTRODUÇÃO 6

2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 6

2.3 ENERGIA E QUESTÕES SOCIAIS 8

2.4 ENERGIA E QUESTÕES AMBIENTAIS 11

2.4.1 Energia Elétrica 12

2.5 ENERGIA E QUESTÕES ECONÔMICAS 14

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 15

3 O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NA PROVISÃO SUSTENTÁVEL DE ENERGIA 16

3.1 INTRODUÇÃO 16

3.2 PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS – PIR 18

3.2.1 Desenvolvimentos Recentes do Planejamento Integrado de Recursos - PIR 18

3.2.2 Descrição do PIR 21

3.2.3 Metodologia do PIR 25

3.4.3.1 Caracterização Geográfica da Região de Estudo - Inventário 28

3.4.3.2 Carteira de Recursos 30

3.4.3.3 Participação dos Envolvidos-Interessados e as Funções Multiobjetivo 32

3.4.3.4 Elaboração do Plano Preferencial 33

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS 34

4 A INTEGRAÇÃO DE RECURSOS 35

4.1 INTRODUÇÃO 35

4.2 MODELO DE INTEGRAÇÃO 36

4.2.1 Descrição 36

4.2.2 Detalhamento das Etapas de Integração 41

4.4.3.1 Etapa 1: Mapeamento Regional 41

4.4.3.2 Etapa 2: Determinação de Recursos e Demandas Regionais 49

4.4.3.3 Etapa 3: Participação dos Envolvidos-Interessados 53

4.4.3.4 Etapa 4: Determinação de Critérios e Elementos de Análise 55
4.4.3.5 Etapa 5: Avaliação dos Custos Completos 59
4.4.3.6 Etapa 6: Alocação Temporal de Recursos para o Plano Preferencial 62
4.4.3.7 ETAPA 7: Composição de Cenários 64
4.4.3.8 Etapa 8: Análise Socioeconômica do Plano 65
4.4.3.9 Etapa 9: Análise das Iterações 66
4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS 66

5 ESTUDO DE CASO 69

5.1 INTRODUÇÃO 69
5.2 OBJETIVOS 70
5.3 METODOLOGIA DO ESTUDO DE CASO 70
5.4 APLICAÇÃO DO MODELO DE INTEGRAÇÃO DE RECURSOS À REGIÃO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO MAMIRAUÁ 71
5.4.1 Introdução à Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - RDSM 71
5.4.2 Planejamento Integrado de Recursos Para Região do Mamirauá 71
5.4.3 Integração de Recursos 72
5.4.3.1 Etapa 1: Mapeamento Regional 72
5.4.3.2 Etapa 2: Determinação de Recursos e Demandas Regionais 82
5.4.3.3 Etapa 3: Participação dos En_In 92
5.4.3.4 Etapa 4: Determinação de Critérios e Elementos de Análise 94
5.4.3.5 ETAPA 5: AVALIAÇÃO DOS CUSTOS COMPLETOS 102
5.4.3.6 Etapa 6: Alocação Temporal de Recursos para o Plano Preferencial 112
5.4.3.7 Etapa 7: Composição de Cenários 114
5.4.3.8 Etapa 8: Análise Sócio-Econômica e Ambiental do Plano 115
5.4.3.9 Etapa 9: Iterações 117
5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 144

6 RESULTADOS 145

7 CONCLUSÕES 147

7.1 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 150

8 ANEXOS 152

8.1 ANEXO A1 152
8.1.1 Método da Avaliação dos Custos Completos 152
8.1.2 Definição de Avaliação dos Custos Completos 152
8.4.3.1 Custos Internos 152
8.4.3.2 Custos Externos - Metodologia 152

8.2 ANEXO A2 159
8.2.1 AHP – Análise Hierárquica de Processos *159*
8.4.3.1 Considerações Iniciais 159
8.4.3.2 Fases de Execução 160
8.4.3.3 O Expert Choice 161
8.4.3.4 Conclusões e Comentários 162
8.3 ANEXO 3 – QUESTIONÁRIOS PARA PARTICIPAÇÃO DOS ENVOLVIDOS-INTERESSADOS 163
8.4 ANEXO 4 - CLASSIFICAÇÃO DE RECURSOS PELA AVALIAÇÃO DOS CUSTOS COMPLETOS – ITERAÇÕES ANUAIS 173
8.4.1 CLASSIFICAÇÃO PARA O MOMENTO 1 – Iteração 2 - ANO 2006 ..... *173*
8.4.2 CLASSIFICAÇÃO PARA O MOMENTO 1 – Iteração 3 – ANO 2007 ..... *174*
8.4.3 CLASSIFICAÇÃO PARA O MOMENTO 1 – Iteração 4 – ANO 2008 ..... *175*
8.4.4 CLASSIFICAÇÃO PARA O MOMENTO 1 – Iteração 5 – ANO 2009 ..... *176*

9 BIBLIOGRAFIA 177

10 APÊNDICE 1 185

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Identificação e Avaliação dos Recursos de Suprimento 26

Figura 3.2: Processo de Integração no PIR 28

Figura 3.3: Diagrama de Integração Oferta e Demanda 32

Figura 4.1: Diagrama Ilustrativo do Processo de Integração 40

Figura 4.2: Exemplo de Sinergia a Partir da Eletricidade 48

Figura 4.3: Exemplo de Evolução de Custos por Tecnologia 52

Figura 5.1: Classificação dos Recursos de Oferta para o Momento 1 - Iteração 1-2005 110

Figura 5.2a: Análise de Sensibilidade – Aumento de 20% na Dimensão Técnico-Econômica 111

Figura 5.3: Classificação dos Recursos de Oferta para o Momento 3 - Iteração 7-2015-2019 137

Figura 5.4: Análise de Desempenho dos Recursos energéticos em Função das Dimensões de Análise – Momento 3 – 2015-2019 138

Figura 5.5: Evolução da Energia Elétrica Disponibilizada ao longo do Período 142

Figura 5.6: Evolução da Capacidade Instalada ao longo do Período 143

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1: Dados Sociais da Região do Mamirauá – Área Focal 74
Tabela 5.2: Rendimentos da População Segundo as Principais Atividades 75
Tabela 5.3a: Dados de Infra-estrutura Regional 76
Tabela 5.4: Dados Consolidados das 4 Comunidades Visitadas 78
Tabela 5.5a: Caracterização Atual da Demanda Regional 82
Tabela 5.6: Valores Típicos de Custos Para Biomassa Eólica e Solar 85
Tabela 5.7: Valores adotados para Custos das Tecnologias 86
Tabela 5.8a: Emissões Aéreas de Biomassa - Queima de Madeira 88
Tabela 5.9: Evolução de Parâmetros das Tecnologias de Oferta 91
Tabela 5.10: Evolução Percentual dos Usos Finais 98
Tabela 5.11: Evolução das Demandas em kWh 100
Tabela 5.12: Demanda Incremental a Ser Atendida pelo PIR 101
Tabela 5.13: Elementos de Análise Dimensão Técnico-Econômica 103
Tabela 5.14: Elementos de Análise Dimensão Ambiental 104
Tabela 5.15: Elementos de Análise Dimensão Social 105
Tabela 5.16: Elementos de Análise Dimensão Política 106
Tabela 5.17 Classificação - Fator Técnico-Econômico - Iteração 1 - 2005 107
Tabela 5.18 Classificação - Fator Ambiental- Iteração 1 - 2005 107
Tabela 5.19 - Classificação - Fator Social- Iteração 1 - 2005 108
Tabela 5.20 - Classificação - Fator Político- Iteração 1 - 2005 108
Tabela 5.21 - Notas - Fator Técnico-Econômico- Iteração 1 - 2005 109
Tabela 5.22 - Notas - Fator Ambiental- Iteração 1 - 2005 109
Tabela 5.23 - Notas - Fator Social- Iteração 1 - 2005 109
Tabela 5.24 - Notas - Fator Político- Iteração 1 - 2005 110
Tabela 5.25: Recursos para o Momento 1 – Iteração 1 - 2005 114
Tabela 5.26: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 1 – Iteração 1- 2005 115
Tabela 5.27: Evolução do Desmatamento para Produção de Farinha de Mandioca 115
Tabela 5.28: Evolução de Pesos Relativos dos Elementos de Análise – Dimensão Técnico Econômica 118
Tabela 5.29: Evolução de Pesos Relativos dos Elementos de Análise – Dimensão Ambiental 120
Tabela 5.30: Evolução de Pesos Relativos dos Elementos de Análise – Dimensão Social 121

Tabela 5.31: Evolução de Pesos Relativos dos Elementos de Análise – Política 122
Tabela 5.32: Recursos Energéticos Para o Momento 1 – Iteração 2 - 2006 124
Tabela 5.33: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 1 – Iteração 2- 2006 124
Tabela 5.34: Recursos Energéticos Para o Momento 1 – Iteração 3 - 2007 126
Tabela 5.35: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 1 – Iteração 3- 2007 126
Tabela 5.36: Recursos Energéticos Para o Momento 1 – Iteração 4 - 2008 128
Tabela 5.37: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 1 – Iteração 4- 2008 128
Tabela 5.38: Recursos Energéticos Para o Momento 1 – Iteração 5 - 2009 129
Tabela 5.39: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 1 – Iteração 5- 2009 129
Tabela 5.40: Emissões Aéreas Anuais para 2009 130
Tabela 5.41: Recursos Energéticos para o Período 2005-2009 131
Tabela 5.42 - Classificação - Fator Técnico-Econômico - Iteração 6 – 2010-2014. 132
Tabela 5.43 - Classificação - Fator Ambiental - Iteração 6 – 2010-2014 132
Tabela 5.44 - Classificação - Fator Social - Iteração 6 – 2010-2014 132
Tabela 5.45 - Classificação - Fator Político - Iteração 6 – 2010-2014 132
Tabela 5.46: Recursos Energéticos para o Período 2010-2014 133
Tabela 5.47: Recursos Energéticos para o Período 2005-2014 133
Tabela 5.48: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 2 – Iteração 6- 2014 134
Tabela 5.49: Emissões Aéreas Anuais para 2014 134
Tabela 5.50 - Classificação - Fator Técnico-Econômico - Iteração 7 – 2015-2019. 136
Tabela 5.51 - Classificação - Fator Ambiental- Iteração 7 – 2015-2019 136
Tabela 5.52 - Classificação - Fator Social- Iteração 7 – 2015-2019 137
Tabela 5.53 - Classificação - Fator Político- Iteração 7 – 2015-2019 137
Tabela 5.54: Recursos Energéticos para o Período 2014-2019 139
Tabela 5.55: Recursos Energéticos para o Período 2005-2019 140
Tabela 5.56: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 3 – Iteração 7- 2019 140
Tabela 5.57: Emissões Aéreas Anuais para 2019 - Biodiesel 140

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

aa	Ao ano
A E.V.A	Austrian Energy Agency
ACC	Avaliação dos Custos Completos
AHP	Análise Hierárquica de Processos
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais SA
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Cki	Custo Unitário de Geração (US$/kW)
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DEM	Department of Environmental Management
DFID	Departamento de Desenvolvimento Internacional – (Governo Britânico)
DOE	Department of Energy - EUA
EUA	Estados Unidos da América
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas do Brasil SA
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FEWE	Fundação Polonesa Para Eficiência Energética
Fc	Fator de Capacidade da Usina
FMO	Funções Multiobjetivo
GEPEA	Grupo de Energia do Departamento de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
GLD	Gerenciamento pelo Lado da Demanda
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GN	Gás Natural
GNC	Gás Natural Comprimido
GNL	Gás Natural Liqüefeito
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDSM	Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá
Ilum.	Iluminação
En_In	Envolvidos-Interessados (no processo de planejamento)
INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais
IPH	Índice de Pobreza Humana
KFCte	Constante do Fator Técnico-Econômico
KFCam	Constante do Fator Ambiental

KFCs	Constante do Fator Social
KFCp	Constante do Fator Político
LEAP	Long range Energy Alternatives Planning System
MDL	Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
MP	Material Particulado
NA	Não se Aplica
NEPA	National Environmental Protection Agency of China
ONGs	Organizações Não Governamentais
PIB	Produto Interno Bruto
PIR	Planejamento Integrado de Recursos Energéticos
PNB	Produto Nacional Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios do Ministério de Minas e Energia
RDSM	Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Mamirauá
RGR	Reserva Geral de Reversão
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SC	Suprimento Consumo (energia primária)
Tc	Tempo de Construção
TED	Technological and Environment Database (LEAP)
TIR	Taxa Interna de Retorno
UNDP	United Nations Development Program
UNEP	United Nations Environment Programme
USD	US$ (dólares americanos)
WCS	Wildlife Conservation Society (EUA)
WEC	World Energy Council

1 INTRODUÇÃO

O objetivo principal desta tese é a proposição de uma metodologia de planejamento energético baseada na Integração de Recursos. Esta metodologia é proposta com vistas à complementação do arcabouço metodológico do Planejamento Integrado de Recursos – PIR, de forma a expandir e aperfeiçoar os processos para estudo da disponibilização da energia sob aspectos que vão além das considerações de ordem técnico-econômica [Ref. 2].

Sua motivação decorreu do fato de que o planejamento energético tradicional, especialmente do setor elétrico, não tem sido eficaz no tratamento de questões sociais e ambientais, por tratá-los como elementos anexos ao processo de planejamento e que, por esta razão, pouco influenciam o processo decisório de escolha e alocação das alternativas energéticas e tecnológicas. Isto tem resultado em comunidades isoladas permanecendo à margem do planejamento energético nacional e em dificuldade,s e até mesmo na inviabilização de empreendimentos necessários à sustentação da atividade socioeconômica brasileira, devido ao fato das implicações ambientais serem verdadeiramente consideradas apenas no processo de licenciamento dos empreendimentos energéticos.

Esta constatação, associada ao fato do Planejamento Integrado de Recursos, orientado ao desenvolvimento sustentável, ter como premissa o tratamento destas questões a priori e de forma preditiva, alavancou o desenvolvimento do modelo proposto, de Integração de Recursos, o qual permite a efetiva inserção das dimensões sociais, políticos e ambientais, além da técnico-econômica, no processo de planejamento. Esta inserção permite uma avaliação de viabilidade menos restrita e mais condizente com o paradigma atual, onde o conceito de desenvolvimento sustentável começa a ser entendido além do ambiente acadêmico, em meio a uma sociedade participante e exigente quanto aos impactos ambientais decorrentes da disponibilização de energia. Neste ambiente, decisões centralizadas, de caráter essencialmente técnico e não participativo, tendem a se enfraquecer, reduzindo a aceitabilidade dos projetos.

Através desta abordagem, a energia é enfocada como meio de prover a satisfação dos serviços energéticos e alavancar o alcance de metas de desenvolvimento social e ambiental, desde que garantida, concomitantemente, a sustentabilidade econômica dos investimentos em energia elétrica e, quando pertinente, em infra-estrutura.

O modelo de Integração de Recursos, elaborado nesta tese, surge como parte do esforço de ampliação e consolidação da metodologia do Planejamento Integrado de Recursos, procurando considerar integradamente oferta e demanda sustentáveis através da consideração das dimensões econômicas, sociais, ambientais e políticas da disponibilização de energia. Embora a Integração de Recursos seja uma etapa já prevista na metodologia do PIR, descrita adiante, esta tese propõe um primeiro modelo para sua efetiva realização.

1.1 O Desenvolvimento Sustentável como Balizador da Provisão de Energia

O principal balizador do trabalho desenvolvido é o modelo de desenvolvimento dito sustentável, entendido, simplificadamente, como aquele que procura, de forma equilibrada, o melhor termo entre os aspectos econômico, ambiental, social e política na provisão da energia e infra-estrutura.

Dessa forma, abordagens que priorizem qualquer um destes aspectos em detrimento dos outros serão, dentro do possível, descartadas.

1.2 Necessidade de uma Visão Integrada

A busca do equilíbrio dos aspectos econômico, social, ambiental e político remete à necessidade de uma metodologia que os considere de forma paralela e integrada, e não apenas de forma seqüencial, como ocorre usualmente. No processo de planejamento tradicional, procede-se a uma avaliação técnico-econômica das alternativas. Uma vez satisfeito o critério técnico-econômico, são avaliados seus impactos no meio sócio-ambiental. Tradicionalmente, estes estudos só adquirem maior profundidade através de Estudos de Impacto Ambiental – EIA, onde são propostas alternativas tecnológicas e meios de mitigação e ou compensação de impactos ambientais e sociais, porém estes se referem à implantação dos empreendimentos, ou seja, uma vez já terminado o processo de planejamento [Ref. 1, 2, 3].

O processo aqui proposto considera estes aspectos de forma integrada e não seqüencial, podendo resultar em que alternativas consideradas melhores possam ter avaliações gerais menos favoráveis, em vista de seus desempenhos no campo social, ambiental e político. Com esta abordagem, é possível conhecer-se, de maneira prévia, as vantagens e riscos associados a cada alternativa energética e, dessa forma, gerenciar previamente os benefícios e ou impactos negativos de sua inserção (ou não) na localidade a ser assistida.

Além disso, o modelo de Integração de Recursos insere as questões sociais e econômicas da provisão de energia de forma iterativa, de maneira que o passo anterior e suas conseqüências afetem o passo seguinte e assim por diante, segundo um número conveniente de intervalos de discretização do período e local geográfico do planejamento desejado.

Esta abordagem tem por princípio a premissa de que os impactos ambientais, sociais e políticos são melhores geridos quando abordados de forma preditiva e não corretiva [Ref. 3, 4]. Isto porque, é possível moldar a solução energética proposta já no projeto, ou pode-se identificar a necessidade de priorização de uma diferente alternativa, como forma de se alcançar uma abordagem sustentável.

Qualquer que seja a solução adotada, a aplicação do modelo, como parte de um processo do Planejamento Integrado de Recursos, fornece um melhor e mais dinâmico embasamento ao tomador de decisão, ampliando o espectro de variáveis que dão suporte à tomada de decisão.

1.3 Planejamento e Integração de Recursos Energéticos

Entende-se aqui que, na busca de uma provisão sustentável e integrada da energia, o processo de planejamento tem papel fundamental, pois, senão, torna-se difícil conhecer e relacionar as alternativas energéticas de forma ampla e consistente. Isto porque, este processo requer um grau de detalhamento e abrangência que estão além dos procedimentos usuais da atuação do investidor em infra-estrutura, o qual possui conhecimentos sobre seu negócio principal (termelétrica, solar, eólica etc.), sem, no entanto, ter interesse ou motivação em conhecer a relação de seu produto com as demais alternativas de um projeto, com as metas regionais de desenvolvimento, de

preservação ambiental etc. Estudos desta natureza são, muitas vezes, vistos como gastos indesejáveis, pois, segundo um ponto de vista limitado, não agregam valor ao negócio central em questão. Esta visão da não necessidade de um estudo completo dos Recursos dentro do planejamento energético tem conduzido diversos empreendimentos a impasses no momento de seu processo de licenciamento ambiental, principalmente durante as audiências públicas. [Ref. 2, 5].

Com o intuito de lidar com estes desafios, diversas abordagens diferenciadas de planejamento têm surgido. Uma delas é o Planejamento Integrado de Recursos - PIR, cuja principal característica, quando de seu surgimento, foi a de dar o mesmo grau de importância aos recursos de demanda e de oferta, integrando-os como recursos energéticos aserem considerados. Posteriormente, na década de 1990, diversas ramificações metodológicas, muitas vezes semelhantes, desta abordagem foram desenvolvidas, algumas delas dando ênfase às questões ambientais, outras à participação da sociedade, busca do menor custo etc.. Neste contexto, o GEPEA - Grupo de Energia do Departamento de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo vem expandindo e aperfeiçoando a metodologia do PIR, ampliando seu escopo de forma a abranger, integradamente, os elementos políticos, sociais, ambientais e econômicos das alternativas energéticas, de oferta e de demanda. Esta abordagem diferenciada do PIR [Ref. 36] é um dos elementos motrizes da elaboração desta tese.

Por este motivo, o texto desta tese buscou não reproduzir aprofundamentos importantes efetuados sobre a estruturação do PIR e demais processos envolvidos tais como: análise de incertezas e risco, técnicas de previsão da demanda etc., uma vez que os mesmos podem ser encontrados nas referências citadas.

1.4 Roteiro do Trabalho

Para uma apresentação estruturada do modelo de integração e sua abordagem, o texto do trabalho está desenvolvido em 6 capítulos além deste próprio:

Capítulo 2, no qual são apresentadas considerações sobre o processo de desenvolvimento sustentável, analisando-se os aspectos energético, social e suas implicações no meio ambiente. Neste capítulo são tecidos comentários e reflexões

sobre modelos de desenvolvimento sustentável. Também são apresentados elementos de relação entre a energia, a sociedade e o meio ambiente, que delinearão a maneira como o modelo aqui desenvolvido será apresentado. Aspectos da relação entre a provisão de energia elétrica e infra-estrutura também são considerados.

No Capítulo 3 são apresentados elementos da importância do planejamento no processo de provisão sustentável de energia elétrica, caracterizando a metodologia do Planejamento Integrado de Recursos.

No Capítulo 4 desenvolve-se o modelo objeto desta tese, chamado de Integração de Recursos. Nele são fixados os elementos a serem integrados no processo de avaliação de recursos, apresentando-se uma metodologia para consecução do processo.

No Capítulo 5, desenvolve-se um estudo de caso segundo aplicação do modelo, baseado em dados reais coletados em visita técnica à Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá, situada na região de várzea da floresta amazônica, no Estado do Amazonas.

No Capítulo 6 os principais resultados do trabalho são sucintamente listados.

No Capítulo 7 são apresentados as conclusões, comentários finais e desenvolvimentos futuros relacionados ao modelo proposto.

2 QUESTÕES ACERCA DE SUSTENTABILIDADE E ENERGIA

2.1 Introdução

O objetivo central desta tese, ou seja, o estabelecimento de um modelo de integração de recursos para o planejamento energético, surgiu da percepção da necessidade imediata da inserção das questões sociais e ambientais no planejamento e implantação da infra-estrutura e, mais especificamente, da infra-estrutura de energia. Mais do que isso, na necessidade destas questões, assim como os critérios técnico e econômico, balizarem a escolha dos recursos energéticos, tanto de oferta quanto de demanda, integradamente e desde o início do planejamento.

Esta premissa, de consideração social, ambiental e política, na análise de viabilidade de empreendimentos, orienta-se a um modelo de desenvolvimento sustentável. Embora não seja o intuito deste capítulo discutir este tema em profundidade, são apresentados alguns conceitos e idéias que, de alguma forma, contribuíram para a escolha do tema desta tese.

2.2 Desenvolvimento Sustentável

Como definição de desenvolvimento sustentável existem diversas referências mundialmente aceitas. Uma delas, publicada no relatório "Nosso Futuro Comum", de 1987, definiu desenvolvimento sustentável como sendo aquele que *satisfaz as necessidades das gerações presentes sem afetar a capacidade de gerações futuras de também satisfazer suas próprias necessidades*. Este conceito discutido com melhor grau de profundidade nas [Ref. 6, 7, 8] surgiu da constatação de que os atuais níveis de degradação social e ambiental são incompatíveis com um futuro sustentável, ou seja, no qual as gerações futuras possam gozar de recursos naturais e econômicos nos mesmos níveis atuais.

Obviamente, tal constatação se refere ao padrão de uso dos países desenvolvidos, padrão este disponível apenas a aproximados 20% da população mundial [Ref. 8]. Para os demais países e respectivas populações, a busca do desenvolvimento sustentável esbarra ainda na primeira parte deste conceito, ou seja, *satisfazer as*

necessidades das gerações presentes, sem o quê não faz sentido discutir qualquer modelo futuro. Além disso, este modelo surgiu no âmbito da Convenção de Mudanças Climáticas, ratificada por 164 países, e que estabeleceu metas ecológicas sem a necessária consideração das questões sociais intrínsecas ao processo [Ref. 9]. Isto, por si só, representa um entrave à busca mais sólida do desenvolvimento sustentável em sua concepção mais concreta.

Um outro conceito interessante de desenvolvimento sustentável, segundo Leroy et. ali [Ref. 8] é o seguinte: *" ...O processo pelo qual as sociedades administram suas condições materiais, redefinindo os princípios éticos e sociopolíticos que orientam a distribuição de seus recursos ambientais"*. Esta definição vai além das questões meramente ambientais e insere conceitos de *realidades* sociais *locais*, que se diferenciam dos padrões (de consumo, culturais, sociais, políticos etc.) vigentes em países de primeiro mundo.

Neste sentido, há a necessidade de se redefinir o que é necessidade humana. As necessidades infinitas produzidas pelo pensamento humano não têm respaldo na realidade física do planeta para sua satisfação.

Os padrões de uso de recursos naturais praticados nos países desenvolvidos são incompatíveis para uma extensão a todos os habitantes da Terra [Ref. 8], pois não se dispõe de recursos naturais nem condições ecológicas para tal. Atualmente, os EUA, com 5% da população mundial consomem 30% dos recursos naturais da Terra [Ref. 8] e sua extensão igualitária aos demais habitantes do planeta implicaria em uma necessidade de recursos 6 vezes superior ao total disponível. Um exemplo de como a questão vem sendo encarada por tais países é a seguinte assertiva, presente em um relatório da Agência Internacional de Energia [Ref. 10]: *"Aumentar os padrões de vida dos pobres, pode trazer, no curto prazo, significantes custos econômicos e o risco de aumento da poluição"*, segundo uma tradução livre. Essa afirmação ocorre mesmo em meio a um cenário em que mais de 90% da poluição mundial é decorrente dos países ricos, e mostra o grau de dificuldade que os países mais pobres devem enfrentar para tentar romper com seu baixo padrão atual de desenvolvimento.

Assim sendo, mais do que simplesmente implementar-se um modelo de desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento, é necessário que se

proceda a um ajuste nos padrões do primeiro mundo, caso contrário só haverá um certo tipo de "sustentação" em âmbito local, o que, em essência, não é desenvolvimento sustentável.

O modelo de desenvolvimento mundial deveria ser revisto, prevendo uma distribuição sustentável dos recursos naturais e energéticos a todos os países e habitantes. No entanto, os modelos atuais de desenvolvimento, inclusive alguns ditos sustentáveis, estão baseados em modelos de mercado e este, por si só, não provê este tipo de distribuição democrática [Ref. 8, 11].

Para efeito da elaboração do modelo proposto nesta tese, entende-se que as questões econômicas, sociais, ambientais e políticas têm o mesmo peso na busca do desenvolvimento sustentável e que este deve ser atingido através de uma distribuição de responsabilidades que seja proporcional ao benefício obtido dos recursos.

2.3 Energia e Questões Sociais

As questões sociais têm uma ligação íntima com a energia, seja pelos impactos de sua ausência, seja pelos decorrentes de sua utilização.

A pobreza é manifestada pela inabilidade em se atingir um padrão mínimo necessário ao bem estar dos seres humanos, ressaltando-se: saúde, dignidade, auto-estima, saneamento, serviços médicos, educação e acesso à informação [Ref. 9]. Neste cenário, o acesso à energia, juntamente com o acesso a outros componentes da infra-estrutura, é um dos fatores fundamentais para diminuição da pobreza.

Apesar disso, 1.6 bilhão de pessoas não têm acesso à energia elétrica atualmente, sendo que, em 2030, espera-se que este número ainda seja de 1.4 bilhão. Hoje também, 2,4 bilhões de pessoas dependem de biomassa tradicional para aquecimento e calor, número este que deve aumentar para 2,6 bilhões em 2030. [Ref. 12]; O suprimento per capita de água potável está em declínio: hoje está 30% menor que há 25 anos. Com o crescimento populacional esperado em um cenário de manutenção do paradigma atual, estima-se que, nos próximos 25 anos, passe a ser 60% menor que há 25 anos [Ref. 11].

Estes números dão uma amostra da dificuldade que será enfrentada para diminuição da pobreza e aumento do acesso à energia, mostrando ainda que o modelo vigente de desenvolvimento não conduz, sob nenhum aspecto, à sustentabilidade.

Barreiras ao acesso adequado às formas modernas de energia implicam em diversos efeitos sociais e ambientais negativos. Um exemplo é o uso de energéticos menos modernos como a lenha no lugar do GLP. Embora o GLP seja um combustível fóssil, sua utilização, neste caso, poupa danos ambientais, uma vez que a lenha, como fruto de extrativismo, não é renovável e implica em desflorestamento. Além disso, o uso de lenha traz severos impactos sociais negativos, tais como:

- Intoxicação pela emissão de gases da madeira no ambiente domiciliar, incluindo material particulado, monóxido de carbono, entre centenas de outros que implicam em sérios danos à saúde [Ref. 9] - estima-se 2,5 milhões de mortes no mundo anualmente pelo uso de fogões a lenha. A maior parte dos afetados por este tipo de poluição são as mulheres e crianças.

- O tempo e esforços gastos na coleta deste tipo de energia privam as mulheres e crianças de tempo para estudar e melhorar suas condições econômicas, de saúde, nutrição etc. [Ref. 9].

Outros serviços, como iluminação, informação, refrigeração e outros, são melhores prestados, em termos de qualidade e eficiência, através da energia elétrica. Esta assume um papel preponderante no contexto de melhoria das condições de vida e diminuição da pobreza, pois a presença de tecnologia, informação e mesmo outros componentes da infra-estrutura, como transporte, educação, atividades produtivas, comércio etc. estão condicionados à sua presença [Ref. 6, 9, 13, 14]. Ressalta-se então que a presença de energia elétrica não é condição suficiente para que haja o desenvolvimento, mas é uma condição absolutamente necessária e sua provisão adequada deve, a todo o momento, levar em consideração este papel.

A provisão sustentável de energia deve atender a alguns atributos básicos tais como [Ref. 9]:

- Acessibilidade (em particular às mulheres, crianças e comunidades isoladas), que envolve disponibilidade e capacidade de obtenção deste recurso;
- Adequação local: disponibilidade, custos, qualidade requerida entre outros;
- Impactos ambientais, sociais e políticos.

Modelos que implicam em altos custos iniciais para conexão ou custos de manutenção muito altos reduzem a acessibilidade da energia e trazem consigo toda a gama de conseqüências da privação energética.

Dessa maneira, modelos que simplesmente internalizam custos ambientais e sociais elevam o custo da energia comercial e reduzem a acessibilidade pelas camadas mais pobres da sociedade. Este, em última instância, é um dos piores impactos sociais em que se poderia incorrer, pois pode conduzir, como no caso do uso da lenha em substituição ao GLP, a danos ambientais ainda piores [Ref. 9]. Dessa forma, a utilização de uma fonte não renovável para fomentar o desenvolvimento de uma localidade nem sempre implica em um desenvolvimento que não seja sustentável, pois ela, no momento correto, pode ser substituída por outra melhor, talvez renovável, uma vez que se disponha de condições sociais que garantam tal incremento de qualidade com concomitante garantia de acesso. Este fato pode ser notado nos países desenvolvidos, que têm, como forma de melhorar as condições ambientais, implementado programas de subsídios [Ref. 10, 11] e incentivos às fontes energéticas renováveis. Obviamente, o grau de desenvolvimento econômico e social dos mesmos permite que isso seja feito sem restrições ao acesso aos usos modernos da energia pelas suas populações. Para que haja acessibilidade a fontes mais caras e sofisticadas, deve-se ter *renda confiável* por parte da população, o que não é um fato concreto para a maioria da população mundial.

Para que a internalização de custos seja viável é necessário que esta sinalize, em primeira instância, o uso acima dos valores mínimos de subsistência, o que seria implementado somente naqueles países que já o ultrapassaram. Os recursos

excedentes desta internalização deveriam ainda financiar o acesso das mais pobres ao uso energético de qualidade.

Para o caso dos países em desenvolvimento, a internalização de custos poderia melhorar a competitividade das energias alternativas, por nivelar os custos por um valor mais alto, mas estes custos não poderiam incidir igualmente sobre todos os consumidores, a não ser que também ocorresse, ao mesmo tempo, um significativo e real esforço para redistribuição de renda, geração de empregos e valorização do trabalho. Caso contrário, melhora-se a vertente ambiental e piora-se a social, que poderá afetar a ambiental por outros meios, podendo desviar-se novamente do objetivo principal, que é a busca do desenvolvimento sustentável.

Não cabe aqui um detalhamento exaustivo das conseqüências da falta de acesso à energia elétrica à sociedade e ao meio ambiente, mas ressalta-se a importância de sua consideração em modelos de provisão energética como único meio de uma busca efetiva do desenvolvimento sustentável.

No modelo aqui proposto, todos os custos serão avaliados, mas a busca será guiada sempre pelo menor *custo completo* e pela satisfação total da demanda reprimida.

2.4 Energia e Questões Ambientais

As questões relativas à utilização da energia e seus impactos ambientais vêm sendo exaustivamente tratadas em diversas referências [Ref. 6, 8, 9, 11, 17, 18, 19, 20, 21,22, 23, 24]. Não é objetivo deste texto detalhá-las, mas apenas considerar sua inserção no processo de planejamento energético.

No entanto, os impactos no meio ambiente e na saúde humana, e a condição de vida das pessoas são os mais diversos [Ref. 6, 8] e não se pode conceber um modelo de desenvolvimento sustentável sem uma consideração efetiva destes aspectos na provisão de energia.

2.4.1 Energia Elétrica

Dentre os diferentes componentes da infra-estrutura, a energia elétrica é um dos que certamente apresenta a maior gama de impactos ao meio ambiente.

Considerando-se as diferentes formas de geração, vê-se que os impactos ao meio ambiente são diversos, de acordo com as particularidades de cada uma. Um detalhamento de cada caso foge ao escopo proposto pelo presente trabalho e tem sido exaustivamente abordado em diversas referências [Ref. 6, 17, 18, 20].

Historicamente, as questões ambientais têm sido tratadas *a posteriori*, ou seja, os empreendimentos energéticos têm sua análise de viabilidade técnica e econômica satisfeita e os impactos ambientais são um problema a ser tratado posteriormente. Este tipo de abordagem tem implicado em diversos problemas, não só ambientais, mas sociais e políticos, pois alternativas mais equilibradas sob estes aspectos não são plenamente consideradas no processo tradicional de planejamento.

Da mesma forma, visões simplistas e mal amparadas tecnicamente a respeito de preservação ambiental têm dificultado a realização de empreendimentos que poderiam significar ganhos nas dimensões social e mesmo ambiental, lembrando-se que não se pode simplesmente esquivar-se da geração e seus impactos e ainda assim contar com sua disponibilidade.

Neste sentido, a ausência de infra-estrutura energética pode se configurar como uma oportunidade ambiental para investidores, já que, num contexto como este, ele tem como compensar a população pelos impactos, ou seja, é possível definir-se ganho para os envolvidos no processo [Ref. 21]. Da mesma forma podem ser encarados os locais com índices saturados de emissões, que apresentam potencial de tradeoff, ou seja, de negociações que permitam substituir fontes emissoras existentes por outras que agregam mais valor econômico e ou social a uma determinada localidade.

É importante ainda que empreendimentos energéticos cujos impactos não sejam, de nenhuma forma, desejáveis, sejam rápida e facilmente identificados no processo de planejamento.

No modelo aqui proposto, o meio ambiente não é monetarizado, embora tome parte na avaliação dos recursos energéticos [Ref. 22, 23]. Essa monetarização, muitas vezes extremamente complexa, esbarra em discussões infindáveis, tanto no caso em que os danos são socializados, mas os benefícios econômicos são privados, como no caso oposto, quando se esperam benefícios sociais sem contrapartida para as empresas, no caso o lucro. Tal monetarização só seria efetiva, em termos de planejamento, se todos os danos e benefícios fossem quantitativamente conhecidos, monetarizados e mapeados em termos de quem eles afetam, direta e indiretamente. Além disso, os custos deveriam refletir a possibilidade de recomposição do dano, de forma que, em casos irreversíveis, o custo seria infinito.

Outro fator considerado nesta análise é a necessidade da sociedade de assumir sua parcela de responsabilidade pelo meio ambiente, ao entender que, se deseja ter a energia e seus serviços, é necessário arcar com os impactos e custos decorrentes de sua disponibilização.

A participação da sociedade no gerenciamento do meio ambiente é fundamental pois [Ref. 24]: uma das primeiras prioridades ambientais das populações, em particular as comunidades mais pobres, é a de proteger o local em que vivem e manejar os recursos sustentavelmente; as populações locais têm melhor conhecimento das especificidades regionais que os planejadores e representantes de outros setores da sociedade; o desenvolvimento de políticas e regulação ambientais tem resultado em pressões das populações por um meio ambiente mais limpo e seguro; por último, somente a descentralização pode assegurar que decisões tomadas pelas pessoas sejam suficientemente focadas no meio ambiente local a níveis aceitáveis de satisfação.

Ainda neste contexto, as comunidades locais são mais motivadas e habilitadas a trabalhar localmente; estão mais familiarizadas com as condições locais, culturas e tradições; gozam de confiança das populações locais e servem de intermediários entre estes e órgãos governamentais e agências externas; estão acostumados a projetos de menor porte.

Diante do exposto, o presente trabalho, ao considerar o meio ambiente na avaliação dos recursos procurará fazê-lo dentro de uma visão equilibrada das dimensões econômica, social, ambiental e políca, segundo uma abordagem regionalizada.

2.5 Energia e Questões Econômicas

Em termos econômicos, a energia se apresenta como parte de um mercado consolidado há décadas, onde investidores internacionais e nacionais têm pleno domínio na análise de mercado e viabilidade nos mais variados cenários ambientais institucionais e tecnológicos.

Em termos de mercado, principalmente o de eletricidade, a demanda é de previsão simples, com taxas de crescimento bem conhecidas. Em termos nacionais, a energia elétrica tem crescido a uma média aproximada de 4,5% aa.

Para a análise de viabilidade e riscos, o investidor dispõe dos mais diversos e modernos métodos, tais como Opções Reais, Simulações Multiagentes, Teoria de Jogos entre diversos outros. Estas metodologias encontram-se plenamente desenvolvidas e contam com ferramentas computacionais comerciais de ampla aplicação. No entanto, este tipo de análise é mais afeito à tomada de decisão segundo parâmetros de mercado e de características específicas do perfil de cada investidor: com apetite a riscos, conservador, com capacidade de alavancagem com recursos próprios, público, privado etc.. Entende-se que esta etapa de análise é posterior ao planejamento de longo de prazo, o qual deve, na visão aqui defendida, fornecer parâmetros que permitam ao investidor e tomadores de decisão identificar, de maneira prévia, as incertezas e fatores de riscos associados a opções de investimento em energia, sejam do ponto de vista tecnológico, sejam do político, social e ambiental entre outros.

Na presente proposta, os recursos energéticos, de oferta e demanda, serão analisados segundo seus custos econômicos, mas ponderados com os impactos sociais e ambientais resultantes de sua implementação [Ref. 17, 19]. No entanto, a ampliação do leque de variáveis consideradas no planejamento aqui proposto não inviabiliza a aplicação das técnicas consolidadas de análise econômica e de risco atualmente utilizadas. Neste sentido, apenas agrega-se mais valor a estas análises, por tratar de aspectos que, da mesma forma, afetam a viabilidade dos empreendimentos.

Dessa forma, o resultado de tal análise no processo de planejamento tem como objetivo fornecer um panorama completo dos recursos, além de seus custos

econômicos, permitindo ao investidor, segundo a metodologia que melhor lhe satisfaça, avaliar os custos, benefícios e riscos associados a cada recurso, para aquela determinada localidade ou, dependendo do tipo de análise, buscar a localidade que melhor se adapte à sua opção de investimento.

2.6 Considerações Finais

De acordo com o exposto, a despeito de divergências entre as definições sobre desenvolvimento sustentável, assume-se aqui como premissa básica de desenvolvimento sustentável, para efeito de disponibilização de energia, uma atuação que garanta a eqüidade entre as dimensões Econômica, Social e Ambiental ao longo do tempo e de acordo com a localidade considerada.

Conforme será apresentado em seguida, no Capítulo 3, é possível verificar que o enfoque do Planejamento Integrado de Recursos – PIR assenta-se, de forma intrínseca, na referida premissa, o que faz com que sua abordagem, devidamente expandida e complementada com inovações possa ser base o modelo aqui visualizado. Dessa maneira, este modelo, proposto no Capítulo 4, procurará, dentro de parâmetros factíveis, desenvolver-se em concordância com a premissa básica, procurando respeitar a necessidade imediata de disponibilidade de energia para desenvolvimento sem comprometimento da disponibilidade e acessibilidade futura desta por todos indivíduos da sociedade local e globalmente.

3 O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NA PROVISÃO SUSTENTÁVEL DE ENERGIA

3.1 Introdução

A provisão de energia elétrica, conforme visto anteriormente, implica em diversos impactos no meio ambiente e na atividade socioeconômica, seja pela forma de sua disponibilização, seja pela sua carência.

A complexidade com que a disponibilização de energia se apresenta atualmente, não permite concebê-la sem um processo prévio de planejamento que envolva toda a cadeia produtiva do setor energético: produção, transporte, distribuição e consumo.

O planejamento tradicional [Ref. 26] tem-se focado na provisão de energia através de métodos e técnicas de previsão de carga e sua relação com a oferta. O objetivo de tais análises é, grosso modo, a verificação das quantidades necessárias do energético, a identificação das alternativas tecnicamente viáveis para seu suprimento e a busca da alternativa que apresente o melhor custo efetivo de implantação e operação. Nesta abordagem, os impactos nos meios ambiental e social são tratados de forma anexa e com menor grau de profundidade que as questões técnicas e econômicas, conforme mencionado anteriormente no Capítulo 1.

Da mesma maneira que os problemas e impactos das alternativas analisadas no processo de planejamento não entram como ponderadores na escolha da melhor alternativa, oportunidades sociais e ambientais destas mesmas alternativas são perdidas, e corre-se, com isso, o risco de se levar adiante alternativas que, de fato, não são as melhores [Ref. 5, 14]. Este tipo de abordagem tem trazido sérios problemas para a disponibilização de energia, pois não se adapta à uma sociedade civil organizada e participativa, com capacidade para exigir um desempenho social satisfatório e a concomitante preservação ambiental dos empreendimentos de qualquer natureza.

Recentemente no Brasil, no ano de 2001, a ausência de um processo de planejamento mais amplo conduziu a uma situação de racionamento energético com sérias

implicações sobre a atividade socioeconômica do país, havendo estimativas de queda de 1,5 ponto percentual no PIB como decorrência deste evento. Pode-se afirmar que a falha teve origem na ausência de um planejamento mais efetivo pelo fato de que a escassez de água nos reservatórios hidrelétricos era conhecida e demandava soluções urgentes para sua regularização. A solução visualizada, a geração termelétrica de grande porte a partir do gás natural, encontrou diversas barreiras em aspectos não considerados em estudos tradicionais de planejamento, tais como as questões cambiais, que encareceram o combustível e comprometeram a viabilidade de venda da energia a ser vendida; os entraves ambientais no licenciamento dos empreendimentos; a falta de conhecimentos do lado da demanda; a falta de confiança dos investidores em um modelo incompleto e com vícios de uma visão "presunçosa" do setor energético, com relação à sua capacidade, seu poder e suas limitações.

O objetivo do modelo de Integração de Recursos como parte do Planejamento Integrado de Recursos é de, diferentemente do planejamento tradicional, incorporar as dimensões social, ambiental e política na seleção e avaliação de alternativas energéticas durante o processo de planejamento, minimizando a ocorrência de situações desta natureza.

Espera-se, dessa forma, proceder-se a uma escolha de alternativas que minimize os seus respectivos *custos completos* e conduza a uma solução final mais equilibrada em termos econômicos, sociais e ambientais. O modelo sugerido apresenta abertura suficiente para incluir, sem maiores dificuldades, como parte desse processo, a vertente política das alternativas, a qual, se incluída na análise, poderá melhorar a aceitabilidade dos projetos escolhidos [Ref. 5].

A seguir, tem-se a descrição do estado da arte do PIR com ênfase aos desenvolvimentos procedidos pelo Grupo de Energia do Departamento de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – GEPEA que, conforme mencionado anteriormente, vem ampliando e aprimorando a metodologia do PIR. Neste sentido, esta tese representa parte importante da construção, ampliação e consolidação metodológica do PIR, por incorporar a este esforço um modelo de integração de recursos, que compõe um primeiro esforço na sistematização desta importante etapa do PIR.

3.2 Planejamento Integrado de Recursos – PIR

3.2.1 Desenvolvimentos Recentes do Planejamento Integrado de Recursos - PIR

O Planejamento Integrado de Recursos é uma metodologia de planejamento energético que procura analisar as fontes energéticas e suas respectivas viabilidades de implantação segundo uma visão integrada e mais abrangente que a preconizada pelo planejamento tradicional. Inicialmente, seu objetivo principal era o de inserir a consideração dos recursos de demanda no mesmo grau de importância dos recursos de oferta [Ref. 27].

Neste contexto, surgiu e evoluiu o Gerenciamento do Lado da Demanda – GLD, hoje já bastante conhecido no setor elétrico. O GLD tem como características principais o uso racional e eficiente e a conservação de energia através da atuação direta nos usos finais e hábitos de uso. A energia economizada, por já estar gerada, transmitida e distribuída apresentaria diversas vantagens, econômicas, sociais e ambientais em relação à inserção de uma nova fonte de energia [Ref. 28]. Dessa forma, esta energia gerenciada é vista no PIR como um recurso, equivalente aos recursos de suprimento e, através de sua utilização, poder-se-ia: postergar investimentos no setor energético e seus conseqüentes impactos ambientais; atender parte do crescimento da demanda e ainda poupar recursos naturais, tudo isso a um custo mais baixo que o da geração. Mas a realidade do setor energético, cada vez mais voltado ao mercado, e à ênfase nos ganhos empresariais se mostrou diferente das previsões iniciais e, neste contexto, diversos programas de GLD se mostraram de pouca atratividade econômica para o investidor privado [Ref. 29], que via a economia de energia como um fator contrário à realização de o seu negócio principal, a venda de energia. Como o PIR tinha como linha mestra a inserção dos recursos do lado da demanda, e muitos destes vinham se mostrando de viabilidade duvidosa, esta metodologia teve sua validade questionada na segunda metade dos anos 90 [Ref. 4], período no qual a metodologia do PIR passou por um processo de adaptação bastante disperso, segundo diversos países e instituições. Neste processo, segundo cada intervenção e as necessidades específicas de cada agente, foram introduzidas novas abordagens ambientais, de participação da sociedade, de busca de menor custo, de eliminação de fontes fósseis etc., porém, sem que houvesse uma busca de uma metodologia única. Além disso, grande parte das

metodologias foi desenvolvida por empresas privadas, que atuam em mercados competitivos e, por esta razão, não as disponibilizam para consulta.

Estes fatos apontam para a necessidade de desenvolvimento de uma metodologia de PIR aberta à consulta e adaptada a condições menos específicas de aplicação, atendendo, dessa maneira, às necessidades de planejamento brasileiras, com mercados plenamente consolidados e, ao mesmo tempo, com milhões de cidadãos à margem dos mesmos.

Este desenvolvimento certamente tiraria proveito das diversas experiências, de sucesso ou não, cuidando sempre de introduzir ou adaptar funções de forma compatível com a realidade brasileira.

Neste sentido, considera-se importante apresentar exemplos significativos de aplicação do PIR, e ressaltar a diversidade de ambientes regulatórios e de modelos institucionais onde tem sido aplicado, o que é feito a seguir:

- Planejamento Integrado de Recursos nas Companhias de Produção e Distribuição da Áustria 2003- A E.V.A Austrian Energy Agency define que o propósito do PIR é proporcionar tanto aos usuários residenciais quanto aos industriais um serviço de energia elétrica a um custo efetivo que garanta um uso economicamente adequado dos recursos. - [Ref. 30, 39];

- Fundação Polonesa Para Eficiência Energética (FEWE) 2003- A FEWE recebe o apoio do governo polonês, assim como de países europeus como França, Holanda, Dinamarca, Áustria, Grã-Bretanha, Alemanha e organizações internacionais. A Fundação promoveu o conceito do PIR através de manuais, planos e projetos pilotos de demanda energética para cidades de pequeno porte e comunidades rurais [Ref. 4, 31];

- Planejamento Integrado de Energia do Ministério Peruano de Energia – 2001 - Fundacion Bariloche envolve o desenvolvimento de uma análise integrada de energia para o Ministério Peruano de Energia usando o software LEAP – Long range Energy Alternative Planning [Ref. 32];

- Planejamento Integrado de Recursos na Malásia 2000-2002 – O governo da Dinamarca, juntamente com uma empresa de consultoria, têm ajudado o governo da Malásia a conduzir um processo de planejamento energético e ambiental integrados. O projeto pretende analisar os custos, impactos ambientais e implicações da energia de políticas energéticas de longo prazo [Ref. 32];

- Plano de Ação multiagentes Action para Rhode Island (EUA United States Environmental Protection Agency 2001-2002, Department of Environmental Management (DEM) do Estado de Rhode Island). O processo irá envolver agentes de comunidades locais incluindo representantes da indústria, concessionárias de energia elétrica e gás [Ref. 32];

- Incorporação de Considerações Ambientais no Planejamento Energético da China. National Environmental Protection Agency of China (NEPA) trabalhando com o UNEP – United Nations Environmental Programme Collaborating Centre on Energy and Environment 1994-1995. Estudo de longo prazo para cenários energético-ambientais para China [Ref. 32];

- Planejamento Integrado de Recursos da PACIFICORP 2003 – EUA. O propósito do Planejamento Integrado de Recursos da PacifiCorp é prover um melhor balizamento para planejar as ações futuras assegurando-se uma provisão de energia elétrica segura e de menor custo a seus clientes. O PIR foi desenvolvido com envolvimento público considerável de grupos de interesse de clientes, reguladores e outros envolvidos-interessados. O Plano está disponível para o público [Ref. 33];

- Plano Integrado de Recursos 2002 – Idaho Power Company -EUA – Este Plano é o sexto plano integrado de recursos da Idaho Power Company, preparado para cumprir as exigências do regulador seguindo as diretrizes estabelecidas pela Comissão Pública de Concessionárias de Idaho e pela Comissão Pública de Concessionárias do Oregon. As duas metas primárias do Plano Integrado de Recursos são: manter a habilidade de Poder de Idaho para atender confiavelmente a demanda crescente no

período de 10 anos; assegurar que os recursos selecionados sejam de melhor custo efetivo, baixo risco e atendam a demanda dos consumidores. O plano encontra-se disponível [Ref. 34];

- Planejamento Integrado de Recursos do Estado da Carolina do Sul, 2003 – EUA – O Escritório de Energia da Carolina do Sul exige das empresas que atuam no estado a elaboração de PIRs. As empresas que devem atender a esta exigência são: Carolina Power & Light, Company, Duke Power Company, Lockhart Power Company, South Carolina Electric & Gás, Santee Coope [Ref. 35];

- No estado de Minesota – EUA 2003, o PIR é considerado no estabelecimento de políticas públicas que priorizam energias renováveis no processo de planejamento, onde se proíbe as concessionárias de investir em geração não-renovável, sem que haja demonstração prévia de inviabilidade de energias renováveis [Ref. 36].

No Brasil, em termos de aplicação, pode-se citar o PIR da CEMIG [Ref. 37], o único realizado no Brasil. Há também a proposta de estudo chamada de PIR de Manaus. Além destes, estudos metodológicos vêm sendo realizados em diversas instituições de ensino superior e institutos de pesquisa, como é o caso da metodologia desenvolvida no GEPEA [Ref. 4, 27, 38, 39, 40].

Esta ampliação do escopo do PIR pretende, dentro dos moldes atuais do mercado de energia, apresentar um modelo que ofereça um plano preferencial de alternativas energéticas que sejam avaliadas de uma forma mais abrangente que no planejamento tradicional, sem, no entanto, se tornarem de pouca atratividade ou descoladas da realidade econômica do setor. A partir daqui, para facilitar o desenvolvimento do texto, ao referir-se a PIR, está-se mencionando a metodologia desenvolvida no âmbito do GEPEA, que será descrita a seguir.

3.2.2 Descrição do PIR

Como premissas principais para o desenvolvimento do PIR, ressalta-se a busca do desenvolvimento sustentável, avaliando-se os benefícios e impactos de ordem

econômica, social, ambiental e política decorrentes da provisão (ou não) de energia. Além da consideração destes aspectos, levou-se em consideração a necessidade da participação da sociedade no processo.

Sendo assim, podem-se identificar como elementos principais desta metodologia:

- Caráter participativo da sociedade: O principal elemento que distancia o PIR do planejamento tradicional é justamente a consideração dos chamados Envolvidos-Interessados (En_In). Através da participação qualificada destes, busca-se considerar e tratar diversos problemas de ordem social e ambiental relacionados à provisão de energia, conforme os já mencionados no Capítulo 2. Os envolvidos-interessados, discutidos adiante, compreendem todos aqueles que se interessem, sejam beneficiários ou afetados pelos desdobramentos do processo de planejamento energético [Ref. 38];

- Atendimento da demanda a menor *custo completo*: Por *custo completo* entende-se o somatório de custos ambientais, sociais, econômicos e políticos de cada alternativa energética, lembrando que o PIR considera todas as alternativas possíveis para uma região [Ref. 4, 17,19];

- Os recursos de demanda continuam entrando na análise com o mesmo peso que os recursos de oferta, sem que este seja o único diferencial da metodologia do PIR em relação à tradicional.

A premissa de atender ao cenário atual do setor elétrico se baseia na nova realidade, nem sempre aceita pelos próprios agentes, em que este setor encontra-se inserido: de restrições ambientais severas, com participação ativa da sociedade e de necessidade de melhoria dos níveis sociais brasileiros, inclusive como forma de amenizar as pressões ambientais e viabilizar soluções de maior custo econômico, mas de grandes benefícios sociais e ambientais.

Diante desta realidade, análises voltadas à busca do menor custo, baseadas apenas em metodologias de análise de viabilidade econômica, por mais sofisticadas que sejam, não atendem à necessidade que o investidor tem de decidir ou não por

determinada alternativa, seja ele privado ou público. São inúmeros os exemplos recentes, inclusive no Brasil, de empreendimentos inviáveis, a despeito de análises de viabilidade financeira favoráveis [Ref. 42]. Oposição de setores mobilizados da sociedade, entidades de classe, ONGs e outros, sejam por motivos de preservação ambiental, saúde pública, ou apenas questões políticas, criaram cenários de inviabilidade para diversos empreendimentos. Estes elementos não podem mais deixar de ser considerados na provisão de energia, nem podem ser abordados como problemas de gerenciamento posterior à escolha e implantação dos empreendimentos energéticos, sob risco de perdas substanciais de tempo e capital [Ref. 5].

A proposta atual do PIR é de fornecer uma alternativa que tenha sido elaborada com a participação ampla da sociedade e possua mapeados os impactos, benefícios e riscos das diversas alternativas energéticas (oferta e demanda) de determinada localidade ou região. Este mapeamento completo oferece a todos, com destaque ao investidor, uma visão clara de benefícios e impactos de cada alternativa, permitindo uma avaliação mais clara de riscos e oportunidades em cada região em cada momento considerado: curto, médio e longo prazos.

Com esta abordagem, pretende-se ir além do encarecimento de alternativas pela simples contabilização de externalidades. Pretende-se, ao contrário, oferecer à sociedade a possibilidade de escolher, entre diversas alternativas, aquela que lhe ofereça a melhor combinação de impactos e benefícios, ou seja, o menor *custo completo*. Esta abordagem faz com que a sociedade assuma sua responsabilidade diante dos impactos da provisão de energia, mediante o desejo e necessidade de gozar de seus benefícios [Ref. 42]. Em um modelo de desenvolvimento sustentável isto é amplamente desejável, pois ninguém pode eximir-se da responsabilidade de assumir os impactos decorrentes de suas próprias necessidades. Entende-se que o modelo de se gerar impactos em localidades distantes, de onde se usufrui os benefícios do empreendimento, afasta-se do desenvolvimento sustentável, pois divide, de forma injusta, impactos e benefícios, tais como a construção de hidrelétricas de grande porte para alimentar cargas (regiões) distantes, da forma como vem sendo aplicado tradicionalmente. Projetos deste tipo, no entanto, também poderiam ser tratados pelo processo aqui proposto, certamente com maiores dificuldades de realização, por compreender Envolvidos-Interessados com realidades

bem diferentes, nas regiões de geração e de consumo e ao longo das linhas de transmissão. Tal enfoque permitiria a integração sustentável de projetos locais com projetos regionais e internacionais [Ref. 91]. Cada qual deve, dentro do possível, assumir as conseqüências dos impactos que suas necessidades demandem, ou participar de um acordo no qual as responsabilidades sejam determinadas e divididas com vistas ao bem comum. Neste sentido, projetos considerados de maior custo econômico, para atendimento de padrões ambientais e sociais mais estritos, podem, na realidade, estar apenas incorporando custos que anteriormente recairiam sobre determinadas parcelas de Envolvidos-Interessados.

Neste sentido, reforça-se a importância da premissa metodológica do PIR de inserção de todos os Envolvidos-Interessados. Em um processo de planejamento tradicional, a questão local de diferenciação entre benefícios e impactos desaparece em meio à satisfação de critérios puramente técnicos e econômicos e seus respectivos impactos.

No PIR, ao se introduzir a participação dos En_In, problemas desta natureza ficam evidenciados, pois aqueles que arcarão com os impactos afetarão a avaliação das opções energéticas disponíveis e, conseqüentemente, influenciarão o *custo completo* das mesmas.

Dessa forma, o PIR vai além da abordagem tradicional de planejamento na medida em que [Ref. 41]:

- Avalia *todas* as opções de oferta e demanda com vistas à satisfação das necessidades energéticas da atividade socioeconômica;
- Considera como menor custo o mix de impactos sociais, ambientais, econômicos e políticos (positivos, negativos e neutros), sem, no entanto, invalidar a aplicação de metodologias consolidadas de avaliação econômica e de risco;
- Tem caráter participativo;
- Oferece um plano ajustado às demandas e possibilidades de âmbito regional, consideradas em um espectro abrangente e que é capaz de se

adaptar às incertezas e ajustes que respondam a modificações de circunstâncias ao longo do tempo.

A seguir, para pronta referência e orientação de raciocínio, é apresentado um resumo da metodologia do PIR.

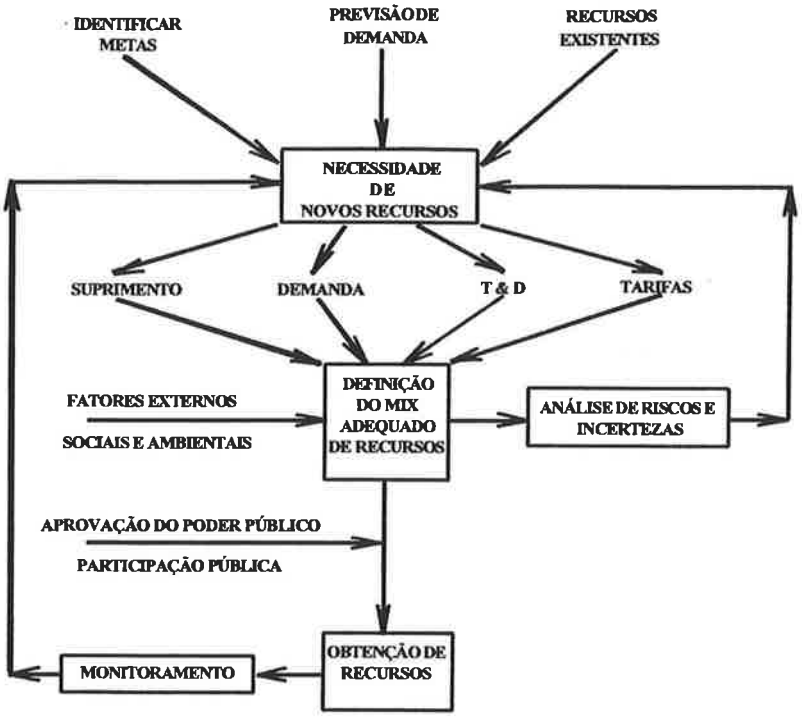
3.2.3 Metodologia do PIR

O PIR é um processo de planejamento que busca a melhor alocação de recursos ao longo do tempo e da geografia, valendo-se, além de todos os recursos de oferta, do uso racional e eficiente e da conservação da energia como recursos energéticos e da participação ativa da sociedade na determinação dos objetivos deste processo de planejamento. A abordagem busca, a todo o momento, a adequação social, ambiental, econômica e política do plano final proposto, de forma a manter-se em acordo com os princípios do desenvolvimento sustentável. Para um maior detalhamento da metodologia do PIR remete-se às referências [Ref. 38, 39, 40, 41, 42].

No processo de desenvolvimento do PIR, são integrados diversos elementos, tais como:

- Recursos de *Oferta* e *Demanda;*
- Aspectos *Sociais*, *Ambientais, Econômicose Políticos* na avaliação de tais recursos;
- As *questões locacionais e temporais;*
- Todos os Envolvidos-Interessados.

A Figura 3.1 permite uma visão esquemática do planejamento integrado de recursos energéticos no âmbito do setor elétrico.



Fonte: Udaeta [Ref. 38]

Figura 3.1: Identificação e Avaliação dos Recursos de Suprimento

O Planejamento Integrado de Recursos Energéticos para o Setor Elétrico é um processo flexível, que deve ser avaliado de acordo com o tempo e adaptado à geografia da região de estudo. Na medida em que um agente desenvolve o PIR, este lhe permite conhecer profunda e extensivamente os recursos de que dispõe e a possibilidade de usá-los no momento e também no local em que se manifestem mais eficientes e de menor custo.

Para isto, há necessidade de se estabelecer uma base harmônica de dados de todos os recursos energéticos de oferta e de demanda disponíveis, sistematizando-os de tal forma a prover às entidades públicas, privadas, mistas e outros envolvidos, as informações necessárias para atuar com mais embasamento, na realidade de mercado competitivo da Indústria Energética.

A partir desta base abrangente de dados, cada recurso de oferta e demanda passa a estar bem caracterizado, permitindo a composição das chamadas *carteiras de recursos* individuais.

De conhecimento de cada uma destas carteiras, podem ser integrados os recursos de oferta e demanda através da metodologia de Avaliação dos Custos Completos - ACC, melhor detalhada no ANEXO A1 e no Capítulo 4. A ACC avalia e classifica os recursos segundo os critérios Econômico, Social e Ambiental com pesos iguais, e valores atribuídos a cada categoria de impacto. A atribuição de valores geralmente é feita por especialistas de cada área, e pelos Envolvidos-Interessados – En_In.

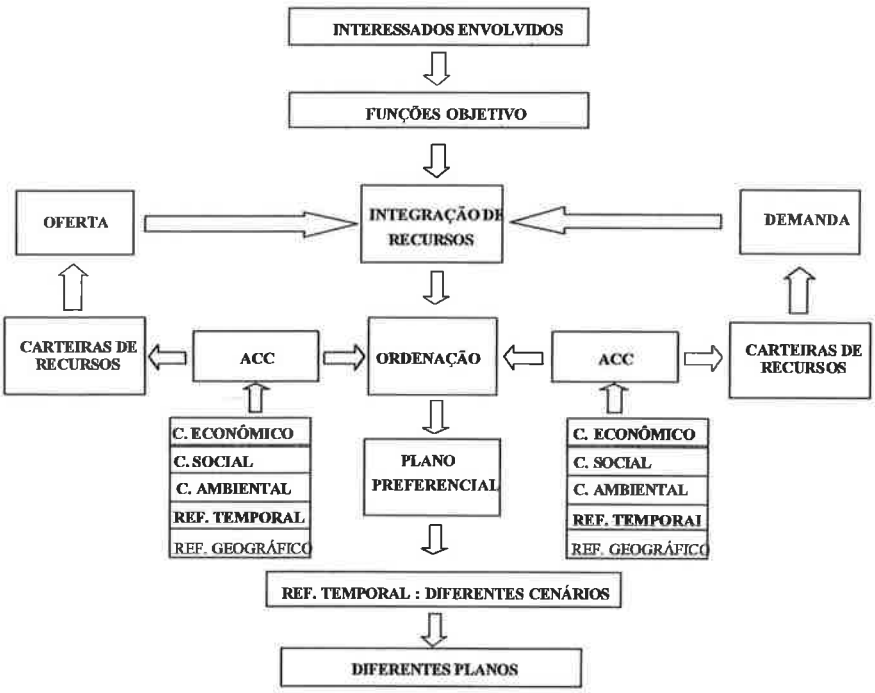
A quantificação dos impactos é facilitada pela elaboração prévia dos inventários.

Com a ACC efetuada, pode-se, a partir de uma nota atribuída a cada recurso em comparação com os demais, proceder-se a uma ordenação destes recursos, compondo uma carteira global.

A participação dos Envolvidos-Interessados se concretiza na composição de critérios utilizados na ACC (a qual determinará o desempenho de cada alternativa) e na composição de Funções Multiobjetivo – FMO, descritas adiante. A satisfação destas Funções Multiobjetivo guiará a elaboração de um plano preferencial ao longo do tempo, que, em última instância é o produto final do PIR.

O processo de Integração de Recursos do PIR é está apresentado, de maneira simplificada, na Figura 3.2 a seguir.

O modelamento deste processo é o objeto desta tese, com o intuito de cumprir esta etapa de desenvolvimento metodológico do PIR.



Fonte própria

Figura 3.2: Processo de Integração no PIR

3.4.3.1 Caracterização Geográfica da Região de Estudo - Inventário

Inicialmente, como balizador do processo de integração dos recursos energéticos, é necessário que se proceda a um mapeamento das características geográficas da região de estudo, abrangendo os aspectos físicos, com destaque aos recursos naturais e sócio-econômicos, estabelecendo uma base de referência consistente que inclui informações passadas e presentes.

Devem-se mapear as condições socioeconômicas e ambientais que formarão parte de um inventário regional de recursos naturais e sócio-econômicos. Tal inventário deverá:

- Identificar, qualificar e quantificar os recursos, apresentando o mapeamento geográfico que mostre como determinados empreendimentos ou ações na demanda podem ser viáveis ou não em função de sua localização;

- Quantificar e qualificar o estado de preservação, apresentando a quantificação do quanto ainda é possível ou não utilizá-los em termos de impactos;

- Mostrar as possibilidades de tradeoffs[1] entre os agentes, no caso de recursos já esgotados.

- Caracterizar a atividade socieconômica recente e suas relações com a energia

Este inventário auxilia no estabelecimento de critérios que serão utilizados para avaliar os recursos segundo a análise dos custos completos. Em termos de implementação do plano estabelecido pelo PIR, a existência de um inventário como este facilitaria o processo de licenciamento dos empreendimentos e a identificação e resolução prévia de possíveis conflitos de interesses dos diversos agentes da sociedade.

Como caracterização de recursos naturais pode-se exemplificar:

- Recursos hídricos: caracterização quanto a condições atuais e futuras das águas, quanto à qualidade e disponibilidade, conflitos nos usos múltiplos etc.;

- Recursos Aéreos: caracterização das condições do ar da região de estudo, suporte a emissões além dos níveis atuais, se estas podem ser alteradas de forma a acomodar outra fonte emissora etc.;

- Recursos terrestres: caracterização quanto a condições atuais e futuras dos solos quanto à preservação e ocupação, valor monetário, etc.;

---

[1] Como Trade-offs entende-se aqui a possibilidade de gerenciamento de impactos através de negociação entre emissores. Por exemplo, uma nova termelétrica a gás, impedida de atuar por limites de emissões, poderia pagar para que uma a óleo da mesma região reduza sua produção e libere um montante de emissões equivalente ao que necessita para atuar.

- Recursos energéticos (ventos, gás natural, petróleo, biomassa etc.): caracterização quanto à disponibilidade, possibilidade de atendimento à demanda, impactos etc..

- Usos finais e indicadores de eficiência, hábitos de uso etc.

O mesmo tipo de caracterização regional deverá ser feito para os parâmetros socioeconômicos.

3.4.3.2 Carteira de Recursos

Segundo a metodologia do PIR, devem-se compor carteiras de recursos, cujo objetivo principal é o gerenciamento prévio de riscos e benefícios, permitindo a escolha da melhor alternativa com os melhores benefícios e menores custos e riscos, de forma a garantir a disponibilidade energética.

Serão então compostas carteiras de cada recurso de oferta e demanda e, posteriormente, carteiras para os recursos já integrados.

As carteiras de recursos devem:

- Responder a necessidade de energia tanto para satisfação de necessidades básicas quanto para crescimento sustentável da atividade socioeconômica;

- Avaliar todos os recursos de Oferta e Demanda com pesos iguais compondo um mix que satisfaça as Funções Multiobjetivo dos Envolvidos-Interessados, incluindo o atendimento total da demanda prevista ao longo do tempo. A consideração de recursos de demanda na carteira global afetará o montante de demanda previsto para o planejamento da expansão da oferta, reduzindo investimentos e melhorando o desempenho ambiental e deverá implicar na revisão da demanda futura prevista;

- Manter os *custos completos* da energia elétrica tão baixos quanto o possível;

- Ter a flexibilidade de se adaptarem às incertezas inerentes ao processo de planejamento: rejeições sociais, novas tecnologias, mudanças de paradigma etc..

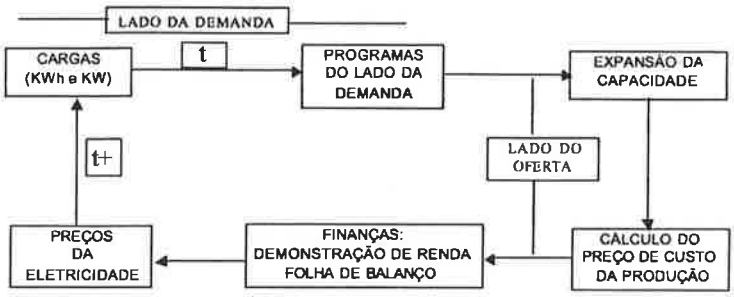
Sua elaboração envolve análises como, por exemplo:

- Custos efetivos completos
- Custos e disponibilidade regional de recursos, considerando-se todas as possíveis alternativas;
- Planos de desenvolvimento de determinados recursos ou localidades;
- Regulação;
- Evolução e o desenvolvimento da previsão da carga;
- Identificação de um consumo sustentável de referência, dentre outros.

A partir das carteiras individuais de recursos, elabora-se uma carteira composta de recursos integrados, que apresentará a classificação de todos os recursos possíveis para o horizonte de planejamento em questão, segundo a aplicação da ACC, conforme já mencionado. A carteira composta fornece parte dos subsídios necessários à elaboração do plano preferencial de recursos para a região.

Este processo de comparação dos recursos compondo a carteira de recursos composta é de fundamental importância no processo de elaboração do plano preferencial, conforme será visto adiante.

A seguir, na Figura 3.3, tem-se um diagrama ilustrativo do processo de integração de recursos de oferta e demanda.



Fonte: Udaeta, [Ref. 38]

Figura 3.3: Diagrama de Integração Oferta e Demanda

3.4.3.3 Participação dos Envolvidos-Interessados e as Funções Multiobjetivo

O caráter participativo do PIR se dá pela inserção dos Envolvidos-Interessados En_In, conforme já mencionado.

Como Envolvidos-Interessados entendem-se todos os beneficiados, prejudicados e apenas interessados pelo processo de provisão da energia, ONGs, entidades de classe, investidores, governos de diversas instâncias, população local etc., enfim, toda a parcela da sociedade que seja afetada ou interessada por aquele processo de planejamento e seus desdobramentos.

Tais En_In participariam do processo em aspectos tais como:

- A determinação das Funções Multiobjetivo - FMO, ou metas do planejamento;
- A composição dos critérios de avaliação da ACC - Econômico, Político, Social e Ambiental;
- Seus interesses como beneficiários e ou afetados do processo.

A metodologia do PIR procurará então uma relação entre perdas e ganhos dos En_In de forma que o saldo final seja positivo para a maior parte deles. Isto deverá ser resultado, principalmente, da integração dos recursos e da determinação e cumprimento das Funções Multiobjetivo – FMO. Como exemplos de FMO, que podem compor carteiras do PIR, podem-se citar, dentre muitas outras:

- Minimizar requisitos de renda, custos de capital, ou a tarifa média da eletricidade;
- Garantir margens de reserva adequadas e a capacidade para satisfazer o crescimento da carga – Qualidade; Manter taxas de retorno financeiras dos investidores;
- Reduzir ou Compensar os efeitos ambientais da produção de energia elétrica – Tradeoff;
- Eliminar a demanda reprimida etc..

O caráter participativo, porém não decisório, na elaboração destas FMO garante maior aceitabilidade do empreendimento, minimizando riscos de ordem social e política [Ref. 5, 14].

3.4.3.4 Elaboração do Plano Preferencial

A partir do conhecimento detalhado dos recursos energéticos disponíveis, já integrados em uma carteira composta e das demandas elencadas nas Funções Multiobjetivo, pode-se estabelecer o Plano Preferencial de Recursos para a região de Estudo.

Propõe-se nesta tese que, a partir das Funções Multiobjetivo, se estabeleça a relação de compromisso entre os aspectos Econômicos, Sociais, Ambientais e Políticos que se pretende assumir no atendimento das mesmas. Simplificadamente, se as Funções multiobjetivo de determinada região apontam para preservação ambiental como meta principal, dever-se-ia procurar os recursos que, além de apresentarem o menor custo, o façam segundo o menor impacto ambiental.

Dessa maneira, inúmeras possibilidades de recursos de menor custo completo podem ser obtidas, pelas diferentes combinações e pesos que podem ser atribuídos aos critérios econômico, social e ambiental.

Por último, espera-se como resultado do processo de PIR, a apresentação de um plano preferencial abrangente e flexível ao longo do tempo, elaborado com a participação de todos os envolvidos, que seja capaz de responder às metas e

necessidades energéticas de determinada localidade e de atender a parâmetros e critérios condizentes com o desenvolvimento sustentável. Isto, através de uma avaliação técnica de recursos que seja elaborada de forma indissociada dos aspectos sociais e ambientais, ou seja a Avaliação dos Custos Completos.

A presente tese insere-se neste contexto, procurando apresentar um possível detalhamento do processo de integração que satisfaça um planejamento orientado ao desenvolvimento sustentável.

3.3 Considerações Finais

Ressalta-se que as metodologias que consideram a provisão de energia, com vistas ao desenvolvimento sustentável, são várias e se encontram em constante desenvolvimento.

O modelo de Integração de Recursos, apresentado no Capítulo 4 a seguir, é parte deste processo e insere-se como expansão e inovação na metodologia de PIR aqui apresentada.

Ademais, ressalta-se que a falta de planejamento com visão integrada tem sido um dos pontos críticos da satisfação das necessidades energérticas, em especial a eletricidade, implicando em impactos de ordem ambiental e social diversos, seja por implementação de infra-estruturas mal planejadas, seja pela não implantação de outras extremamente necessárias.

Neste contexto, pretende-se contribuir com um modelo passível de aplicação e que colabore no desenvolvimento de abordagens voltadas para minimização da problemática de incluir externalidades no escopo do planejamento e não a posteriori.

4 A INTEGRAÇÃO DE RECURSOS

4.1 Introdução

O Planejamento Integrado de Recursos é composto de diversas etapas, sendo a Integração de Recursos de fundamental importância, pois é nela que serão identificadas e tratadas como elementos efetivos de planejamento as dimensões econômica, social, ambiental e política da disponibilização de energia, a participação da sociedade, representada pelos chamados Envolvidos-Interessados e a consideração dos recursos de demanda. No entanto, embora já prevista na metodologia básica do PIR comentada sucintamente no Capítulo 3, esta etapa não havia sido realizada até então.

Neste sentido, a presente tese tem como principal contribuição preencher de forma organizada esta etapa metodológica do Planejamento Integrado de Recursos, propondo um modelo de integração de recursos que considera os elementos citados anteriormente.

O objetivo deste modelo é fornecer os recursos avaliados e classificados já distribuídos ao longo do tempo, dentro do horizonte de planejamento desejado. Esta distribuição temporal e quantitativa dos recursos energéticos é o que se chama de Plano Preferencial que, em resumo, é o produto de um processo de PIR como suporte ao processo de tomada de decisão.

Em termos de resultados, espera-se fornecer ao tomador de decisão, subsídios para uma disponibilização de energia com o menor custo completo, ou seja, custo que considera, de forma equilibrada, as vertentes social, ambiental, social e política das alternativas energéticas.

Essa consideração não é uma tarefa simples, principalmente quando realizada sob as premissas descritas anteriormente no Capítulo 3. Tais premissas, tratadas adiante, distanciam o PIR do processo tradicional de planejamento pois uma abordagem deste tipo pode, a priori, minimizar riscos ambientais e sociais através de um processo de escolha de alternativas que já considera, intrinsecamente, tais condicionantes.

Obviamente, uma proposta desta natureza requer experimentação para burilamento do modelo, no entanto, a realidade do setor elétrico, de altos custos e convivência com riscos provenientes de externalidades econômicas, sociais, ambientais e políticas, justifica iniciar-se o empreendimento de tal esforço.

Outro aspecto é que, muitas vezes, a consideração das externalidades implica na utilização de parâmetros e critérios fundamentalmente subjetivos. Se por um lado esta subjetividade não é desejável em um processo de planejamento que tradicionalmente trata de elementos quantitativos, por outro ela traz a tona o risco envolvido neste mesmo processo. Quanto maior o grau de subjetividade a que determinada opção de planejamento estiver submetida, maior o risco envolvido em sua implementação, uma vez que a maioria dos Envolvidos-Interessados afetados pelo processo de planejamento são não-técnicos e avaliarão a situação subjetivamente. Dessa forma, ao trazer a subjetividade envolvida na avaliação de alternativas energéticas para o âmbito do processo de planejamento, principalmente através da Avaliação Custos Completos – ACC e da própria Integração de Recursos, o processo do PIR tende a explicitar, de maneira prévia, as dificuldades ou oportunidades associadas ao conjunto Localidade/Envolvidos-Interessados/Recurso_Energético. Além disso, o conhecimento de tais subjetividades presentes em determinada localidade permite que se estabeleça um plano para conscientização e esclarecimento dos envolvidos, aumentando a aceitabilidade da execução do plano em questão [Ref. 5].

Como uma forma de balizar este empreendimento inicial, procedeu-se a um estudo de caso no Capítulo 5, como forma de validação, ainda que em um escopo restrito, do modelo aqui proposto.

4.2 Modelo de Integração

4.2.1 Descrição

O modelo de Integração, para que se preste ao desenvolvimento de um planejamento com as características do PIR, deverá, conforme mencionado, contemplar as vertentes básicas do desenvolvimento sustentável, de forma equilibrada e simultânea.

Dessa maneira, sua consecução envolverá a consideração dos aspectos Econômicos, Sociais e Ambientais da disponibilização de energia, todos os Envolvidos-Interessados e a consideração dos recursos de demanda.

Estas considerações envolvem dados e aspectos de natureza diversa e, por isso, foram agrupados em etapas conforme sua afinidade.

O processo de Integração de Recursos aqui proposto pode ser descrito segundo 9 (nove) etapas principais:

Etapa 1: Mapeamento Regional, onde são levantados os dados (históricos e atuais) sociais, econômicos, ambientais e de infra-estrutura da região de estudo. Também são identificados e alistados aspectos dos usos múltiplos dos recursos naturais.

O objetivo principal desta etapa é possibilitar a identificação de potencialidades e limitações relativas ao planejamento energético de determinada localidade.

Etapa 2: Determinação de Recursos e Demandas Regionais, no qual são levantados e sistematizados dados referentes a todo tipo de demanda regional que possa influenciar o processo de planejamento energético e de desenvolvimento regional. Para tanto, são utilizadas técnicas já consolidadas de previsão da demanda.

É também na Etapa 2 que os recursos energéticos, tanto de oferta como de demanda, serão caracterizados segundo seus aspectos técnicos e de impactos sociais, ambientais e políticos.

Dessa forma, ter-se-á, ao final da Etapa 2 uma quantificação das demandas usual e reprimida e também uma caracterização detalhada dos recursos energéticos possíveis para a região.

Etapa 3: Participação dos Envolvidos-Interessados - En_In, que envolve a aplicação de metodologias para levantamento e participação dos Envolvidos-Interessados no processo de planejamento.

Como resultado desta etapa, ter-se-á a identificação de metas e objetivos dos En_In, bem como parâmetros balizadores da ACC - Avaliação dos Custos Completos.

Etapa 4: Determinação de Critérios e Elementos de Análise, que envolverá a identificação das Funções Multiobjetivo - FMO mais importantes e seu tratamento para inserção como elemento de análise do processo de planejamento. Além de identificar as FMO iniciais, esta etapa envolve a identificação da "evolução" destas FMO ao longo do tempo, através da repetição da Etapa 3, quando necessário.

Dessa maneira, como resultado da Etapa 4 ter-se-á a caracterização das Funções Multiobjetivo em cada intervalo considerado e a determinação de parâmetros para realização da ACC e balizamento da Integração de Recursos em si.

Etapa 5: Avaliação dos Custos Completos - ACC, que envolve a aplicação da metodologia de ACC. Como resultado desta etapa, ter-se-á uma classificação dos recursos energéticos disponíveis na região segundo os critérios econômico, social e ambiental, compostos de diversos elementos de análise, conforme o grau de refinamento que se queira, mas sempre refletindo as prioridades dos Envolvidos-Interessados do processo.

Etapa 6: Alocação Temporal de Recursos para o Plano Preferencial, que envolve a busca, dentre os recursos classificados na ACC e segundo condicionantes identificados na Etapa 4, do melhor mix de recursos em cada intervalo de discretização do período de planejamento.

Como resultado desta etapa ter-se-á o Plano Preferencial do momento considerado (i).

Etapa 7: Composição de Cenários, se compõe da realização de estudos de cenários para o Plano Preferencial do momento (i) realizado na Etapa 6.

Como resultado da Etapa 7 ter-se-ão as condições energéticas e ambientais para o momento i+1. Estes dados serão utilizados para atualizar uma nova iteração do processo.

Etapa 8: Análise Socioeconômica do Plano, que se refere a análises suplementares às realizadas na Etapa 7, de forma a abranger a consideração da dinâmica socioeconômica do plano.

Etapa 9: Iterações, nesta etapa serão analisados os aspectos mais relevantes a serem considerados no processo iterativo de composição do Plano Preferencial. Nela também serão explicitadas as premissas adotadas para este processo.

O processo de Integração de Recursos estará completo ao se concluir as n iterações segundo o número n com o qual se discretizou o período de planejamento desejado.

O Plano Preferencial Final será composto dos n Planos Preferenciais resultantes da Etapa 6 em suas sucessivas iterações definidas na Etapa 9. Em cada iteração ocorrerá a criação de um plano para o momento considerado, resultado de um "corte vertical" no período de planejamento, conferindo maior profundidade ao método. Em suma, para cada corte haverá uma condição regional específica, um conjunto de Funções Multiobjetivo, uma classificação de recursos pela ACC e um plano preferencial. As Etapas 7 e 8 qualificarão os resultados possíveis da aplicação deste Plano Preferencial e, através da prospecção de cenários e análises do processo iterativo, alimentarão o início do processo.

Esse processo de realimentação visa garantir um grau de compatibilidade das opções escolhidas em cada momento com o plano inicial de longo prazo, que tem a pretensão de ser sustentável.

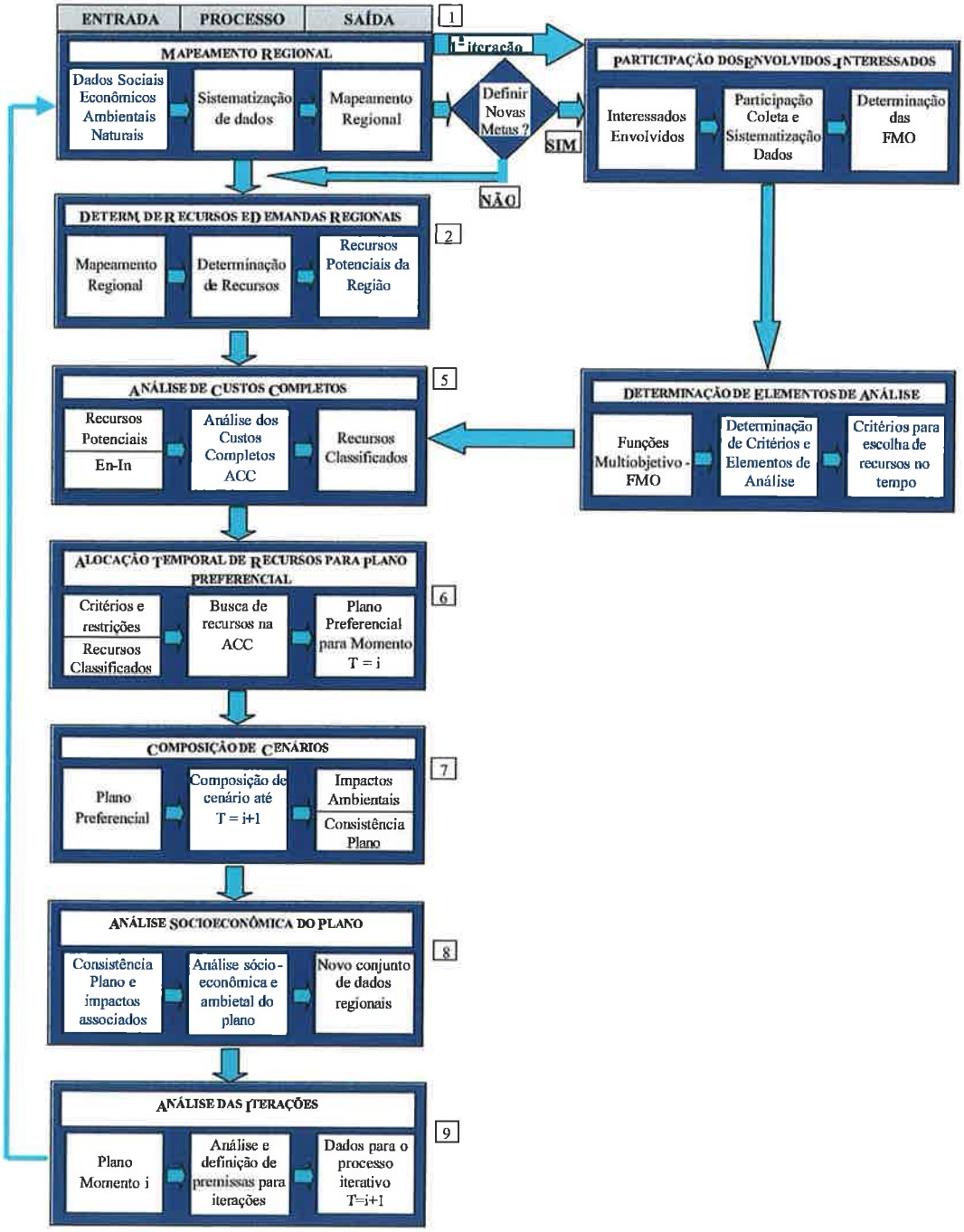
Dessa forma, as opções que impliquem em grandes impactos limitarão a continuidade desta política nos passos subseqüentes do plano.

Esse processo difere essencialmente do processo tradicional de planejamento uma vez que a alteração das condições ambientais e sociais das opções energéticas consideradas é computada em intervalos menores que o horizonte de planejamento e, dessa forma, alteram os parâmetros e possibilidades de escolha de alternativas na próxima iteração.

A seguir, na Figura 4.1, tem-se um diagrama simplificado do processo seguido de um melhor detalhamento do escopo de cada Etapa.

Os blocos do diagrama representam etapas distintas, compostas por entradas-processos-saídas, de forma a caracterizar o aspecto tratado e o processo pelo qual isso é feito em cada etapa.

O inter-relacionamento das etapas compõe o processo de integração, sendo que estas, segundo sua natureza, se relacionam de maneiras e por ferramentas distintas.



Fonte própria

Figura 4.1: Diagrama Ilustrativo do Processo de Integração

A seguir, tem-se um detalhamento das etapas e seus respectivos detalhamentos.

4.2.2 Detalhamento das Etapas de Integração

De acordo com o diagrama da Figura 4.1, tem-se, a seguir, um maior detalhamento de cada etapa através de exemplos de dados, ferramentas utilizadas e saídas possíveis. Os exemplos utilizados são ilustrativos e, obviamente, não têm a intenção de representar a totalidade de dados possíveis e ferramental disponível, uma vez que uma coleta deste tipo diz respeito à elaboração concreta de um processo de planejamento integrado aplicado a uma localidade e com objetivo específico.

4.4.3.1 Etapa 1: Mapeamento Regional

O mapeamento regional é de fundamental importância no processo da Integração de Recursos, uma vez que é dele que se depreendem os dados e características particulares da região de estudo, além de fornecer subsídios à etapa de participação dos Envolvidos-Interessados na Etapa 3.

Inicialmente, para composição da Etapa 1, deverão ser coletados os dados históricos de caráter geográfico: dados sociais, econômicos, de infra-estrutura, ambientais e naturais da região ou regiões que se pretende estudar. Estes dados devem ser sistematizados convenientemente em um banco de dados, para sua melhor utilização.

Ressalta-se que dados desta natureza já são utilizados na sistemática tradicional de planejamento energético, mas sua influência no processo reflete-se de forma menos abrangente que no PIR, restringindo-se, de forma mais contundente, à demanda projetada e sua evolução. No Planejamento Integrado de Recursos, a consideração dos aspectos social e ambiental como balizadores da escolha dos recursos, aumenta a importância e influência dos dados regionais.

A seguir, têm-se exemplos de dados que devem ser tratados nesta etapa. Um resumo de dados mínimos pode ser visto no Apêndice 1, que reproduz uma sugestão de dados para um processo de PIR segundo a empresa canadense Ontário Hydro [Ref. 43,44], que faz uso da metodologia de PIR em seu processo de planejamento empresarial.

A) Dados Sociais

Os dados sociais têm um papel fundamental na análise de um planejamento integrado de recursos, pois caracterizam a região quanto à suas necessidades, carências, potencialidades, dificuldades etc., além de permitirem uma melhor tipificação dos Envolvidos-Interessados - En_In.

Além disso, a possível alteração de indicadores relacionados com estes dados, como resultado de um processo de planejamento integrado, permitirá verificar o sucesso ou não do mesmo, realimentando e aprimorando planos futuros.

Embora inicialmente a tarefa de caracterização social possa representar um esforço adicional significativo para o processo de planejamento, uma vez iniciada sua realização, o monitoramento dos resultados sociais decorrentes da implantação do plano energético fica facilitado, permitindo ajustes e redirecionamentos ao longo do plano. Essa é uma das características fundamentais do PIR, a flexibilidade ao longo do tempo.

Neste sentido, sempre que pertinente, devem-se estabelecer parâmetros ideais para cada índice levantado, de forma a melhor caracterizar a região e se estabelecer metas de caráter social. Por exemplo, no caso do levantamento da taxa de analfabetismo, o seu ideal é, de maneira óbvia, resultar igual a zero e, dessa forma, pode-se medir a distância que a região está da meta ideal.

Exemplos de Dados Sociais:

- População: número de habitantes, Crescimento Populacional;
- Mortalidade Infantil: Crianças por mil;
- Taxa de Natalidade;
- Expectativa de vida ao nascer;
- Grau de escolaridade;
- Taxa de Analfabetismo;
- Taxa de Desemprego;
- Etc..

B) Dados Econômicos

Os dados econômicos possuem importância mais evidente, uma vez que não há processo de planejamento, tradicional ou não, que possa abrir mão da análise de dados desta natureza.

O levantamento de dados e índices econômicos facilita a identificação de potenciais de desenvolvimento regional, demandas reprimidas de energia e infra-estrutura e ainda a pré-identificação de problemas ambientais (uso e ocupação do solo, emissões de efluentes, usos múltiplos etc.).

No processo de planejamento em questão, os dados econômicos servirão não apenas como balizadores da evolução da demanda, mas também como balizadores da tarifa energética viável e, posteriormente, como parâmetro de sucesso ou não do desenvolvimento energético da região.

Exemplos de Dados Econômicos:

- Produto Interno Bruto: por setor da economia, PIB per capita;
- Atividades econômicas preponderantes e respectivos ganhos;
- Perfil da distribuição de renda.

C) Dados da Infra-estrutura Regional

Os dados de infra-estrutura são importantes para balizar o desenvolvimento regional que se pode esperar através do desenvolvimento energético. Isto porque a presença de energia, embora necessária, não é condição suficiente para o desenvolvimento de uma região e as expectativas devem ser moderadas pela presença ou não de infra-estrutura adicional adequada para o desenvolvimento.

Existem diversos componentes da infra-estrutura que podem ser considerados no escopo de um planejamento com vistas ao desenvolvimento de determinada região, mas identificam-se como sendo os mais representativos: **Energia Elétrica, Telecomunicações, Transporte, Água e Saneamento Básico**. Tais componentes são responsáveis por mais de 90% dos investimentos feitos no setor pelos países em desenvolvimento [Ref. 45] e o PIR deve avaliar a sinergia entre estes. Isto porque,

uma vez que se busca a satisfação de necessidades de uma região, dependendo do grau de desenvolvimento desta, pode haver lapsos de infra-estrutura que precisam ser considerados pelo PIR em sua previsão de demanda e expectativa de desenvolvimento.

Elementos relacionados à disponibilização de energia e infra-estrutura no contexto do planejamento energético têm sido tratados em outros trabalhos, como, por exemplo a [Ref. 14].

Adiante, têm-se alguns exemplos de dados de infra-estrutura regional. Esta infra-estrutura é caracterizada pela quantidade disponível, pela capacidade instalada, pelo percentual de cobertura, pelos custos de implantação e utilização e pela disponibilidade ociosa, que permite identificar a capacidade de atendimento ao crescimento da demanda sem investimentos adicionais.

Exemplos de Dados de Infra-estrutura Regional:

- Energia Elétrica: Rede elétrica (km e MVA), Linhas de Transmissão (km e MVA), Recursos de Geração (MVA, MWh) etc.;
- Petróleo e Gás Natural: Refinarias (m^3/dia), Gasodutos e Oleodutos (m^3/dia e km), Gás Natural Liqüefeito, Gás Natural Comprimido etc.;
- Transporte: Transporte público (ônibus a gás, Diesel, Trem, Metrô, Embarcações), Veículos leves (Álcool, Automóveis Gasolina, Híbridos), Veículos pesados, Trens de carga, Cabotagem etc.;
- Saúde: médicos residentes por habitantes, número de hospitais e leitos, prontos-socorros, postos de saúde etc.;
- Educação: Número de escolas e vagas de primeiro, segundo e terceiro graus;
- Saneamento e água: cobertura de água potável, coleta de esgotos, tratamento de esgotos etc.;

- Telecomunicações: telefones por habitantes, telefones públicos, cobertura de rede celular etc..

D) Dados do Meio Ambiente

O meio ambiente tem, ao lado das dimensões social, política e econômica, papel determinante na realização de um Planejamento Integrado de Recursos, conforme já mencionado.

Os dados sobre o meio ambiente referem-se, inicialmente, à caracterização da região estudada quanto às concentrações de poluentes em cada um de seus meios: atmosférico, terrestre e aquático. Este tipo de caracterização é fundamental, pois representa um potencial para admissão de pequenas emissões em regiões com melhor qualidade ambiental e imposição de barreira em regiões saturadas. Ressalta-se que o potencial para emissões em uma região pouco impactada refere-se à possibilidade de utilização de fontes emissoras cujo resultado final esteja em concordância estrita com as normas e valores máximos aceitáveis para preservação ambiental e da saúde pública.

Como os poluentes possuem diversas variáveis, estes deverão ser tratados separadamente em uma caracterização própria. Uma referência interessante para os poluentes e suas respectivas concentrações máximas admissíveis conforme o meio que impactam é o DECRETO ESTADUAL N° 8.468, DE 8 DE SETEMBRO DE 1976 - SÃO PAULO que Aprova o Regulamento da Lei n° 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. Neste decreto encontram-se listados todos os poluentes mais significativos com suas concentrações máximas, bem como a classificação dos recursos naturais em função de seu grau de preservação [Ref. 46].

Exemplo de Dados do Meio Ambiente Aéreo:

- Tipos de Poluentes presentes e respectivas concentrações etc.;
- Enquadramento do corpo atingido segundo a concentração de poluentes.

Exemplo de Dados do Meio Ambiente Terrestre:

- Área desmatada;
- Caracterização de vegetação nativa;
- Tipos de poluentes encontrados e respectivas concentrações;
- Presença de ecossistemas ameaçados;
- Enquadramento do corpo atingido segundo a concentração de poluentes etc..

Exemplo de Dados do Meio Ambiente Aquático:

- Tipos de poluentes encontrados e respectivas concentrações;
- Vazões e disponibilidade de água;
- Assoreamento;
- Enquadramento do corpo atingido segundo a concentração de poluentes etc..

Exemplo de Caracterização de Poluentes:

Para cada poluente, segundo a sua incidência em cada meio que atinja:

- Concentração máxima permitida;
- Emissões máximas permitidas por intervalo de tempo: por hora, dia ano;
- Máximos para cada enquadramento do meio quanto à sua qualidade etc..

Outra questão fundamental é a dos usos múltiplos dos recursos naturais os quais, dentro do possível, deverão ser conciliados já no processo de planejamento e não tratados como um problema a ser resolvido posteriormente. Dada a complexidade deste tema, os usos múltiplos deverão ter tratamento à parte, pois se relacionam com os aspectos não só ambientais, mas sociais e econômicos da utilização dos recursos naturais.

E) Usos Múltiplos

Os usos múltiplos referem-se fundamentalmente aos usos concorrentes ou não que se faz de um mesmo recurso natural. Dessa forma, a análise das sinergias entre os componentes da infra-estrutura que se relacionam com o recurso natural estudado dá um indicativo dos possíveis usos múltiplos e se sua natureza tenderá a ser cooperativa ou concorrencial [Ref. 14].

Assim sendo, diversos componentes da infra-estrutura, de acordo com características próprias de construção e estruturas associadas, podem conectar-se entre si através de um único empreendimento, seja na construção ou na operação.

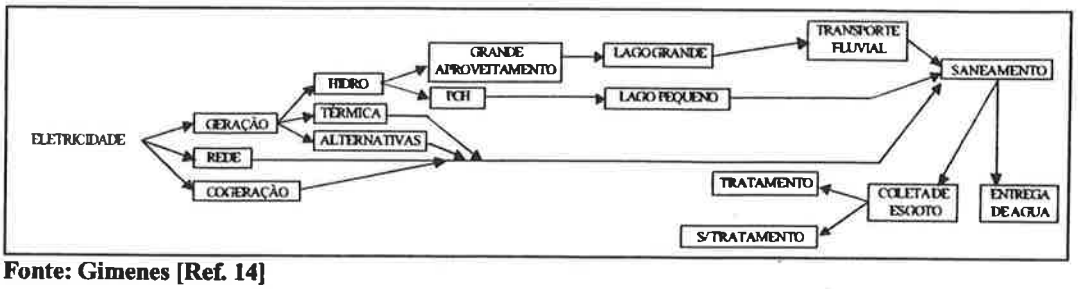
A *sinergia construtiva* se apresenta nos casos em que a estrutura necessária para um determinado empreendimento é a mesma, ou então proporciona condições para construção de outro empreendimento. Como exemplo tem-se o caso em que, de acordo com as condições geográficas locais, barragens de hidrelétricas proporcionam a navegabilidade de rios, mediante a inclusão de eclusas no projeto.

A *sinergia operativa* pode se dar através de compatibilização de diferentes usos de recursos ou estruturas comuns a diferentes componentes.

Por exemplo, o uso da água represada (para geração hidrelétrica) para abastecimento da população e irrigação (saneamento), controle de enchentes etc. [Ref. 47, 48] .

A sinergia operativa refere-se também à possibilidade de um mesmo empreendedor administrar e operar dois ou mais componentes da infra-estrutura.

A seguir, como exemplo, é apresentado um diagrama simplificado de sinergia (construtiva e operativa) entre os componentes da infra-estrutura a partir da geração de energia elétrica (vide Figura 4.2).



Fonte: Gimenes [Ref. 14]

Figura 4.2: Exemplo de Sinergia a Partir da Eletricidade

A partir destas sinergias e outras podem-se identificar oportunidades conjuntas de implantação e ou operação [Ref. 14] e também identificar-se os usos múltiplos e possíveis conflitos de interesses.

F) Dados de Recursos Naturais

Os dados sobre recursos naturais regionais procuram identificar potencialidades da região, de forma independente de sua viabilidade técnico-econômica atual. Ressalta-se a importância de se reconhecer que a inviabilidade atual não deve excluir a caracterização de determinados potenciais, uma vez que este panorama de inviabilidade pode ser alterado ao longo do horizonte de planejamento.

A quantificação da disponibilidade remanescente do recurso considerado será atualizada conforme se estabeleça, no pano preferencial, quais os energéticos e respectivas quantidades deverão ser alocados em cada período de tempo, para atendimento da demanda. Estes deverão ser analisados em função de seu potencial, percentual de utilização já implantado e utilização múltipla, custo atual e futuro, dentre outros.

Exemplos de Caracterização de Recursos Naturais:

- Potencial hidrelétrico (MW MWh);
- Abastecimento de água (m^3/h);
- Gás natural (m^3/dia)
- Petróleo (m^3/dia);

- Biomassa (tep) etc..

Como resultado da Etapa 1, tem-se uma visão qualitativa e quantitativa abrangente da região quanto aos aspectos sociais, econômicos, ambientais e respectivas potencialidades e limitações.

De posse do mapeamento regional, passa-se à Etapa 2.

4.4.3.2 Etapa 2: Determinação de Recursos e Demandas Regionais

Na Etapa 2 podem-se identificar recursos e demandas para a região. Esta etapa tem como processo apenas a determinação quantitativa de recursos para identificação de disponibilidades, demandas e potenciais regionais.

O correto levantamento de dados que caracterizam a região em suas dimensões econômica, social, ambiental, natural e de infra-estrutura, por si só, permite a identificação e quantificação de diversas necessidades locais. Outras necessidades deverão ser identificadas em pesquisas específicas junto aos Envolvidos-Interessados En_In.

O objetivo desta etapa é quantificar potenciais e sua disponibilidade, bem como seu acesso pelos Envolvidos-Interessados - En_In. Dessa forma, pode-se verificar a distribuição de recursos, as demandas reprimidas e a capacidade que a região tem de supri-las. As demandas deverão ser caracterizadas em função de seu crescimento percentual anual, percentual de cobertura do mercado, custo atual e futuro, dentre outros.

Exemplos de infra-estrutura para levantamento de potenciais e demandas reprimidas:

- Energia elétrica;
- Água potável;
- Derivados de petróleo;
- GLP;
- Transporte;

- Hospitais;
- Escolas;
- Empregos etc..

A partir de dados como PIB per capita, crescimento populacional, % de cobertura elétrica e de saneamento básico etc., é possível, através de técnicas já consolidadas do setor elétrico e de infra-estrutura, estimar-se a demanda de energia elétrica, água potável, saneamento etc. segundo seu crescimento usual.

A demanda total será o somatório das demandas reprimidas e usuais em cada caso. Entende-se aqui como demanda elétrica reprimida, aquela resultante de consumidores não conectados à rede e àquela resultante de análises que mostrem que, dentre os conectados, nem todos tenham atingido um mínimo satisfatório de consumo [Ref. 18].

Além de mostrar os recursos presentes na região, nesta etapa é necessário que se proceda a uma caracterização técnica completa dos recursos disponíveis.

Essa caracterização se dará em função dos recursos naturais demandados pelas tecnologias de utilização dos recursos energéticos, ou seja, pela carga ambiental e social de cada tecnologia de geração, ditadas por características técnicas e pelas energias primárias e infra-estrutura que cada uma demande.

Os valores das características técnicas dos recursos disponíveis, bem como das demandas calculadas, vão determinar, em etapa posterior, a alocação temporal destes na composição do plano preferencial.

A caracterização dos recursos energéticos envolve a determinação da evolução esperada dos custos dos recursos ao longo do tempo e, dessa forma, recursos que hoje são considerados inviáveis, podem deixar de sê-lo futuramente e vice-versa.

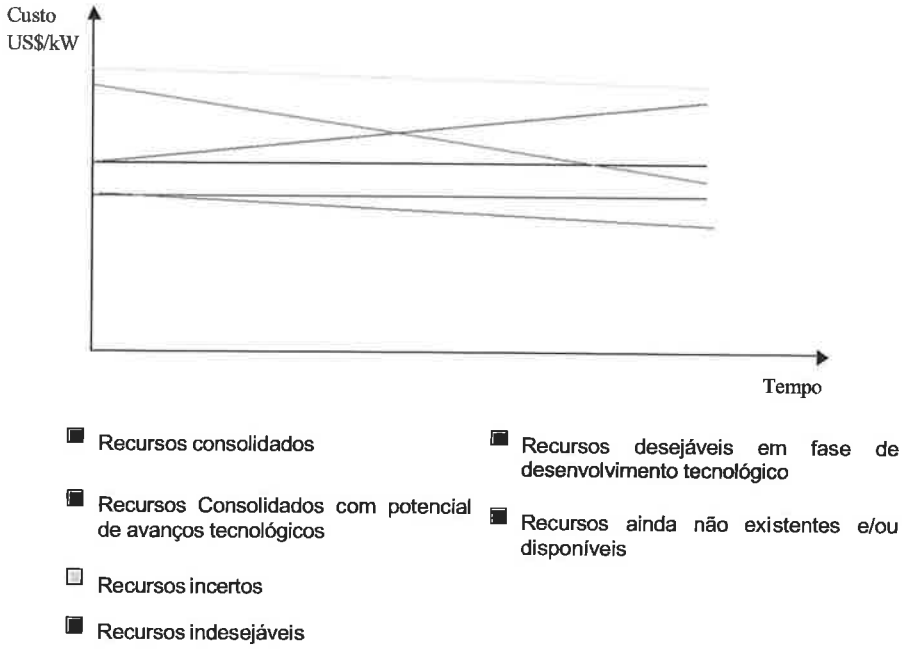
Como parte da fundamentação do PIR, os recursos de demanda, ou de Gerenciamento pelo Lado da Demanda, são considerados recursos energéticos e devem ser considerados com a mesma importância relativa dos recursos de oferta. Por isso, os mesmos já devem ser caracterizados nesta etapa.

Exemplos de Caracterização Técnica de Recursos Energéticos (para cada recurso, no mínimo os seguintes dados deverão ser conhecidos):

- Emissões de efluentes aéreos, terrestres e aquáticos por unidade de energia produzida;
- Custos de instalação (US$/kW);
- Custos de Operação e Manutenção (US$/kWh);
- Recursos naturais demandados: (l de água/h), (m^3 de gás/kWh) etc.;
- Tecnologias disponíveis;
- Intervalo comercial de capacidade disponível (kW): mínimos e máximos disponíveis comercialmente;
- Tempo de construção;
- Outros.

Para caracterização dos custos de instalação, deverão ser estimadas funções de evolução dos mesmos segundo o grau de maturação da tecnologia e as perspectivas evolutivas das mesmas.

A seguir, na Figura 4.3, tem-se um exemplo de possíveis classificações de recursos e suas respectivas evoluções de custos.



Fonte própria

Figura 4.3: Exemplo de Evolução de Custos por Tecnologia

No caso dos custos de energia, o mesmo deverá ser feito, levando-se em consideração as diversas variáveis que podem influenciar a evolução de custos da geração de energia: custos de combustíveis, da tecnologia, cobrança pelo uso da água, disponibilidade local, da melhoria da eficácia, subsídios, créditos de carbono via MDL etc.

A composição da evolução de custos envolve diversas incertezas, porém, para as tecnologias conhecidas, verifica-se que previsões de evolução de custos têm sido usadas com bons resultados, sendo encontradas em diversos trabalhos [Ref. 9, 49, 50].

Além da caracterização técnica dos recursos, é interessante a identificação de sinergias e pontos comuns entre os mesmos, de forma a se poderem identificar inter-relações entre eles. Como exemplo pode-se citar a substituição de combustíveis para satisfação de uma mesma necessiade energética como forma de satisfação de uma carteira do PIR.

A caracterização técnica dos recursos de oferta é plenamente consolidada e, na elaboração de um PIR, deve-se valer da vasta bibliografia sobre o assunto, além de informações disponibilizadas pelos fabricantes. Como exemplos destacam-se as [Ref. 51, 52, 53, 54]. Porém cabe reforçar que no caso da decisão pela implementação de um determinado recurso, haverá a avaliação econômico-financeira efetiva do mesmo.

4.4.3.3 Etapa 3: Participação dos Envolvidos-Interessados

A Etapa 3 busca modelar, sob mais de um processo, a participação dos Envolvidos-Interessados - En_In e a concomitante identificação preliminar das funções multiobjetivo que estes demandem.

Os processos para participação dos En_In podem ser audiências públicas, oficinas de PIR conduzidos por especialistas da entidade responsável pelo PIR, questionários de opinião, pesquisas de campo etc..

Obviamente, antes de se determinar qual o processo mais adequado de abordagem, os En_In precisam ser devidamente identificados e listados, o que é feito dentro do mapeamento regional. Isto posto, o método de participação mais adequado é identificado e aplicado.

Seja qual for o método escolhido, este deverá contemplar o levantamento de requerimentos e anseios dos En_In (locais ou não), bem como o custo completo que estes estão dispostos a assumir para ter energia. Obviamente, esta não é uma tarefa simples e, ao longo do processo de planejamento, uma abordagem possível é de realização de diversas etapas de participação dos En_In. Inicialmente, é interessante levantar-se os objetivos e necessidades para o horizonte de planejamento pretendido.

É nesta etapa também que se identificam opiniões de outros especialistas, além dos que fazem o PIR, com conhecimento locale global para cada dimensão da sustentabilidade, além dos demais En_In, para composição das valorações a serem utilizadas na Avaliação dos Custos Completos.

A partir deste levantamento, as necessidades e demandas pertinentes levantadas anteriormente serão agregadas e comporão o que foi aqui chamado de Funções Multiobjetivo - FMO. Serão levadas em consideração aquelas que, segundo uma

curva normal ou outro tratamento estratégico mais apropriado, representarem a maioria mais efetiva das necessidades e requerimentos identificados junto aos En_In.

Como exemplo de Funções Multiobjetivo possíveis podem-se citar:

- Atender demanda usual de energia elétrica;
- Atender demanda reprimida de energia elétrica: setor residencial, industrial, comercial e agropecuário;
- Atender demanda reprimida por determinados serviços energéticos: iluminação, refrigeração, força motriz etc.;
- Manter a qualidade do ar;
- Melhorar a qualidade do ar;
- Preservar mata virgem;
- Maximizar o lucro do acionista;
- Fomentar turismo etc..

Vê-se facilmente que as possibilidades são inúmeras, mas, de maneira geral, pode-se escolher objetivos mais representativos de uma localidade, através de uma coleta e sistematização adequadas de dados e participação constante e organizada dos En_In.

Além disso, nesta etapa pode-se também identificar ***critérios circunstanciais*** como:

- Incentivos fiscais a determinadas ações ou recursos energéticos;
- Necessidade do poder local de atingir metas sociais;
- Atuação de um investidor interessado em produzir energia elétrica na região;
- Questões de paradigma que afetam o resultado empresarial, ambiental ou social dos recursos energéticos locais;
- Programas específicos de Governo;

- Questões regulatórias e setoriais etc..

Tais critérios têm papel preponderante na determinação do melhor mix de recursos, mas, em função de suas características voláteis e incertezas inerentes ao longo do horizonte de planejamento e também de sua circunstancialidade, entende-se aqui que são melhores integradas ao plano segundo uma abordagem caso a caso.

O resultado desta etapa é de suma importância para o processo de integração, haja vista que a participação dos Envolvidos-Interessados - En_In é um dos elementos que diferencia o PIR do processo de planejamento tradicional. A falta de uma correta sistemática de envolvimento dos En_In tem trazido problemas como o encarecimento e até a inviabilização de projetos de infra-estrutura e de disponibilização de energia, conforme já mencionado [Ref. 5, 55].

Além do caráter qualitativo, esta etapa tem importância pela sua influência quantitativa em todo o processo, ao fornecer dados para elaboração da ACC e determinar a identificação dos objetivos do planejamento a que se refere.

A elaboração da Etapa 3 poderá ser repetida a qualquer momento durante o processo de planejamento conforme se julguem necessários ajustes quanto requerimentos dos En_In e objetivos do planejamento.

Após a conclusão da Etapa 3 passa-se a Etapa 4, de Determinação de Critérios e Elementos de Análise.

4.4.3.4 Etapa 4: Determinação de Critérios e Elementos de Análise

Na Etapa 3, os dados referentes aos objetivos são, por vezes, de natureza subjetiva e descritiva. No entanto, para que possam tomar parte em um processo sistematizado de planejamento, essa subjetividade deve ser restringida e os objetivos modelados de forma a se tornarem parâmetros efetivos do processo.

Dessa maneira, na Etapa 4, as Funções Multiobjetivo - FMO coletadas na Etapa 3 são analisadas e tratadas de forma a se estabelecer elementos objetivos de análise. Esta etapa envolve a complexidade de se extrair das FMO, algumas de caráter lingüístico, critérios, restrições e parâmetros concretos de análise. Ressalta-se no

entanto que, atualmente, dispõe-se de uma grande quantidade de métodos e ferramentas computacionais para tratamento de variáveis com estas características [Ref. 56, 57] conforme mencionado adiante no item 4.4.3.6.

Inicialmente, determinadas funções serão de caracterização evidente, como a demanda energética em sua multiplicidade:

- Demanda usual: MW e MWh anuais a partir de taxas de crescimento do mercado;
- Demanda reprimida: já calculada na Etapa 2 em função da cobertura elétrica e dos kWh/capita.

No entanto, funções menos objetivas, como preservação de mata virgem, fomento ao ecoturismo etc., vão requerer do analista um maior grau de esforço para sua caracterização, mas este poderá se referir aos parâmetros de mapeamento regional para composição de variáveis concretas de análise.

A determinação das Funções Multiobjetivo - FMO traz consigo, dentre outros, a consideração temporal e econômica do plano desejado. A consideração destes elementos representa um fator complicador do processo, pois deve trazer elementos que permitam dizer a ordem em que os recursos energéticos devem ser alocados ao longo do horizonte de tempo e da abrangência geográfica do planejamento.

Um desafio na definição de metas e objetivos de um planejamento se refere justamente à possível evolução destes no tempo, o que será um elemento fundamental na elaboração da Etapa 6. Uma possibilidade é de se procurar definir a priori as possíveis evoluções nas metas e objetivos. Uma outra abordagem, mais conveniente para períodos maiores de planejamento, se refere à redefinição de metas de planejamento através participação continuada dos Envolvidos-Interessados - En_In. Prevendo esta necessidade, há no diagrama de integração um condicionante para verificar, a cada novo período de discretização do planejamento, se haverá revisão ou redefinição de metas e objetivos, sendo que, na primeira iteração, a realização da Etapa 3 é obrigatória.

A evolução detalhada das metas e objetivos afetará os parâmetros da ACC e a própria condução da Integração de Recursos, que dependem dos En_In, bem como as restrições com que os recursos serão analisados. Como o processo proposto se repete a cada período de discretização, essa evolução, quando ocorrer, não representará um esforço adicional significativo, e garantirá a flexibilidade desejada para o PIR.

Além disso, a consideração temporal/geográfica sofre influência de parâmetros como necessidades do investidor, pressões da população local ou políticas de fomento ao desenvolvimento e implicará diretamente nas opções em função de seu tempo de implantação (tempo este que deve considerar os riscos de atrasos e incertezas no processo de licenciamento ambiental).

Exemplificando:

Sejam as Funções Multiobjetivo – FMO, identificadas no estudo de caso do Capítulo 5:

a) Inserção de frízeres para armazenamento de peixes;

b) Preservação ambiental de uma reserva de desenvolvimento sustentável;

c) Aumentar a renda local.

A modelagem de a), conforme já mencionado, é de fácil execução, bastando verificar-se na Etapa 2 as demandas calculadas de energia elétrica para atendimento de frízeres. No entanto, como se trata de uma região que é atendida com apenas 4 h de energia elétrica diárias, o objetivo "freezer para armazenamento de peixes" pode ser concretamente traduzido, em termos do planejamento em questão, como necessidade de 24 h diárias de energia elétrica. Esta, de maneira óbvia, deverá atender, durante este período de 24 h, os demais usos finais dos domicílios da região. Conforme a tecnologia de que se lance mão, deverão ser atendidos, no primeiro ano, por recursos que não requeiram mais do que 1 ano para entrar em operação, no segundo por recursos que não demandem mais do que 2 anos e assim por diante, lembrando que deverão ser priorizadas alternativas que facilitem a maior disponibilidade energética ao longo do ano.

A modelagem de b) deve identificar a possibilidade de tradeoffs entre emissores, ou então colocar uma restrição severa à emissão de efluentes aéreos, o que, provavelmente, restringirá a escolha de recursos energéticos baseados em energia primária de origem fóssil. Neste caso, ainda que a região de estudo fosse rica em carvão mineral, talvez os custos para sua utilização dentro dos limites desejados de qualidade do ar inviabilizassem a utilização deste recurso. Além destas, devem-se respeitar restrições a alagamentos de mata virgem, à destruição de paisagens e mata nativa etc. O valor dado a cada um destes elementos é função do levantamento realizado na Etapa 3 junto aos Envolvidos-Interessados locais.

A modelagem de c) envolve a análise das possibilidades locais de geração de renda e sua relação com a energia. Ressaltam-se a motorização para processamento da mandioca e os frízeres para armazenamento de peixes. Estes elementos, necessários para o aumento da renda local, devem ser traduzidos em termos da energia elétrica equivalente a ser disponibilizada. Neste contexto, uma análise da tarifa de energia resultante do plano torna-se fundamental, por justamente afetar a renda líquida local.

Além destas restrições, uma série de outras deverão ser satisfeitas na busca dos recursos ideais em cada momento. Estas restrições são função da regulação local, de limites físicos, disponibilidade de recursos e uma série de outros que não dependem diretamente dos requerimentos dos En_In.

Entre estas outras restrições, pode-se citar:

- Quantidade de água disponível para outros usos que não os energéticos;
- Quantidade atual de poluentes atmosféricos e os máximos permitidos segundo o grau de preservação do meio aéreo;
- Ocupação do solo e grau de degradação;
- Legislação específica mais rigorosa;
- Quantidade disponível dos recursos energéticos.

Sendo assim, em uma primeira etapa, haverá um mix de recursos para cada período de discretização do plano, no caso, de ano em ano. Este mix, espera-se, deverá ser

maior que a necessidade de cada período de um ano, em função de ser composto por diversas opções de recursos energéticos.

Dessa forma, como resultado desta etapa, serão levantados e apresentados critérios e restrições para escolha de recursos no atendimento às Funções Multiobjetivo - FMO e vê-se que a quantidade de objetivos e restrições pode tomar grandes proporções, aumentando a complexidade da modelagem matemática do problema que será elaborada na Etapa 6.

Além deste, outro resultado importante refere-se a percepção da importância relativa que os Envolvidos-Interessados atribuem aos atributos econômico, social, político e ambiental que serão considerados na ACC, e conseqüentemente na Integração de Recursos, conforme descrição da Etapa 5. Através da sistematização dos dados coletados junto aos En_In pode-se melhor valorar os elementos de análise considerados na ACC. Estes valores relativos deverão ser definidos em primeira instância e reajustados em momentos posteriores do planejamento, conforme se entenda necessário.

4.4.3.5 Etapa 5: Avaliação dos Custos Completos

A Etapa 5 está baseada na aplicação da metodologia da Avaliação dos Custos Completos – ACC. Esta metodologia vem sendo desenvolvida no âmbito do GEPEA, e para sua melhor compreensão, remete-se às [Ref. 17, 19 e 92], e ao ANEXO A1, onde há um extrato da metodologia.

Esta etapa será alimentada pelas saídas dos seguintes processos:

- Mapeamento regional (Etapa 1);
- Disponibilidades identificadas (Etapa 2);
- Participação dos En_In (Etapa 3);
- Determinação de Critérios e Elementos de Análise (Etapa 4).

Com os dados provenientes destas etapas será aplicado o processo da ACC.

Como saída deste processo, ter-se-á a classificação dos recursos energéticos segundo uma visão integrada das dimensões econômica, política, social e ambiental de cada um.

Através da ACC tem-se uma visão ampliada dos custos de cada alternativa possível para região, sendo que, os recursos melhores classificados são, conseqüentemente, os que apresentam melhores desempenhos simultâneos das dimensões econômica, política, social e ambiental.

Ao final, os recursos estarão classificados segundo uma pontuação média final.

De acordo com a metodologia proposta, os recursos serão classificados pela ACC a cada iteração do processo de planejamento segundo a discretização temporal adotada.

A) Considerações sobre a Metodologia da Avaliação dos Custos Completos

Nota-se, pelas características dos elementos de análise e pela forma como são avaliados, o alto grau de subjetividade a que este tipo de análise está sujeita.

Este é um elemento desejado no PIR, pois ele traz para o âmbito do planejamento energético subjetividades que, normalmente, só aparecem no momento de implantação dos projetos, o que é o menos desejável, pois pode implicar em grandes perdas de capital e tempo, haja vista a grande quantidade de empreendimentos parados ou inviabilizados por problemas em seu processo de Licenciamento Ambiental, processo este onde, atualmente, a população tem seu primeiro contato com os empreendimentos que afetam seu dia-a-dia.

Neste sentido, uma ACC bem procedida pode ser um balizador de empreendimentos, analogamente ao que é hoje a Taxa Interna de Retorno - TIR. Isto porque, com a experiência, as assunções que se faz na ACC podem adquirir o mesmo grau de confiabilidade de assunções de taxas de juro e inflação futuras utilizadas em uma análise de TIR. Neste caso a aplicação da ACC pode transcender o PIR e ser utilizada em outras situações de planejamento.

Através da ACC, os elementos subjetivos podem ser identificados e tratados como parte do processo de decisão, quando ele ainda apresenta menor custo,

principalmente se comparado ao que é necessário à realização de um EIA/RIMA completo. Um fator de extrema importância na ACC é maneira e critérios com que as notas de cada *elemento de análise* são atribuídas a cada recurso energético.

Em um primeiro momento pode parecer algo restrito à opinião e conhecimentos do especialista, mas, em um caso real, é do interesse do próprio tomador de decisão que estas notas, embora atribuídas por um especialista, reflitam a opinião dos Envolvidos-Interessados, como maneira de garantir, com maior grau de fidelidade, a explicitação de restrições e oportunidades locais.

Dessa forma, a identificação de elementos contraditórios (como anseio por energia/lucro versus preservação ambiental irrestrita) abre a possibilidade de que estes elementos sejam trabalhados junto à sociedade, de forma a melhorar a aceitabilidade do plano, o que, certamente, facilitará a implementação do mesmo.

Outro fator que chama a atenção na ACC é a grande quantidade de elementos que esta análise pode atingir, especialmente quando o número de alternativas energéticas é grande e as dimensões são caracterizadas mais pormenorizadamente. Neste caso, ressalta-se que, conforme análises deste tipo vão sendo realizadas, uma base de dados fica constituída, facilitando as análises posteriores, especialmente porque grande parte das características dos recursos não se altera de forma significativa com a localidade.

Com a execução continuada desta metodologia, algumas subjetividades, hoje de caráter imprevisível, podem vir a ser tratadas estatisticamente, uma vez que estão, no sentido estatístico, relacionadas a comportamentos populacionais, reduzindo, dessa forma, o grau de incerteza com que são consideradas estas variáveis.

Além da grande quantidade de elementos, problemas de avaliação podem ocorrer, principalmente em estágios iniciais de análise. Neste caso, é interessante que se proceda sempre a uma análise de sensibilidade, variando os pesos relativos das dimensões ou de *elementos de análise* mais significativos. A análise de sensibilidade pode revelar se pequenas variações nos parâmetros alteram sensivelmente a classificação dos recursos, o que indicaria a necessidade de revisão dos critérios ou adequação da escolha dos recursos. Nestes casos, cenários com as diferenças

apontadas podem ser criados e simulados, para se verificar as implicações de tais variações.

Qualquer que seja o caso, a ACC se presta, de forma efetiva, à aplicação de uma metodologia com vistas ao desenvolvimento sustentável, por propiciar o tratamento de elementos que, tradicionalmente, não tomam parte no planejamento energético.

De posse da lista de recursos classificados, passa-se à Etapa 6.

4.4.3.6 Etapa 6: Alocação Temporal de Recursos para o Plano Preferencial

Após a classificação dos recursos energéticos segundo a ACC, é necessário que se proceda a etapa que caracterizará o Plano Preferencial de Recursos do PIR. Nesta etapa é necessário que os recursos sejam alocados convenientemente ao longo do tempo e em montantes adequados de capacidade instalada e energia gerada.

Assim sendo, na Etapa 6, os critérios e restrições identificados na Etapa 4, juntamente com a classificação de recursos serão modelados em um processo de escolha e alocação temporal de um mix de recursos energéticos para atendimento das Funções Multiobjetivo - FMO do problema.

A este mix dar-se-á o nome de Plano Preferencial do momento 1.

Vê-se claramente que esta é uma etapa de complexidade razoável, uma vez que o número de objetivos e restrições é bastante elevado. No entanto, existem disponíveis diversas ferramentas já consolidadas para tratar problemas como estes, com multiobjetivos e diversas restrições. Dentre elas pode-se citar: Programação em Lógica FUZZY, Algoritmos Genéticos, Redes Neurais, AHP- Análise Hierárquica de Processos (ANEXO A2) etc..

Tais ferramentas têm sido utilizadas com sucesso em problemas desta natureza em diversos campos do conhecimento, inclusive da energia elétrica [Ref. 56].

Um exemplo interessante de ferramenta para tratamento de análises multicriteriais e multiobjetivos encontra-se descrito no ANEXO A2. A ferramenta, utilizada no estudo de caso do Capítulo 5, é o software Expert Choice, baseado em técnicas de

Análise hierárquica de Processos, com a qual pode-se avaliar inclusive o grau de inconsistência dos parâmetros coletados junto aos Envolvidos-Interessados.

Distribuição Temporal de Recursos

O tempo é um elemento fundamental da Integração de recursos, pois se relaciona com praticamente todos os elementos de análise do PIR.

Como exemplo de relação usual do setor elétrico tem-se:

- Evolução dos índices macroeconômicos e sociais que direcionam a demanda por energia;
- Evolução da demanda de energia elétrica;
- Evolução da oferta.

A consideração da evolução temporal destes parâmetros é praxe no planejamento energético tradicional.

Na metodologia sugerida para o modelo de Integração de Recursos, outros elementos de análise deverão ter sua evolução temporal considerada. Entre estes elementos pode-se citar:

- Índices de qualidade ambiental, como por exemplo, cobertura vegetal, concentração de poluentes etc.;
- Índices de qualidade social, como por exemplo, Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, Índice de Pobreza Humana - IPH etc. [Ref. 13];
- Metas e Objetivos do Planejamento Energético. Este talvez seja o elemento de maior diferenciação em relação ao planejamento tradicional, uma vez que, conforme determinados parâmetros de desenvolvimento vão sendo alcançados, outros devem surgir e guiar, em tempo real, o processo de planejamento energético integrado.
- A consideração da evolução temporal de metas e objetivos.

Dessa forma, o Tempo deverá representar um papel preponderante no modelo de Integração de Recursos energéticos que satisfaça às premissas do PIR.

4.4.3.7 ETAPA 7: Composição de Cenários

NO processo da composição do Plano preferencial, é preciso que se verifique sua consistência e adequação ao longo do horizonte de planejamento.

Para isso, na Etapa 7 o plano preferencial gerado na Etapa 6 será analisado segundo sua consistência temporal e geográfica no atendimento da demanda, das restrições ambientais e dos recursos naturais. Para este fim, já se dispõem, de diversas ferramentas para análise de cenários energéticos, como exemplo, pode-se citar o LEAP – Long Range Energy Analysis System [Ref. 58].

Através destas ferramentas pode-se, para planejamentos complexos, como de fato é o PIR, modelar demandas, ofertas, impactos ambientais e custos resultantes do planejamento proposto.

Como saída deste processo serão apresentadas as condições ambientais e energéticas futuras, para o período i+1, após a aplicação do plano do momento (i).

A verificação de inconsistências deverá realimentar o processo para readequação de possíveis restrições e/ou parâmetros não identificados anteriormente.

A) Análise dos Resultados

A análise dos resultados poderá indicar problemas de inconsistências diversas, que podem ter origem em incongruências entre as Funções Multiobjetivo - FMO e as características regionais ou entre outros fatores.

Ao se satisfazer as Funções Multiobjetivo - FMO e as restrições adicionais, pode-se resultar um mix de recursos distante do ótimo desejado, ou seja, dos recursos melhores classificados pela ACC. Esta possibilidade indicaria uma incongruência entre os requerimentos e desejos expressados pelos Envolvidos-Interessados - En_In nos critérios da ACC e nas suas necessidades, expressas nas FMO. Isto não é um fato novo, pois, comumente, as pessoas desejam ter energia sem arcar com as conseqüências de sua disponibilização, bem como os acionistas de empresas

energéticas procuram maximizar lucros sem observar passivos ambientais e sociais de seus empreendimentos, conforme abordado no Capítulo 2.

Uma disparidade muito grande pode gerar a necessidade de se proceder a uma nova consulta aos En_In, ou uma revisão do plano proposto como forma de se minimizar os riscos e diminuir incertezas do Plano Preferencial.

Da mesma forma, a condução de planos que levem à indisponibilidade de recursos para satisfazê-los indica um exagero em algum(s) dos critérios estabelecidos pelos Envolvidos-Interessados e também devem ser revistos.

Apesar da grande quantidade de problemas possíveis em um plano como este, acredita-se que uma caracterização adequada da região, nos moldes da presente proposta ajude o especialista a identificar tais problemas, uma vez que os componentes geradores de tais inconsistências estarão explicitados ao longo do processo de planejamento, na forma dos parâmetros que compõem as dimensões econômica, social, política e ambiental.

4.4.3.8 Etapa 8: Análise Socioeconômica do Plano

Após a análise de consistência e adequação do Plano Preferencial, passa-se à Etapa 8, onde se completa o processo avaliação do Plano Preferencial elaborado na Etapa 6.

De posse dos dados fornecidos na Etapa 7 e com análises suplementares de índices sociais e econômicos, a Etapa 8 terá como saída um novo conjunto de dados e socioeconômicos regionais, que alimentarão a Etapa 9.

Esta etapa envolve análises multidisciplinares que vão além do espectro do especialista do setor elétrico, uma vez que se pretende estimar a evolução de indicadores de caráter socioeconômico a partir da disponibilização de energia elétrica para satisfação das necessidades da atividae socioeconômica [Ref. 59, 60, 61]. Convém portanto ressaltar que, o PIR, tal como aqui pretendido, tem caráter multidisciplinar e não convém que seja procedido apenas no escopo de conhecimento técnico do setor elétrico, sendo necessária a multidisciplinaridade dos especialistas envolvidos no processo.

O resultado desta etapa é uma avaliação final do plano proposto na Etapa 6, que fornecerá os elementos para elaboração das premissas de iteração da Etapa 9.

4.4.3.9 Etapa 9: Análise das Iterações

Na Etapa 9 são formuladas as premissas utilizadas no processo iterativo proposto, de acordo com os elementos levantados nas etapas anteriores e com o período de discretização desejado.

Em função das características específicas do planejamento realizado, simplificações podem ser identificadas, facilitando a elaboração do processo (vide estudo de caso do Capítulo 5).

A conclusão da Etapa 9 realimentará o mapeamento regional com a nova condição pós-implementação do plano preferencial do momento (i). Com estas novas condições, o processo pode ser realimentado para composição do plano preferencial do momento (i+1) e assim sucessivamente, até que se cubra o horizonte de planejamento previsto. Dessa maneira, pode-se, já na consideração do momento (i+1), identificar os efeitos econômicos e socioambientais das alternativas escolhidas no momento (i). Acredita-se que, dessa maneira, as incertezas inerentes ao Plano Preferencial sejam reduzidas, uma vez que as opções do plano vão sendo corrigidas em função dos impactos que ele próprio venha a causar.

Os recursos apresentados como melhores nos momentos determinados segundo a discretização temporal adotada comporão o plano preferencial final, que é, em resumo, o resultado do processo de PIR, cuja continuidade é a elaboração de um plano de ação para implementação do plano preferencial.

4.3 Considerações Finais

Como pode ser visto, o método aqui proposto é um primeiro passo na busca da Integração de Recursos no contexto de um planejamento energético com vistas ao desenvolvimento sustentável, neste caso, o Planejamento Integrado de Recursos Energéticos.

A grande gama de ferramentas computacionais e metodológicas existentes atualmente é um fator facilitador da implementação de abordagens mais abrangentes como a aqui proposta, permitindo o tratamento de grande massa de dados e informações de maneira rápida e eficiente.

Embora seja evidente o esforço inicial de se empreender um processo de planejamento como este, vê-se que sua aplicação continuada permitiria a redução deste esforço, por compor uma base de dados e de ferramental básicos, a partir dos quais o processo pode ser ajustado e repetido para novas condições, mediante pequenas alterações.

Além disso, a experimentação continuada do método permite que se chegue a um algoritmo, a partir do qual uma ferramenta computacional pode ser criada para utilização integrada das demais, melhorando a operacionalidade do processo de Planejamento Integrado de Recursos. Da mesma maneira, por se tratar de um processo iterativo com grande repetição de informações, algoritmos simplificadores podem ser introduzidos, melhorando o desempenho computacional de um sistema dessa natureza.

Também através da aplicação continuada do método, elementos de análise com alto grau de subjetividade e incerteza podem mostrar comportamento mais previsível que o inicialmente considerado, garantindo maior grau de certeza e previsibilidade ao PIR. Caso contrário, estes elementos, melhor experimentados, podem explicitar com mais clareza o grau de risco a que determinados processos de planejamento estão expostos.

Tais elementos, sem dúvida, aumentam o grau de embasamento do tomador de decisão do processo de planejamento e, pelas razões anteriormente apresentadas, deve conduzir a um planejamento mais consistente com a busca do desenvolvimento sustentável.

Em termos de custos, ressalta-se que o modelo busca o menor custo completo a cada momento, o quê, não necessariamente conduz aos menores custos econômico, social e ambiental possíveis. Conduz sim, ao que seria o caminho de maior aceitabilidade conjunta de todos os Envolvidos-Interessados, sem que os interesses de alguns destes

suplantem os dos demais, segundo um equilíbrio das dimensões consideradas. Embora esta abordagem possa, eventualmente, conduzir a uma situação em que os Envolvidos-Interessados estejam plenamente satisfeitos, isto não ocorrerá na maioria dos casos. Neste sentido, o modelo proposto faz um balanço entre as satisfações e frustrações discutidas nas oficinas de PIR junto aos En_In, reduzindo o choque de interesses e aumentando a aceitabilidade do plano e conduzindo a uma busca de um resultado do tipo todos ganham.

Este é um dos fatores de equilíbrio pretendidos pelo PIR, o de satisfação de interesses dos envolvidos, mediante uma abordagem factível de disponibilização energética. Neste caso, como exemplos de abordagem factível podem-se citar: menor tarifa exeqüível ao consumidor; maior lucro possível ao acionista; maior limpeza ambiental viável etc.

Finalmente, a Integração de Recursos foi aplicada a uma região de características diferenciadas do usual, que, conforme será visto no Capítulo 5, requer um processo de planejamento diferenciado, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 Introdução

A título de exemplificação, experimentação e aperfeiçoamento do modelo apresentado no Capítulo 4, o mesmo foi aplicado a um estudo de caso baseado em dados reais da região do Mamirauá, no estado do Amazonas. Para dar maior solidez aos estudos em questão, foi realizada uma visita técnica a região em estudo, financiada pelo Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo com o apoio do IDSM – Instituto de Desenvolvimento Sustentável do Mamirauá.

A região de estudo é uma reserva de desenvolvimento sustentável e teve início quando, em 1990, o governo do estado do Amazonas declarou a criação da Estação Ecológica Mamirauá, área de várzea com mais de um milhão de hectares. Em 1992, foi constituída a Sociedade Civil Mamirauá, de cunho não governamental, cujo plano de manejo foi estabelecido em 1996. Neste ano, o governo do Amazonas consagrou esses princípios e criou a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá RDSM. O Setor Mamirauá é um dos nove setores que perfazem a área focal da reserva. Hoje, os recursos para manutenção da reserva provêm do Governo Federal Brasileiro, via CNPq, doadores internacionais como o DFID – Departamento de Desenvolvimento Internacional do governo britânico, a WCS - Wildlife Conservation Society do Estados Unidos e a União Européia.

Esta região foi escolhida como objeto de estudo por duas razões principais. Em primeiro lugar, trata-se de uma região isolada e mal assistida em termos energéticos, estando sua população, como as de outras regiões, à margem do desenvolvimento socioeconômico do país. Em segundo lugar, é uma região inserida na única reserva de desenvolvimento sustentável do Brasil.

Por estas duas razões, o planejamento tradicional, com foco apenas na satisfação dos critérios técnico e econômico, tem aplicabilidade questionável num cenário que requer a constante verificação de que se está se visando um desenvolvimento sustentável e de inserção social com melhoria da qualidade de vida local.

Dessa maneira, a aplicação do modelo de Integração de Recursos à Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá visa testar sua validade em um contexto onde o planejamento tradicional tem sido pouco eficaz.

5.2 Objetivos

O objetivo principal deste estudo de caso é a aplicação do modelo proposto no Capitulo 4, para uma primeira validação, experimentação e aperfeiçoamento em aplicação a um caso real.

Em consonância com o contexto de aplicação do modelo aqui proposto, o estudo de caso se inseriu dentro de um PIR simplificado para a região alvo.

Outro objetivo da aplicação à região do Mamirauá é verificar que o modelo pode atender com sucesso às necessidades de planejamento de regiões isoladas e desprovidas de infra-estrutura e energia elétrica, nas quais os desafios são, em geral, maiores do que nos mercados consolidados, embora possam apresentar características específicas bem diferenciadas. Neste sentido, a aplicação da metodologia fica também facilitada por estas características diferenciadas, dada a simplicidade do fatores a serem considerados comparativamente a um mercado consolidado.

5.3 Metodologia do Estudo de Caso

A metodologia adotada para realização do estudo de caso se baseou na coleta de dados via literatura, página web do IDSM – Instituto de Desenvolvimento Sustentável do Mamirauá, dados coletados in loco e pesquisa junto a lideranças locais, especialistas do IDSM e do GEPEA.

De posse dos dados, foi proposto um PIR simplificado para região e, como parte deste, foi aplicado o modelo do Capítulo 4, segundo as suas 9 etapas principais.

5.4 Aplicação do Modelo de Integração de Recursos à Região de Desenvolvimento Sustentável do Mamirauá

5.4.1 Introdução à Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - RDSM

As informações aqui destacadas foram obtidas das [Ref. 62,63].

A RDSM – Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá está localizada na confluência do rio Solimões com o rio Japurá, nas proximidades da cidade de Tefé, a aproximadamente 600 km da capital do Amazonas, Manaus. A região é uma reserva de proteção ambiental, onde se tenta preservar espécimes animais da extinção, proporcionando um lugar seguro para a reprodução e possível repovoamento de regiões já degradadas.

A reserva é constituída por uma área de aproximadamente 1.124.000 ha nas florestas inundadas da Amazônia central. A sua área focal (área para onde convergem todas as atividades de pesquisa científica e desenvolvimento social, desde 1992, e, cujos resultados serão estendidos, progressivamente, para a área restante) possui 260.000 ha.

A região é caracterizada pela grande diferença do nível dos rios entre as épocas de cheia e de seca. Essa variação pode chegar a 12 m entre os extremos das duas épocas.

Para evitar a exploração predatória dos recursos naturais, a extração de bens da floresta e rios é baseada no sistema de manejo, onde órgãos protetores como o IBAMA, acompanham a extração de madeira, a pesca, etc., evitando, dessa maneira, impactos não desejáveis à fauna e flora regional. Atualmente, mesmo as poucas comunidades indígenas que vivem na região de Mamirauá apresentam alto grau de miscigenação tanto cultural quanto biológica.

5.4.2 Planejamento Integrado de Recursos Para Região do Mamirauá

Conforme mencionado anteriormente no Capítulo 4, o modelo de Integração de Recursos é parte da metodologia do Planejamento Integrado de Recursos - PIR.

Dessa forma, sua aplicação deve ser efetuada em um contexto de aplicação do PIR, a qual foge do escopo deste trabalho. Isto fez com que fosse necessária a definição de algumas diretrizes de evolução energética, que poderiam orientar uma potencial aplicação futura de um processo de PIR regional.

Tais diretrizes de um eventual PIR da região seriam, num sentido macro:

- 5 anos: fornecimento de energia elétrica 24 h/dia a todas as comunidades para 100% dos domicílios
- 10 anos: manutenção do fornecimento 24 h/dia e incremento do consumo pela utilização de usos finais que agreguem valor às atividades produtivas dos comunitários
- 15 anos: manutenção sustentável do suprimento de energia

A caracterização de pormenores que atendam estas diretrizes e satisfaçam as demais (participação dos Envolvidos-Interessados, Funções Multiobjetivo, restrições etc.) serão elaboradas na Etapa 4.

5.4.3 Integração de Recursos

5.4.3.1 Etapa 1: Mapeamento Regional

A)Dados Sociais

Segundo estudos realizados pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), em 2001, a população total de moradores da área focal da reserva (260.000 ha) era de 1.585 habitantes distribuídos em 21 assentamentos, e a população de usuários, moradores de que habitam em 42 comunidades na área de entorno e que fazem uso dos recursos naturais, é de 4.401 pessoas, totalizando 6.306 pessoas para 63 assentamentos. Para a área subsidiária (864.000 ha) foram cadastrados. A população total é de 4.244 moradores.

A reserva está inserida dentro dos limites dos municípios de Alvarães, Uarini e Maraã, porém, o principal centro urbano para comercialização dos produtos e acesso aos principais serviços de saúde é a cidade de Tefé, que concentra sua população em área urbana.

A sobrevivência humana na várzea amazônica exige um grande esforço adaptativo da população para o desempenho de suas atividades produtivas, causadas tanto pelas condições sócio-econômicas desfavoráveis (limitação da mão-de-obra, acesso apenas à tecnologia bastante simples, relações comerciais desfavoráveis), quanto pelos efeitos limitantes da variação sazonal do nível d'água sobre a produção econômica e localização dos assentamentos. Uma das conseqüências destas dificuldades de sobrevivência é o comportamento migratório de indivíduos. Dos chefes de família residentes nas comunidades, 44% demonstraram interesse em migrar da várzea para os centros urbanos mais próximos. A área urbana exerce forte atração pela possibilidade de *acesso direto aos bens de consumo, atividades de lazer, continuidade dos estudos e obtenção de serviços de saúde*. A captura destas possibilidades para quem vive na reserva, pelo menos para as 3 primeiras, depende da disponibilidade de energia.

Em 2001, estavam em funcionamento 20 escolas nas 21 comunidades da área focal. O IDSM contribuiu com a instalação de iluminação por meio de sistemas fotovoltaicos em todas as comunidades permitindo atividades educativas à noite. No ano de 2001, 32% dos moradores da reserva que resolveram deixar a reserva foram em busca da continuidade dos estudos.

Em 1996, do total da população maior de 15 anos, 38 % era analfabeta, percentagem que caiu para 31% em 2001. No entanto, considerando-se a população de 10 anos e mais, 55% não sabem ler ou lêem com dificuldade.

Atualmente, existem escolas em quase todas as comunidades da área da reserva, estando seu funcionamento na dependência da permanência do professor na comunidade.

A seguir, na Tabela 5.1, tem-se uma coletânea de dados relevantes sobre a região. Para os dados não disponíveis para a RDSM de forma específica, foram utilizados dados do município de Uarini [Ref. 64], o menos desenvolvido da região e que mais se aproxima das condições vigentes para as comunidades ribeirinhas.

Tabela 5.1: Dados Sociais da Região do Mamirauá – Área Focal

SOCIAL			
Descrição	**Valor**	**Ideal**	**Unidade**
População	1585	—	habitantes
Domicílios	264	—	domicílios
Comunidades	23	—	Comunidades
Crescimento Populacional	5	—	% aa
Mortalidade Infantil	58,33*	0	Crianças por mil
Taxa de Fecundidade	5,37*	—	% aa
Expectativa de vida	64,84*	+ de 80	Anos
Percentual de pessoas que freqüentam o ensino fundamental em relação à população de 7 a 14 anos, 2000	89,54*	100	%
Percentual de pessoas que freqüentam o ensino médio em relação à população de 15 a 17 anos, 2000	26,2*	100	%
Percentual de pessoas que freqüentam curso superior em relação à população de 18 a 22 anos, 2000	0,73*	100	%
Analfabetismo	31	0	%
Taxa de Alfabetização	68,02*	100	%
Desemprego	NA[1]	0	%

* Dados relativos ao município de Uarini, Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil [Ref. 64]. Demais dados retirados ou calculados a partir de informações da página web do IDSM [Ref. 62]

1 – em desemprego, utilizou-se o NA, Não se Aplica, em função das atividades remuneradas, pesca e farinha, serem de livre acesso aos ribeirinhos e não estarem limitadas por algum tipo de oferta restrita.

B) Dados da Atividade Econômica

A produção econômica realizada pela população de Mamirauá é tipicamente camponesa, caracterizada por uma produção doméstica para consumo direto, principalmente os itens básicos da alimentação para consumo e venda, tais como: Farinha, Peixe, Madeira e outros produtos em menor escala.

As atividades econômicas são realizadas no período da vazante dos rios, enquanto a colheita é feita um pouco antes da enchente.

A pesca é realizada com maior intensidade no verão, quando as águas baixas tornam a atividade mais produtiva, em razão da concentração maior dos peixes. Esta sazonalidade da produção se reflete na renda mensal, já que a pesca é a atividade mais lucrativa.

A Tabela 5.2 mostra os rendimentos da população e os principais produtos vendidos.

Tabela 5.2: Rendimentos da População Segundo as Principais Atividades

Produto	Produção Anual Média por domicílio	Preço Médio unitário (US$)	Renda Anual do domicílio (US$)	Volume Total anual da produção dos moradores	Volume total da produção dos moradores e usuários
Peixe fresco	234 kg	1,37	321,00	60.337 kg	185.109 kg
Peixe seco	140 kg	2,00	281,00	36.193 kg	110.964 kg
Peixe salgado	22 kg	1,63	36,00	5.721 kg	17.541 kg
Peixe salmorado	8 kg	2,34	19,00	2.092 kg	6.414 kg
Farinha	178 kg	1,00	178,00	45.910 kg	140.756 kg
Madeira	15 m^3	3,35	51,00	3.894 m^3	11.939 m^3
Carne seca de jacaré	19 kg	0,97	18,00	4.903 kg	15.031 kg
Carne de jacaré salgada	5 kg	0,76	4,00	1.230 kg	3.770 kg
			Domicílio US$ 907,00	Moradores US$ 233.975,00	Moradores e usuários US$ 717.342,00

Fonte: inquéritos questionários e de monitoramento sócio-econômico domiciliar - IDSM

C) Dados da Infra-estrutura Regional

C1 - Moradias

As habitações são construídas de forma a enfrentar os períodos de cheia. As casas são feitas sobre pilastras de madeira, estilo palafitas, e, durante as grandes cheias, é comum elevarem o assoalho várias vezes de forma a impedir a entrada da água. Durante as cheias, a comunicação entre as casas é feita por canoas.

Algumas habitações são construídas como flutuantes, o que facilita sua adaptação ao período da enchente, porém pode dificultar bastante o deslocamento dos moradores durante o período da seca.

A maioria das casas possui três cômodos e são feitas de madeira e cobertas de material resistente como o zinco.

C2 - Saúde

As condições de saúde da população vêm sendo monitoradas desde 1993. Nos primeiros levantamentos, foram registrados dados de altos índices de parasitismo e

poliparasitismo intestinal. Também era baixa a cobertura vacinal das crianças e adultos, e eram altos os índices de mortalidade infantil e problemas bucais.

O acesso da população aos serviços públicos de saúde, de uma forma geral, implica no seu deslocamento aos centros urbanos, principalmente Tefé. Um importante indicador de saúde de uma localidade é o número de médicos residentes por mil habitantes. Segundo dados do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil [Ref. 64], esse índice é nulo para os municípios de Uarini, Alvarães e Tefé.

A seguir, são apresentadas as Tabela 5.3a e Tabela 5.3b, com os dados compostos para a população da área focal.

Tabela 5.3a: Dados de Infra-estrutura Regional

INFRA-ESTRUTURA						
Oferta de Energia						
Descrição	Tipo	Valor	Unidade	Cobertura do mercado	Custo	Disponibilidade
ENERGIA ELÉTRICA						
	Rede elétrica			90 %	R$/kW	0 %
	Linhas de transmissão	NA				
	Geração – Diesel	158	kVA	90%	R$/kW e kWh	70 %
	Geração – Gasolina		kW kWh	%	R$/kW e kWh	%
PETRÓLEO E GN						
	Refinarias	—	Capacidade	%		
	Gasoduto Coari Manaus		m^3/dia e km	%	R$/ m^3 ou MBTU	
	Oleodutos	—	m^3/dia e km	%	R$/ m^3	
	GNC		m^3/dia	%	R$/ m^3	
	GNL	—	m^3/dia	%	R$/ m^3	
	GLP	264/mês	Quantidade e capacidade	100 %	R$ 35/ botijão	

Tabela 5.3a: Dados de Infra-estrutura Regional - continuação

Transporte					
	Tipo	Valor	Unidade	Cobertura	Custos
	Embarcações	264	Unidades	100 %	– R$/ton/km
Veículos leves	Automóveis álcool Automóveis Gasolina Híbridos	NA	Unidades	%	
Veículos pesados	Caminhões	NA	Unidades	%	R$/ton/km
Trem		NA	Unidades	%	R$/ton/km
Cabotagem		NA	Unidades	%	R$/ton/km
Saúde					
hospitais		0	Unidades leitos		
Postos de saúde		0	Unidades leitos		

Tabela 5.3a: Dados de Infra-estrutura Regional - Continuação

Educação					
	Tipo	Qtdade	Unidade	Cobertura	Custos
transporte	fluvial	23	Unidades	100 %	
				%	
Escolas 1 grau		19	Unidades vagas	100 %	
Escolas 2 grau		1	Unidades vagas	10 %	
Escolas 3 grau		0	Unidades vagas	0 %	
Saneamento e Água					
Água potável	Coleta de chuva	40	%		
	Coleta manual	50	%		
	Bombeamento	10	%		
Saneamento Básico	Coleta de esgoto	–	m^3/h	0%	– R$/$m^3$
	Coleta e tratamento de esgoto	–	m^3/h	0%	– R$/$m^3$
	Sem coleta e tratamento			100 %	– R$/$m^3$
Telecomunicações					
Telefones públicos	—		unidades	50 % comunidades	
Rádio transmissor	—		—	100% comunidades	

Tabela 5.3b: Dados de Infra-estrutura Regional - Derivados do Petróleo

Derivados		
Descrição	Oferta % mercado	Custo
Gasolina	100	2,65 R$/ l
GLP	100	35 R$/Botijões
Óleo Diesel	100	1,65 R$/ l
Vela	100	1 R$/maço (8 velas)
Valores de Setembro de 2003		

Para complementar os dados disponibilizados pelo IDSM, realizou-se uma visita técnica ao local, com vistas, principalmente, a caracterizar o consumo de energia da região.

A viagem foi definida para cobrir, de forma amostral, quatro comunidades da região, onde questionários comunitários e individuais, desenvolvidos especialmente para esta viagem, foram aplicados (ANEXO A3).

Na Tabela 5.4 a seguir, são apresentados os dados consolidados da pesquisa de campo realizada [Ref. 65] junto às comunidades de Jarauá, Vila Alencar, Canariá e Punã.

Tabela 5.4: Dados Consolidados das 4 Comunidades Visitadas

	Jarauá		Vila Alencar		Canariá		Punã	
Elemento de Análise	**Valor**	**Unidade**	**Valor**	**Unidade**	**Valor**	**Unidade**	**Valor**	**Unidade**
População								
número de entrevistados:	7	pessoas	9	pessoas	12	pessoas	12	pessoas
População total	158	habitantes	170	habitantes	414	habitantes	600	habitantes
Energia								
número de geradores particulares:	1	3 kVA	0		0		0	
	1	5.5kVA	0		1	5.5kVA	0	
Gerador Comunitário								
Potência:	17	kVA	12	kVA	52	kVA	40	kVA
Tempo de Funcionamento:	4	horas	4	horas	3	horas	4	horas
Combustível Utilizado:	Diesel		Diesel		Diesel	0	Diesel	0
Consumo do Gerador:	2	litros/hora	6	litros/hora	6,5	litros/hora	5	litros/hora
Mensalidade para cada Casa:	10	litros/casa	20	litros/casa	3,125	litros/casa	3,125	l/casa
						litros/mês	6,25	l/casa
Lubrificante			5	litros/mês	20			
Custo combustível	1,65	R$/l	1,65	R$/l	1,65	R$/l	1,65	R$/l
kVA per capita	0,1076	kVA/hab	0,0706	kVA/hab	0,1256	kVA/hab	0,0667	kVA/hab
Usos Finais								
número de lâmpadas:	23	unidades	24	unidades	18	unidades	33	unidades
número de televisões:	5	unidades	4	unidades	5	unidades	5	unidades
aparelhos de rádio:	6	unidades	4	unidades	7	unidades	8	unidades
freezer:	3	unidades	0	unidades	1	unidades	4	unidades
ventiladores:	2	unidades	1	unidades	2	unidades	2	unidades
liqüidificadores:	2	unidades	0	unidades	3	unidades	3	unidades
ferro de passar:	2	unidades	0	unidades	0	unidades	1	unidades
Demanda e Consumo								
Potência instalada Total:	**5694**	W	**2376**	W	**3073**	W	**5442**	W
Potência Instalada Média/residência:	**813,43**	W/CASA	**264**	W/CASA	**256,08**	W/CASA	**453,50**	W/CASA
Consumo Médio/residência	**91,10**	kWh/mês	**29,57**	kWh/mês	**28,68**	kWh/mês	**50,79**	kWh/mês

Fonte: Relatório de Visita 2003, relatório Interno GEPEA

Segundo a pesquisa, a energia elétrica utilizada pelos comunitários provém, em sua maioria, de geradores Diesel instalados em pequenas construções, chamadas localmente de usinas.

Ressalta-se que, através do sistema de distribuição de energia proveniente dos geradores Diesel, é provida, concomitantemente, a iluminação pública das comunidades.

Outra fonte energética utilizada são os painéis fotovoltaicos, instalados pelo IDSM, que geram energia para suprir a iluminação das escolas e, em algumas comunidades,

energia para o bombeamento de água. Existem ainda, em número bastante reduzido, famílias que possuem geradores próprios movidos à gasolina.

Apesar dessas possibilidades de geração, existem diversos problemas no suprimento de energia elétrica. O problema principal é a falta de Diesel para deixar o gerador comunitário funcionando por um tempo maior e durante todo o mês. Atualmente, os geradores têm, em média, uma autonomia de funcionamento de 4 horas diárias (das 18:00 às 22:00).

Além do pequeno período diário de funcionamento, é comum o fato de não haver Diesel para funcionamento durante todo o mês, havendo falta completa de energia elétrica durante dias consecutivos até que haja novo suprimento do combustível.

O problema fundamental no suprimento de Diesel é a falta de dinheiro para comprar uma quantidade suficiente do combustível. O dinheiro vem de uma taxa mensal, cuja forma de cobrança varia de comunidade para comunidade. A capacidade de gastos com energia está limitada a uma média de R$10,00/mês/domicílio.

Ressalta-se a importância do fornecimento de energia para escolas ser feito por painéis fotovoltaicos, pois se desvincula a disponibilidade de iluminação noturna do gerador local, que apresenta as restrições mencionadas anteriormente. Além disso, políticas de doação do combustível apenas para fins escolares não surtiram efeito, pois o uso era desviado para outras atividades pelos próprios comunitários.

Já os geradores particulares são bastante pequenos (de 3 a 5,5 kVA) e em quantidade bastante reduzida.

Apesar deste quadro, as comunidades possuem um sistema de distribuição bem montado com a utilização de postes (em madeira ou concreto) com cabos de alumínio passando por toda a extensão da vila e permitindo o acesso de todos os comunitários a esta rede local.

A qualidade da energia oferecida é muito baixa, tendo grande variação nos níveis de tensão e na continuidade do serviço.

Os benefícios que os comunitários podem adquirir com o aperfeiçoamento do fornecimento da energia são vários, entre os principais estão o aumento da renda das comunidades com a utilização de equipamentos elétricos como, por exemplo, o aumento da produção de farinha com a utilização de um motor elétrico para ralar a mandioca ou ainda uma câmara frigorífica para armazenamento de peixes. Pela utilização desta última, poder-se-ia armazenar os peixes que não tem um bom preço na época de safra (época das secas) e vendê-los a preços maiores na entressafra em que se tem uma escassez de peixes. Outro importante benefício seria o uso de bombas elétricas para armazenamento da água em caixas de água, onde esta receberia tratamento, possibilitando uma melhora na qualidade da água utilizada para o consumo humano, principalmente no período de seca, onde a qualidade da água dos rios é pior e as distâncias para captação aumentam drasticamente.

Fazendo a análise dos dados coletados nas comunidades através dos dois questionários aplicados chega-se a um valor médio mensal de por residência, segundo um regime de utilização de 4 h diárias e 28 dias por mês. Este valor mostra o grande lapso entre esta quantidade de consumo e as médias de demais regiões brasileiras, onde famílias com consumos abaixo de 200 kWh/mês podem ser consideradas de baixa renda.

Estes valores mostram a necessidade de elaboração de um planejamento energético com vistas ao desenvolvimento socioeconômico das comunidades ribeirinhas que respeite os aspectos fundamentais do desenvolvimento sustentável, premissa básica de atuação no RDSM – Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.

D) Dados do Meio Ambiente

A pesquisa sobre informações detalhadas a respeito de atuais concentrações de poluentes nos solos, águas e atmosfera regionais mostra que levantamentos desta natureza ainda não encontram disponíveis para região.

Fontes de informações como IBGE [Ref. 66], Banco de Dados da Amazônia [Ref. 67], Grupo de Trabalho Amazônico [Ref. 68], Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE [Ref. 70], não disponibilizam de informações desta natureza sobre a região.

No entanto, a visita à região e a conversa com lideranças locais mostraram que a área da RDSM encontra-se em excelente estado de preservação apesar da presença antrópica. Ressalta-se, no entanto, um fato comum verificado em todas as comunidades visitadas: as pilhas e baterias descartáveis utilizadas em lanternas são jogadas nas áreas circunvizinhas às casas e locais de convivência.

Em termos de desmatamento para o cultivo, estimou-se uma área de 1,5 ha por família, perfazendo-se um total de 400 ha desmatados para produção de farinha.

Em vista do estado atual quase intacto da RDSM, a região, para efeito do estudo aqui procedido, será considerada como livre de poluentes em concentrações significativas.

E) Usos Múltiplos

A região não apresenta problemas relativos aos usos múltiplos das águas. Estas são utilizadas para transporte fluviais dos ribeirinhos, para pesca e para dessedentação.

F) Dados de Recursos Naturais

Em termos de recursos naturais, a região, apesar de estar localizada em uma das maiores bacias fluviais do mundo, é de várzea e não apresenta quedas d'água significativas para aproveitamento energético. Além disso, o curso das águas é bastante amplo, garantindo grandes vazões sem correntes fluviais significativas, o que, segundo pesquisadores do IDSM, inviabilizaria aproveitamentos hidrocinéticos de maior escala.

Para a energia eólica, não se dispõem de levantamentos específicos para a região.

A biomassa apresenta-se como uma alternativa atraente, podendo ser utilizada através de plantio de espécies nativas para produção de óleos vegetais para produção de biodiesel, cana de açúcar (a região já possuiu uma fábrica de cachaça) além de uma vasta gama de opções de espécies para queima direta e gaseificação. No momento, encontra-se em elaboração um estudo do potencial de geração de energia elétrica a partir da biomassa na região realizado pelo CENBIO [Ref. 71], porém ainda não há dados disponibilizados para consulta.

Recentemente, no ano de 2003, a Eletrobrás lançou a iniciativa de financiar empreendimentos para geração de energia através da biomassa [Ref. 72]. O custo da fase inicial do projeto de biodiesel está estimado em R$ 8 milhões, e visará o fornecimento de energia na região Amazônica, representando uma oportunidade ao desenvolvimento energético local.

Estas iniciativas, aliadas à tendência mundial para o aproveitamento da biomassa, permitem dizer que há grande potencial para esta alternativa na região.

Em termos de opções não renováveis, a região conta com o gás natural de Coari, a 70 km da cidade de Tefé, abrindo a possibilidade de utilização futura de gás natural comprimido.

5.4.3.2 Etapa 2: Determinação de Recursos e Demandas Regionais

A) Caracterização das Demandas

Conforme já mencionado na descrição da região, a demanda de energia elétrica é composta por poucos usos finais. Para esta análise foi considerada a configuração atual de demanda energética conforme as Tabelas 5.5a, 5.5b, 5.5c, 5.5d e 5.5e.

Tabela 5.5a: Caracterização Atual da Demanda Regional

Domicílios Eletrificados - 90%				
Demandas	**Usos Finais**	**% de domicílios**	**Consumo anual**	**Unidade**
Iluminação	Lamparina Diesel	100	12	Litros/ano
	Velas	100	36	Libras/ano
	Incandescente	100	262,8	kWh/ano
	Fluorescente	0	0	
	Ilum Pública	100	67014	kWh/ano
Cocção	Fogão a GLP	80	156	kg/ano
	Fogão a lenha	20	525	kg/ano*
Outros usos	Ventilador	18	87,6	kWh/ano
	TV	50	146	kWh/ano
	Som	63	146	kWh/ano
	Eletrodoméstico	20	21,9	kWh/ano
	Ferro passar	9	200,75	kWh/ano
	Outros	100	20	kWh/ano
Refrigeração**	*Freezer*	5	500	kWh/ano
Bombeamento	*Bomba elétrica*	0	0,3	kWh/m^3

Tabela 5.5 a: Caracterização Atual da Demanda Regional - Continuação

Domicílios Não Eletrificados - 10%				
Iluminação	Lamparina Diesel	100	12	Litros/ano
	Velas	100	36	Libras/ano
Cocção	Fogão a GLP	80	156	kg/ano
	Fogão a lenha	20	525	kg/ano*

* 525 kg de lenha tomados como equivalente ao consumo de GLP médio das residências que o utilizam.

** Neste caso, refere-se à refrigeração não atrelada à atividade produtiva.

Tabela 5.5b: Caracterização Atual da Demanda Regional

Atividade Produtiva – Farinha – 90%				
Demandas	**Usos Finais**	**% de domicílios**	**Consumo anual**	**Unidade**
Aquecimento	*Fornos a lenha*	90	140	Ton/ano
Energia Motriz	*Motor gasolina*	20		47 kWh/ton
	Manual	80		47 kWh/ton
	Motor elétrico	0		47 kWh/ton

Tabela 5.5c: Caracterização Atual da Demanda Regional

Atividade Produtiva – Pesca –20% dos domicílios				
Demandas	**Usos Finais**	**% de domicílios**	**Consumo anual**	**Unidade**
Freezer p/congelamento *	*Freezer 220 l*	0	2500	kWh/ton/ano
	Freezer 450 l	0	2100	kWh/ton/ano

* O freezer para congelamento de peixes não existe, pois as casas recebem energia apenas 4 h/dia impossibilitando esta atividade. Os dados de consumo dos frízeres foram calculados com base em dados do INMETRO [Ref. 73].

Tabela 5.5d: Caracterização Atual da Demanda Regional

Transporte – 11550 ton.km				
Demandas	**Usos Finais**	**%**	**Consumo**	**Unidade**
Fluvial –100%	*Motor gasolina 2 tempos*	90	60	L/ton
	Motor a gasolina 4 tempos	10	160	L/ton

Tabela 5.5e: Caracterização Atual da Demanda Regional

Escolas – 20				
Demandas	**Usos Finais**	**% de escolas**	**Consumo**	**Unidade**
Iluminação	*Fluorescente - Solar*	50	76,8	kWh/ano

B) Projeções

As projeções de demanda vão depender do tipo de plano energético e de desenvolvimento que se pretende implantar na região.

Dado o panorama atual de desenvolvimento, uma projeção segundo o crescimento usual tem pouca ou nenhuma serventia, uma vez que a população vive em condição de extrema carência energética.

Sendo assim, para compor o cenário de demanda futura deve-se recorrer às diretrizes do PIR simulado para região.

C) Caracterização dos Recursos de Oferta

Embora em um processo de PIR todos os recursos possíveis sejam considerados, tanto do ponto de vista energético como tecnológico, em uma primeira etapa, para efeito de simplificação e devido a limitações inerentes ao propósito deste estudo, serão considerados apenas alguns dos recursos aplicáveis à região de Mamirauá, uma vez que o objetivo principal do estudo de caso é a demonstração de aplicação do método da Integração de Recursos.

Para tanto, considerou-se a aplicação do modelo segundo 5 fontes primárias de energia e 9 tecnologias de aproveitamento.

Os recursos escolhidos foram:

- Biomassa:
    - Madeira para queima direta
    - Biodiesel

- Diesel para motores a combustão interna
- Solar fotovoltaico autônomo
- Eólico autônomo
- Gás natural:
    - Microturbina
    - Motor a combustão interna
    - Célula Combustível

C1 - Caracterização Econômica dos Recursos de Oferta

Para Queima de Madeira, Energia Eólia e Solar Fotovoltaica, foram adotados como referência valores projetados pelo WEC e UNDP no trabalho "Energy and the Challenge of Sustainability" [Ref. 9] (Vide Tabela 5.6).

Tabela 5.6: Valores Típicos de Custos Para Biomassa Eólica e Solar

Tecnologia	Fator de capacidade (%)	Investimentos Turnkey (US$/kW)	Custo atual da energia	Custo futuro projetado
Biomassa para queima	**25-80**	**900-3.000**	**5-15 c/kWh**	**4-10 c/kWh**
Eólica	**20-30**	**1.100-1.700**	**5-13 c/kWh**	**3-10 c/kWh**
Solar Fotovoltaica	**8-20**	**5.000-10.000**	**25-125 c/kWh**	**5-25c/kWh**

Fonte: UNDP/WEC, 2000 [Ref. 9]

Para estes valores, serão adotados os valores médios para eólica, máximo para solar e mínimo para biomassa, por serem estes os valores mais equiparados à realidade local.

Os fatores de capacidade adotados serão os máximos, exceto para energia eólica, que apresenta baixo potencial na região.

Para as demais tecnologias foi construída a Tabela 5.7 a seguir.

Tabela 5.7: Valores adotados para Custos das Tecnologias

Tecnologia	Fator de capacidade Máximo (%)	Investimentos Turnkey (US$/kW)	Custo atual da energia - 1 (c/kWh)	Custo do Combustível na energia* (c/kWh)	Eficiência	Tempo Implantação- 10 (meses)
Diesel –2	70	500	17,2	13,2	20	2
GN microturbina -3	70	1500	30,3	18,17	15**	3
GN motor - 4	70	1000	9,08	5,45	50	3
GN célula Combustível - 5	70	1869	9,24	4,62	59	6
Biodiesel - 6	70	500	13,6	9,6	20	12
Biomassa queima - 7	80	900	5	*	69*	12
Eólica – 8	20	1.400	9	0	85*	4
Solar Fotovoltaica -9	20	10.000	125	0	85*	1

Valores baseados na tabela 5.6*

1- O custo do combustível na energia se refere à participação de cada combustível no custo da energia final consumida. No caso da região, este valor é ainda mais importante que o valor total da energia usualmente utilizado, pois, na maioria das vezes, os ribeirinhos recebem os geradores gratuitamente, tendo que arcar apenas com despesas referentes à combustível e, eventualmente, manutenção. Em termos de operação, esta costuma ser feita por um ou mais comunitários sem nenhum ônus aos demais.

2- Para a energia a partir do Diesel, foram utilizados valores calculados com base no levantamento realizado no local. Para os dados técnicos do gerador, os valores adotados foram baseados nos de um gerador Diesel de pequeno porte segundo dados do TED – Technological and Environment Database do programa LEAP 2000 [Ref. 74].

3- A possibilidade de utilização de GN se refere ao Gás Natural Comprimido, que seria trazido de Coari em barcos apropriados. Como não se dispõe de dados específicos sobre custos para um aproveitamento local desta natureza na região, foram utilizados como referência, dados de venda de gás natural canalizado a varejo para consumidores na faixa de consumo de 5001 a 50000 m^3/mês, que correspondem a R$ 0,8941/m^3, ou US$ 0,2980/m^3 [Ref. 75]. O valor de US$1500,00/kW e 15% de eficiência são referentes à utilização de microturbinas a gás. O valor do combustível foi considerado como sendo 60% do valor final da energia gerada.

4- Para o motor a gás, o percentual de 60% para o combustível foi mantido, aumentando-se a eficiência para 50%, neste caso.

5- Para célula de combustível foi utilizado o percentual de 50% para o combustível, dado o maior impacto do valor de implantação nos custos da energia gerada pela mesma. Os valores de custo se referem a dados do TED – Technological and Environment Database do programa LEAP 2000 [Ref. 74].

6- Para o Biodiesel, uma importante alternativa para região, foi adotado como referência o valor de R$1,80 para o consumidor final, para um custo de produção de R$1,20 [Ref. 76]. Estes valores se referem para a venda lucrativa do mesmo. No caso da RDSM, será considerada a hipótese da produção cooperativa sem fins lucrativos e portanto apresentando o preço de custo de R$1,20 como referência.

7-8-9 Valores tirados da Tabela 5.6, exceção das respectivas eficiências, retiradas do TED/LEAP [Ref. 74].

10 – Os tempos de implantação se referem ao tempo necessário para compra, entrega e instalação dos equipamentos. No caso da biomassa, refere-se também ao tempo necessário para plantio e primeira colheita.

C2 - Caracterização Ambiental dos Recursos de Oferta

Meio Aéreo

Para efeito da caracterização de emissões aéreas foram considerados os dados de referência do banco de dados TED – Technological and Environment Database do programa LEAP 2000 [Ref. 74]. Estes valores estão listados nas Tabelas 5.8a, 5.8b, 5.8c, 5.8d e 5.8e.

Tabela 5.8a: Emissões Aéreas de Biomassa - Queima de Madeira

Dióxido de Carbono Biogênico	kg/t	0
Monóxido de Carbono	kg/t	18,8
Metano	kg/t	0,188
Compostos orgânico voláteis Não Metano	kg/t	13
Óxidos de Nitrogênio - NOx	kg/t	1,44
Particulados MP10	kg/t	1,33
Total de Particulados em suspensão	kg/t	3,24
Óxidos de Enxofre	kg/t	0,272

Tabela 5.8b: Emissões Aéreas Biomassa - Motor para biodiesel

Dióxido de Carbono Biogênico	t/TJ	15,3 (CO2/c)
Monóxido de Carbono	kg/TJ	340
Metano	kg/TJ	240
Óxidos de Nitrogênio NOx	kg/TJ	1300

Tabela 5.8c: Emissões Aéreas Microturbina Gás Natural

Óxidos de Nitrogênio NOx	kg/TJ	27,48
Particulados MP10	kg/TJ	1,89
Óxidos de Enxofre	kg/TJ	0,28

Tabela 5.8d: Emissões Aéreas Motor a Gás Natural

Dióxido de Carbono não biogênico	t/TJ	15,3 (CO2/c)
Monóxido de Carbono	kg/TJ	340
Metano	kg/TJ	240
Óxidos de Nitrogênio NOx	kg/TJ	1300

Tabela 5.8e: Emissões Aéreas Motor Diesel

Dióxido de Carbono não biogênico	kg/t	3330
Monóxido de Carbono	kg/t	15,8
Metano	kg/t	0,171
Compostos orgânicos voláteis Não Metano	kg/t	6,42
Óxidos de Nitrogênio NOx	kg/t	51,4
Particulados MP 10	kg/t	1
Total de Particulados em Suspensão	kg/t	1,47
Óxidos de Enxofre	kg/t	8,24

Os recursos Solar fotovoltaico autônomo, Eólico autônomo, Célula Combustível para Gás Natural não apresentam emissões aéreas.

Meio Aquático

Em vista das tecnologias serem de dimensões muito reduzidas, os efeitos do consumo de água para refrigeração não representam impacto significativo. Além disso, as tecnologias escolhidas não apresentam emissões contínuas de efluentes

líquidos, podendo ocorrer apenas alguns vazamentos ou acidentes de pequena monta, cujos impactos ambientais são relativamente pouco significativos.

Meio Terrestre

Analogamente ao meio aquático, os impactos no meio terrestre não são significativos, com exceção do biodiesel e biomassa para queima, que implicariam na necessidade de ampliação de áreas desmatadas para cultivo específico, caso produzidos localmente.

Para estas alternativas, tomou-se como referência o óleo de mamona que produz de 0,5 a 0,9 ton de óleo por ha/ano [Ref. 76], e se considerou como base para estimativa do impacto terrestre, a produção de 0,5 ton /ha, que corresponde à maior área (Ressalta-se que estão em estudo alternativas de biomassa para biodiesel adaptadas às condições da região). Desta forma, por exemplo, para se manter uma comunidade como Punã (~600 pessoas) com 4 h de energia/dia por um ano, seriam necessários aproximadamente 21 ha de área de plantio, para uma estimativa de 2,4 MWh/ton de biodiesel (rendimento de 20% para conversão em energia elétrica).

D) Recursos de Demanda

Conforme verificado em visita ao local, os usos finais de energia elétrica são bastante restritos, sendo o principal uso a iluminação com lâmpadas incandescentes.

Possibilidades de GLD baseadas em tecnologias mais sofisticadas como refrigeração, motores eficientes e tarifação serão deixadas de lado nesta análise por serem pouco representativas no contexto temporal deste estudo de caso.

Quanto a hábitos de uso, os ribeirinhos já fazem uso restrito da energia, sem hábitos perdulários que possam identificados.

Conforme verificado nos dados de demanda, o principal uso final elétrico é a iluminação baseada em lâmpadas incandescentes de 60 W, a uma média de 3 lâmpadas por domicílio.

Este mesmo grau de iluminação poderia ser obtido a partir de 3 lâmpadas fluorescentes tubulares ou compactas de 20 W cada.

Isso representaria uma redução de 67% no consumo mais significativo das residências.

Dessa forma, como exemplo de recurso do lado da demanda será considerada a substituição de lâmpadas incandescentes de 60 W por fluorescentes tubulares (menor custo que as compactas) de 20 W. O valor de compra do conjunto lâmpadas fluorescentes tubulares e reatores é suportável mesmo para os padrões de pouca renda locais e, nos casos de necessidade de suplementação ou subsídio, esses valores são bastante baixos, principalmente em vista das alternativas energéticas para a região. Novamente, ressalta-se que, diferentemente de um processo real de aplicação do PIR, este estudo de caso não considera todas alternativas de recursos energéticos de oferta e demanda, uma vez que tem o intuito de apenas mostrar e balizar a aplicação do modelo de Integração de Recursos.

E) Projeção de Evolução de Parâmetros

Diversos parâmetros referentes aos recursos de oferta e demanda de energia sofrem importantes alterações ao longo do tempo, para este estudo de caso, serão levadas em consideração as evoluções dos seguintes parâmetros técnico-econômicos:

- **Custos de implantação;**
- **Custo da energia gerada;**
- **Eficiência da tecnologia;**
- **Participação do custo do combustível no custo da energia.**

Para estes parâmetros foram adotados os valores da Tabela 5.9 a seguir. Estes valores foram calculados por meio de uma extrapolação linear dos valores sugeridos nas referências consultadas.

Tabela 5.9: Evolução de Parâmetros das Tecnologias de Oferta

Tecnologia	FC (%)	Investimentos Turnkey (US$/kW)				Custo atual da energia c/kWh			
		2005	2009	2014	2019	2005	2009	2014	2019
Diesel –1	70	500	500	500	500	17,2	17,2	12,9	12,9
GN microturbina-2	70	1500	1000	750	500	30,3	26,3	20,5	19,7
GN motor-3	70	1000	750	600	500	9,08	8,2	7,6	7,3
GN célula Combustível-4	70	1869	1402	1121	1000	9,24	7,7	7,2	7,0
Biodiesel-5	70	500	500	500	500	13,6	12,9	12,2	10,9
Biomassa queima-6	80	900	900	900	900	5	4,8	4,5	4,0
Eólica-7	20	1.400	1.330	1.260	1.120	9	8,6	8,1	7,5
Solar Fotovoltaica-8	20	10.000	7.000	5.714	5.000	125	87,5	50,0	25,0

Tabela 5.9: Evolução de Parâmetros das Tecnologias de Oferta - Continuação

Tecnologia	Custo do Combustível na energia c/kWh				Eficiência			
	2005	2009	2014	2019	2005	2009	2014	2019
Diesel –1	13,2	13,2	9,9	9,9	20	20	20	20
GN microturbina-2	18,2	18,2	13,6	13,6	15	15	20	20
GN motor-3	5,5	5,5	5,5	5,5	50	50	50	50
GN célula Combustível-4	4,6	4,3	4,3	4,3	59	63,6	63,6	63,6
Biodiesel-5	9,6	9,1	8,6	7,7	20	20	20	20
Biomassa queima-6	---	---	---	---	69	69	69	69
Eólica-7	0,0	0,0	0,0	0,0	85	85	85	85
Solar Fotovoltaica-8	0,0	0,0	0,0	0,0	85	85	85	85

Como estimativa mais conservativa, os preços do GN e derivados foram considerados sem aumento real em US$ no período, o que representaria uma política de competição com as fontes renováveis.

1- Para o Diesel foram mantidos os valores de investimentos, tecnologia e combustível

2- Para microturbina a gás adotou-se a possibilidade de redução de US$ 1500,00/kW para US$ 500,00 em quinze anos, segundo dados do maior fabricante deste tipo de tecnologia [Ref. 77]. Também foi considerada a possibilidade de melhoria da eficiência, de 15 para 20%.

3- Para o motor a gás foi considerada a possibilidade de redução de US$ 1000,00/kW para US$ 500,00/kW, mantida a eficiência do mesmo.

4- Para Célula Combustível os valores de eficiência são os propostos pelo DOE [Ref. 78] e estima-se um aumento de 59 para 63,9%. A redução de custos foi estimada com base em valores da [Ref. 77].

5- Para o biodiesel os valores referentes a custo do gerador e eficiência acompanharam os do Diesel. Para a energia foi estimada uma redução de custos de

20% pela disseminação e aprendizado da tecnologia de esterificação do óleo vegetal.

6 – 7 –8 Para estes foram mantidas as projeções da [Ref. 9].

Dessa forma, a Etapa 2 permitiu a coleta e organização das informações básicas sobre a demanda e oferta regionais que balizam os estudos e análises realizadas na Etapa 4.

5.4.3.3 Etapa 3: Participação dos En_In

Conforme já mencionado no Capítulo 4, os Envolvidos-Interessados são todos os entes que, de alguma forma, podem influenciar ou serem influenciados pelos resultados do processo de planejamento.

Para uma região como a RDSM, podem-se identificar, grosso modo, como En_In:

- Governo Federal – pelo qual passam decisões de cunho político, social e energético;
- Governo Estadual – responsável pela Reserva;
- Governos Municipais – a região da área focal cobre 3 municípios;
- IDSM – Instituto de Desenvolvimento Sustentável do Mamirauá;
- Ribeirinhos, organizados em associações comunitárias;
- Presidentes das comunidades;
- Organizações Não Governamentais;
- Financiadores do IDSM;
- Investidores e Acionistas;
- Comercializadores de Combustível;
- Fabricantes de tecnologias de oferta e demanda;
- Concessionária de energia Local, dentre outros.

Obviamente, como este estudo de caso não é parte de um PIR concreto, a consideração e envolvimento efetivo de todos estes En_In foge do escopo desta proposta. No entanto, parte dos En_In foi consultada na viagem técnica, focando-se a participação das comunidades locais.

Nesta pesquisa de campo, além dos dados da região, um dos objetivos era o de identificar necessidades de anseios da população e de lideranças locais para compor a etapa de participação dos Envolvidos-Interessados - En_In, além de entrevistas com pesquisadores do IDSM.

Para o levantamento destas informações, foram utilizados 2 questionários, (vide ANEXO A3). Estes questionários foram elaborados para pesquisa de dados da população e da comunidade como um todo. Neste último caso, nas quatro comunidades visitadas, foram entrevistados os presidentes das comunidades, além de 10 famílias por comunidade, em média. Para validação e complementação das informações coletadas, foram entrevistados também pesquisadores e especialistas do IDSM.

Os resultados, dentro das limitações deste estudo, mostram que a maioria da população anseia por:

- Aumento de renda;
- Melhoria do acesso a bens de consumo, com destaque ao freezer;
- Melhoria da saúde;
- Fornecimento de água potável na seca;
- Educação;
- Aumento no fornecimento de energia elétrica.

A população já se mostra sensível à necessidade de preservação, uma vez que boa parte da renda vem da pesca, que estava prejudicada antes da formação da RDSM – Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Mamirauá.

Além disso, as comunidades apresentam alto grau de integração e consciência política, utilizando necessariamente reuniões dos comunitários para tomada das decisões mais importantes, resultado de trabalhos do IDSM junto a esta população.

Apesar da pesquisa efetuada neste estudo de caso não envolver os governos interessados, alguns elementos relevantes puderam ser levantados a partir da maneira como os governos Federal, Estadual e Municiais têm lidado com a região.

As prefeituras, por exemplo, têm fornecido gratuitamente os geradores Diesel, bem como as instalações elétricas de distribuição e iluminação pública.

Em termos de atuação Federal, a região pode contar com recursos do PRODEEM – Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios do Ministério de Minas e Energia - para obtenção de equipamento de energia solar fotovoltaica [Ref. 79]. Também o CNPq, através dos fundos setoriais, tem financiado a implantação de protótipos para geração de energia de forma sustentável na Amazônia, o que certamente deverá se reverter em consolidação destas formas de geração na região [Ref. 80].

Com base nesta constatação, foi possível assumir hipóteses quanto ao envolvimento de outros Envolvidos-Interessados, além daqueles abordados na pesquisa direta. Adotou-se como premissa de planejamento que a aquisição de tecnologias de oferta se dará por meio de financiamentos de fundo perdido e doações. Além disso, a possível necessidade de subsídios ou incentivos será considerada factível na região.

5.4.3.4 Etapa 4: Determinação de Critérios e Elementos de Análise

A Etapa 4, além dos dados fornecidos na Etapa 3, deve atender às determinações do PIR propriamente dito. É dele que virão elementos estratégicos concretos para determinação das variáveis quantitativas do planejamento, que serão trabalhadas no processo de Integração de Recursos.

Os demais elementos serão obtidos da análise dos dados da região e da participação dos Envolvidos-Interessados.

As diretrizes assumidas para o PIR da região orientam para as seguintes metas:

- 5 anos: fornecimento de energia elétrica 24 h/dia a todas as comunidades para 100% dos domicílios;
- 10 anos: incremento do consumo pela utilização de usos finais que agreguem valor às atividades produtivas dos comunitários;
- 15 anos: manutenção sustentável da satisfação às necessidades energéticas.

A estes elementos-chave somam-se os identificados como objetivos da Etapa 3:

- Aumento da renda;
- Melhoria do acesso a bens de consumo, com destaque ao freezer;
- Melhoria da saúde;
- Fornecimento de água potável na seca;
- Educação.

A partir destes objetivos serão levantados os elementos de análise para os períodos previstos.

A) Elementos para Análise do Período de 2005 a 2009

O crescimento populacional vigente neste período será de 5% aa.

Neste período, a meta principal deverá ser o fornecimento de energia de forma ininterrupta às comunidades para 100% dos domicílios.

Este fator é preponderante pelo fato de que, antes que isso aconteça, a atividade de armazenamento de peixes torna-se impossível. Essa atividade poderia ser pensada em termos de frízeres individuais de 220 l e 450 l, onde poderiam ser armazenados, respectivamente, 200 e 400 kg de peixe pescado na safra para revenda na entressafra.

Essa possibilidade agregaria uma renda adicional de 1600 a 3200 R$/ano por família que se dedica à pesca.

Além disso, a disponibilidade de energia elétrica durante o dia permite que a mandioca seja trabalhada através de motores elétricos (de baixo custo) e deixe de ser trabalhada manualmente. Atualmente, esta etapa de produção só é mecanizada nas famílias que podem pagar por um motor a gasolina. Essa diferença representa ganhos essencialmente sociais, pois as famílias, além de aumentarem sua renda pela maior produtividade, ganham em qualidade de vida e saúde. O ganho de produtividade com uso de motores elétricos em relação aos manuais foi estimado em 30%, por ser a "ceva" (processo de ralar a mandioca) uma das etapas mais desgastantes do processo de fabrico da farinha.

O plano prevê que as 24 h de atendimento em todas as comunidades sejam atingidas ao fim de 5 anos. Neste período, espera-se que 50% das famílias que se dedicam ao fabrico de mandioca adquiram motores para tal e 25% das que se dedicam à pesca adquiram frízeres, por ser este último de preço elevado para os padrões locais. Nas famílias que vivem da farinha, esse percentual seria de 10% para os frízeres, pela menor renda que a farinha proporciona, dificultando a compra destes equipamentos.

Também nestes 5 anos, deverão ser previstos os suprimentos necessários à satisfação das demandas dos sistemas de bombeamento de água para consumo humano. Neste caso, utilizou-se a média de 0,3 Wh/l de água bombeada, para uma necessidade média de 20 l/pessoa/dia.

Para as escolas, projeta-se a instalação de sistemas solares para atendimento de todas no período noturno e usode tecnologia de informação, que vem sendo inserida nas comunidades através de usos de computadores e acesso à internet. Para atendimento das demandas de eletricidade escolar será dada prioridade aos sistemas solares fotovoltaicos, pelas razões anteriormente descritas.

Para os demais usos finais será utilizada uma taxa de crescimento de 10% aa.

B) Elementos para Análise do Período de 2010 a 2014

Neste período, considera-se que o papel da disponibilidade de energia como elemento agregador de valor à atividade produtiva já esteja consolidado entre os ribeirinhos.

O crescimento populacional vigente neste período será assumido como 3% aa.

Espera-se que, com o aumento das áreas com permissão para pesca, o percentual de famílias que se dedicam a esta atividade passe de 20 para 30% e que 50% delas possuam frízeres para armazenamento. Nas famílias que vivem da farinha, o percentual seria de 25% passaria a possuir estes equipamentos.

O percentual de domicílios que trabalham com a farinha passaria de 90 para 80%.

Neste período, estima-se que o percentual de famílias com motores elétricos para o fabrico de mandioca saltará de 50 para 75%.

Os demais usos finais mantêm a taxa de 10% aa, até atingirem 100%.

Com o aumento da renda, o percentual de famílias que tem acesso a outros usos finais deverá aumentar, por esta razão, foi considerada uma taxa de 10% aa.

C) Elementos para Análise do Período de 2015 a 2019

Neste período, considera-se que haverá uma consolidação do plano de energização local, com 80% das casas possuindo frízeres, no caso da pesca, e 50% nas dedicadas à farinha.

O crescimento populacional vigente neste período seria de 2% aa.

O percentual de domicílios que trabalham com a farinha passaria de 80 para 70% e haveria, concomitantemente, um aumento no percentual de famílias dedicadas à pesca, passando de 30 para 50%.

No caso do fabrico da farinha de mandioca, 100% das famílias passariam a possuir motores elétricos para esta finalidade.

Neste momento, opções mais poluentes e baratas deverão ir cedendo lugar para as sustentáveis, já que se trata de uma obrigação legal da reserva a busca do desenvolvimento sustentável.

Além da demanda, a evolução dos parâmetros das alternativas energéticas, aliadas à evolução das condições de vida dos habitantes, deverão afetar a Avaliação dos

Custos Completos - ACC, que será melhor descrita no item 5.4.3.5 adiante. Os pesos relativos dos *elementos de análise* da ACC serão alterados conforme as condições locais se alterem como resultado do plano.

A seguir, a Tabela 5.10 apresenta as evoluções dos percentuais de participação dos usos finais. A Tabela 5.11 apresenta os valores absolutos de demanda de energia elétrica em (kWh)/(ano)/(usos finais) e total.

Finalmente, a Tabela 5.12 apresenta a demanda incremental, além da que é suprida atualmente, a ser atendida pelo PIR.

Tabela 5.10: Evolução Percentual dos Usos Finais

	Usos Finais	Unidade	2005	2006	2007	2008	2009	2014	2019
População			1927	2023	2124	2230	2342	2484	2534
Número de domicílios			321	337	354	372	390	390	422
Renda		**USD/domicílio**	909	950	1011	1080	1160	1385	1898
Domicílios Eletrificados - 90%			92	94	96	98	100	100	100
Demandas									
Iluminação	*Lamparina Diesel*	**Litros/ano**	9,6	7,2	4,8	2,4	0	0	0
	Velas	**Libras/ano**	28,8	21,6	14,4	7,2	0	0	0
	Incandescente	**kWh/ano**	368	473	578	683	788	788	853
	Fluorescente								
	Ilum Pública	**kWh/ano**	70365	73883	77577	81456	85529	85529	92552
Outros usos	*Ventilador*	**% domicílios**	19,8	21,8	24,0	26,4	29,0	35,1	38,6
	TV	**% domicílios**	55,0	60,5	66,6	73,2	80,5	97,4	100,0
	Som	**% domicílios**	69,3	76,2	83,9	92,2	100,0	100,0	100,0
	Eletrodoméstico	**% domicílios**	22,0	24,2	26,6	29,3	32,2	39,0	42,9
	Ferro passar	**% domicílios**	9,9	10,9	12,0	13,2	14,5	17,5	19,3
	Outros	**% domicílios**	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Refrigeração	*Freezer*	**% domicílios**	6	7	8	9	10	25	50
Bombeamento		**% domicílios**	20	40	60	80	100	100	100

Tabela 5.10: Evolução Percentual dos Usos Finais - continuação

	Usos Finais	Unidade	2005	2006	2007	2008	2009	2014	2019
Atividade Produtiva – Farinha – 90%			90	90	90	90	90	80	70
Demandas									
Aquecimento	*Fornos a lenha*	**% domicílios**	90	90	90	90	90	70	70
Energia Motriz	*Motor gasolina*	**% domicílios**	20	20	20	20	20	20	10
	Manual	**% domicílios**	70	60	50	40	30	5	0
	Motor elétrico	**% domicílios**	10	20	30	40	50	75	100
Toneladas de farinha		**Toneladas**	56,87	63,29	72,44	85,19	102,87	112,71	123,32
Atividade Produtiva – Pesca –20% dos domicílios			21	22	23	24	25	30	50
Demandas		**Unidade**							
Freezer p/congelamento	*Feezer 220l*	**% domicílios**	3	5	10	15	20	40	64
	Freezer 450l	**% domicílios**	1	2	3	4	5	10	16
Toneladas de peixe		**Toneladas**	128,01	137,11	146,86	157,30	168,48	185,75	289,45
Peixe armazenado		**Toneladas**	3,21	6,07	11,33	17,10	23,42	46,84	81,09
Escolas – 20									
Demandas		**Unidade**							
Iluminação	*Fluorescente - Solar*	**% escolas**	60	70	80	90	100	100	100

Tabela 5.11: Evolução das Demandas em kWh

	Usos Finais	Unidade	2005	2006	2007	2008	2009	2014	2019
População			1927	2023	2124	2230	2342	2484	2534
Número de domicílios			321	337	354	372	390	390	422
Renda		**USD/domicílio**	909	950	1011	1080	1160	1385	1898
Domicílios Eletrificados - 90%			92	94	96	98	100	100	100
Demandas									
Iluminação	*Lamparina Diesel*	**Litros/ano**	9,6	7,2	4,8	2,4	0	0	0
	Velas	**Libras/ano**	28,8	21,6	14,4	7,2	0	0	0
	Incandescente	**kWh/ano**	112512	144658	176805	208951	241097	433975	530414
	Fluorescente								
	Ilum Pública	**kWh/ano**	70365	73883	77577	81456	85529	85529	92552
Outros usos	*Ventilador*	**kWh/ano**	5304	5835	6418	7060	7766	9397	10336
	TV	**kWh/ano**	24556	27012	29713	32684	35953	43503	47853
	Som	**kWh/ano**	30941	34035	37438	41182	100	102	103
	Eletrodoméstico	**kWh/ano**	1473	1621	1783	1961	2157	2610	2871
	Ferro passar	**kWh/ano**	6078	6685	7354	8089	8898	10767	11844
	Outros	**kWh/ano**	7064	7417	7788	8178	8586	8586	9292
Refrigeração	*Freezer*	**kWh/ano**	9633	11800	14160	16727	19515	48787	105586
Bombeamento		**kWh/m³**	844	1772	2791	3907	5128	0	0
Atividade Produtiva – Farinha – 90%			90	90	90	90	90	70	70
Demandas		**Unidade**							
Aquecimento	*Fornos a lenha*	**Ton/ano**	90	90	90	90	90	90	90
Energia Motriz	*Motor gasolina*	**47 kWh/ton**	535	595	681	801	967	1059	580
	Manual	**47 kWh/ton**							
	Motor elétrico	**47 kWh/ton**	267	595	1021	1602	2417	3973	5796
Toneladas de farinha		**Toneladas**							
Atividade Produtiva – Pesca -20% dos domicílios			21	22	23	24	25	50	51
Demandas		**Unidade**							
Freezer p/congelamento	*Freezer 220l*	**kWh/ton**	4816	8429	17700	27878	39029	78059	135150
	Freezer 450l	**kWh/ton**	1605	3372	5310	7434	9757	19515	33788

Tabela 5.12: Demanda Incremental a Ser Atendida pelo PIR

	Usos Finais	Unidade	2005	2006	2007	2008	2009	2014	2019
Demandas									
Iluminação	*Lamparina Diesel*	**Litros/ano**							
	Velas	**Libras/ano**							
	Incandescente	**kWh/ano**	93760	120548	147338	174126	200914	361646	442012
	Fluorescente		0	0	0	0	0	0	0
	Ilum Pública	**kWh/ano**	58638	61569	64648	67880	71274	71274	77127
			0	0	0	0	0	0	0
Outros usos	*Ventilador*	**kWh/ano**	0	531	1114	1756	2462	4093	5032
	TV	**kWh/ano**	0	2456	5157	8128	11397	18947	23297
	Som	**kWh/ano**	0	3094	6497	10241	-30841	-30839	-30838
	Eletrodoméstico	**kWh/ano**	0	148	310	488	684	1137	1398
	Ferro passar	**kWh/ano**	0	607	1276	2011	2820	4689	5766
	Outros	**kWh/ano**	0	353	724	1114	1522	1522	2228
			0	0	0	0	0	0	0
Refrigeração	*Freezer*	**kWh/ano**	8027	9834	11800	13939	16262	40656	87988
Bombeamento		**kWh/m3**	844	1772	2791	3907	5128	0	0
Atividade Produtiva – Farinha – 90%			90	90	90	90	90	70	70
Demandas		**Unidade**							
Aquecimento	*Fornos a lenha*	**Ton/ano**		90	90	90	90	90	90
Energia Motriz	*Motor gasolina*	**47 kWh/ton**		595	681	801	967	1059	580
	Manual	**47 kWh/ton**							
	Motor elétrico	**47 kWh/ton**	267	595	1021	1602	2417	3973	5796
Toneladas de farinha		**Toneladas**							
Atividade Produtiva – Pesca –20% dos domicílios			21	22	23	24	25	50	51
Demandas		**Unidade**							
Freezer p/congelamento	*Freezer 220l*	**kWh/ton**	4816	8429	17700	27878	39029	78059	135150
	Freezer 450l	**kWh/ton**	1606	3372	5310	7434	9757	19515	33788
Escolas – 20									
Demandas		**Unidade**							
Iluminação	*Fluorescente - Solar*	**KWh/ano**	461	614	768	922	1075	1075	1075
totais			**250298**	**314625**	**382301**	**453632**	**483764**	**1003693**	**1780661**

Esses elementos subsidiarão a composição dos *elementos de análise* da AvaliaçãoCustos Completos da Etapa 5 e as premissas das Etapas 6 e 9.

5.4.3.5 ETAPA 5: AVALIAÇÃO DOS CUSTOS COMPLETOS

Conforme descrito no Capítulo 4, a Etapa 5 envolve a aplicação da metodologia de Avaliação dos Custos Completos, a qual vem sendo utilizada e tendo sua aplicação adequada à realidade brasileira no âmbito do GEPEA - Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e está mais bem descrita no ANEXO A1.

A metodologia em questão será aplicada neste estudo de caso segundo uma série simplificada de *elementos de análise* que comporão as dimensões Técnico-Econômica, Ambiental e Social de cada recurso considerado. Para facilitação da aplicação da metodologia, considerou-se também a dimensão Política, de acordo com o sugerido em [Ref. 19].

Os *elementos de análise* são elementos diferenciados que compõem as dimensões analisadas e caracterizam os recursos energéticos analisados, fontes e tecnologias, segundo os pormenores de cada dimensão.

A seguir, são explicitados os *elementos de análise* que compuseram o estudo aqui efetuado. Para um melhor entendimento das pontuações apresentadas remete-se aos itens de C a G do ANEXO A1.

Ressalta-se que, dados o grande número de alternativas e elementos de análise, não será feita uma explanação sobre o porquê de cada escolha, o que, além de fugir do escopo deste trabalho, pode ser melhor verificado em [Ref. 19].

Pode-se notar também que alguns elementos aparecem em mais de uma dimensão. Embora possa parecer uma contagem múltipla do mesmo aspecto, isso sempre é feito quando os elementos influenciam mais de uma opção.

Os pesos relativos dos elementos de análise estão descritos de forma mais detalhada no item A da Etapa 9.

A) Dimensão Técnico-Econômica

Para avaliação da dimensão econômica, foram utilizados os elementos de análise da Tabela 5.13 a seguir.

Tabela 5.13: Elementos de Análise Dimensão Técnico-Econômica

Fator Técnico-Econômico		Peso do Elemento de Análise		Alternativa Insatisfatória (25%)	Alternativa Regular (50%)	Alternativa Satisfatória (75%)	Melhor Alternativa (100%)
	Elemento de Análise	Símbolo	KFCte*				
Custos Inerentes	Custo Unitário de Geração: Cki = US$/kWinst	A		Cki > 2.000	1.000 < Cki <2.000	750 < Cki < 1000	Cki < 750
	Tempo de Construção: Tc = Anos	B		Tc > 2	1 < Tc <2	0,5 < Tc < 1	Tc < 0,5
	Suprimento da energia primária: SC = US$/MWh	A		SC > 50	40 < SC < 50	20 < SC < 40	SC < 20
	Financiamento	C	12	Juros altos com exposição cambial	Juros baixos com exposição cambial	Juros altos sem exposição cambial	Juros baixos sem exposição cambial
	Poluição atmosférica	C		Emissão de SOx e CO2	Emissão de CO2 fóssil	Emissão de CO2 de biomassa	Sem emissões
	Obras adicionais solicitadas	A		Obras com custo de até 20% do custo original da usina	Obras com custo de até 10% do custo original da usina	Obras com custo de até 5% do custo original da usina	Sem obras adicionais
PONTUAÇÃO TOTAL DO FATOR TÉCNICO-ECONÔMICO							

* Para um melhor entendimento das variáveis da ACC remete-se aos itens de C a G do ANEXO A1.

Nota-se que um importante elemento que não foi considerado é a comparação da Taxa Interna de Retorno - TIR. Em uma análise usual de planejamento energético, a consideração desse elemento de análise é imprescindível, no entanto, para este caso, seria difícil uma comparação entre os recursos, onde os mesmos podem ser adquiridos a fundo perdido ou através de doação, além de terem fatores de capacidade muito distintos do usual e sem uma previsibilidade do número de horas de utilização anual.

B) Dimensão Ambiental

Para avaliação da dimensão ambiental foram utilizados os elementos de análise da Tabela 5.14 a seguir.

Os elementos dão mais ênfase às emissões aéreas, de acordo com as informações levantadas na Etapa 2.

Para o caso do CO_2, foi dada preferência a nenhuma emissão e, em seguida às emissões de biomassa, que possuem balanço zero.

Tabela 5.14: Elementos de Análise Dimensão Ambiental

Fator Ambiental		Peso do Elemento de Análise		Alternativa Insatisfatória (25%)	Alternativa Regular (50%)	Alternativa Satisfatória (75%)	Melhor Alternativa (100%)
	Elemento de Análise	Símbolo	KFCam				
Aspectos	Alteração da qualidade da água	C		Alterações significativas na qualidade da água com significativo impacto ambiental	Alterações significativas na qualidade da água com pequeno impacto ambiental	Alterações não significativas na qualidade da Água	Sem alteração na qualidade da água
	Natureza do Combustível: Renovável ou Não	C		Não renovável	--	--	Renovável
	Desmatamento (ha)	C		A > 50	20 < A < 40	10 < A < 20	A < 10
	Poluentes Atmosféricos	C	18	Emissão de Poluentes em áreas saturadas	Emissão de Poluentes em áreas insaturadas	Emissão de poluentes em pequena quantidade	Sem emissões de poluentes
	Emissão de CO2	C		Emissão de CO2 fóssil	--	Emissão de CO2 de biomassa	Sem emissão de CO2
	Poluição sonora	B		Cumprimento parcial da legislação	Cumprimento da legislação	Cumprimento acima do estabelecido pela legislação	Sem ruído
	impactos fauna local	A		Necessidade de modificações no projeto	muita influência	pouca influência	nenhuma influência
PONTUAÇÃO TOTAL DO FATOR AMBIENTAL							

C) Dimensão Social

Para avaliação da dimensão social foram utilizados os elementos de análise da Tabela 5.15 a seguir.

Tabela 5.15: Elementos de Análise Dimensão Social

Fator Social		Peso do Elemento de Análise		Alternativa Insatisfatória (25%)	Alternativa Regular (50%)	Alternativa Satisfatória (75%)	Melhor Alternativa (100%)
Aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCs				
	Geração de Empregos	C		Ocupação adicional sem emprego	Não geração emprego nem ocupação adicional	Empregos temporários	Empregos permanentes após o fim da obra
	Desenvolvimento da Infra-Estrutura Local	A		Não utilização da energia gerada na região da usina e piora da qualidade de vida	Atração de investimentos sem melhoria da qualidade de vida regional	–	Atração de investimentos com melhoria da qualidade de vida regional
	Povos Indígenas e Quilombolas	C	15	Povos Indígenas	Povos Quilombolas	Proprietários não indígenas ou quilombolas	Baixa densidade populacional
	Efeitos do desequilíbrio ambiental no meio social	C		Grande potencial de Alteração	Potencial de Alteração mediano	Potencial de Alteração pequeno	Sem alteração
	Poluição sonora	C		Descumprimento da legislação	Cumprimento parcial da legislação	Cumprimento da legislação	Cumprimento acima do estabelecido pela legislação
	Poluição atmosférica com impactos na saúde	B		Emissão de SOx NOx e MP	Emissão de SOx NOx e MP	Emissão de SOx NOx em pequenas quantidades	Nenhuma emissão
PONTUAÇÃO TOTAL DO FATOR SOCIAL							

D) Dimensão Política

Para avaliação da dimensão política foram utilizados os elementos de análise da Tabela 5.16 a seguir.

Tabela 5.16: Elementos de Análise Dimensão Política

Fator Político		Peso do Elemento de Análise		Alternativa Insatisfatória (25%)	Alternativa Regular (50%)	Alternativa Satisfatória (75%)	Melhor Alternativa (100%)
	Elemento de Análise	Símbolo	KFCp				
Aspectos Considerados	Programas oficiais de incentivo à expansão da Oferta de Energia Elétrica	A		Linhas de crédito oficiais e complementação da iniciativa privada	Linhas de crédito oficiais	Subsídios, linhas de crédito oficiais	Doações, fundo perdido
	Know-How da forma de geração	A		Sem Experiência	Pequena Experiência	Com Experiência	Grande Experiência
	Licenciamento Ambiental	C		histórico de rejeição	Casos semelhantes de aceitação e rejeição	Mais casos de aceitação	Sem necessidade de licenciamento
	Oposição da Sociedade Organizada	C	15	Rejeição incondicional da usina	--	Rejeição Parcial	Sem rejeição
	Risco Cambial: Danos causados por turbulências Internacionais	A		100% da Dívida em moeda estrangeira	75% da Dívida em moeda estrangeira	50% da Dívida em moeda estrangeira	Sem exposição cambial
	Influência em Áreas Indígenas ou Quilombolas	C		Povos Indígenas	Povos Quilombolas	Proprietários não indígenas ou quilombolas	Baixa densidade populacional
	Disponibilidade estratégica do energético	A		Acima de 80% Importado ou preço atrelado ao dólar	20% Nacional x 80% Importado	40% Nacional x 60% Importado	Acima de 40% Nacional
	Pressão da Opinião Pública Internacional	A		Sem aceitação	Histórico de rejeição	Parcialmente aceito	Totalmente aceito
PONTUAÇÃO TOTAL DO FATOR POLÍTICO							

E) Aplicação do Modelo à Região do Estudo de Caso

Para realização da ACC, foram construídas tabelas de valoração dos elementos de análise para cada recurso energético considerado. Para classificação dos recursos segundo seus respectivos custos completos foi utilizado a versão trial do software Expert Choice, descrito no ANEXO A2.

Para composição da análise, foi utilizado o método de estruturação de "cima para baixo", ou seja, do objetivo (menor custo completo) para as opções, segundo critérios múltiplos. Os critérios serão as dimensões técnico-econômica, ambiental, social e política e seus respectivos elementos de análise.

Ressalta-se que este software permite realizar análises de sensibilidade, além de explicitar o grau de inconsistência das avaliações, quando for o caso.

Sendo assim, para a aplicação da ACC para as tecnologias em questão, foram geradas as Tabelas 5.17, 5.18, 5.19 e 5.20 a seguir, que contém o detalhamento das avaliações para o momento inicial.

Tabela 5.17 Classificação - Fator Técnico-Econômico - Iteração 1 - 2005

Fator Técnico-Econômico		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
	Elemento de Análise	Símbolo	KFCte									
Custos Inerentes	Custo Unitário de Geração: Cki = US$/kWinst	A		75%	100%	100%	25%	50%	50%	50%	50%	25%
	Tempo de Construção: Tc = Anos	B		50%	50%	100%	100%	100%	75%	75%	50%	100%
	Suprimento da energia primária: SC = US$/MWh	A		100%	25%	25%	100%	100%	25%	25%	50%	100%
	Financiamento	C	13	75%	75%	75%	25%	25%	25%	25%	25%	100%
	Poluição atmosférica	C		75%	75%	25%	100%	100%	25%	25%	50%	100%
	Obras adicionais solicitadas	A		25%	25%	100%	100%	100%	25%	25%	25%	100%

Tabela 5.18 Classificação - Fator Ambiental- Iteração 1 - 2005

Fator Ambiental		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum
	Elemento de Análise	Símbolo	KFCam									
Aspectos	Alteração da qualidade da água	C		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Natureza do Combustível: Renovável ou Não	C		100%	100%	25%	100%	100%	25%	25%	25%	100%
	Desmatamento (ha)	C	10	50%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Poluentes Atmosféricos	C		75%	75%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%
	Emissão de CO2	C		75%	75%	25%	100%	100%	25%	25%	25%	100%
	Poluição sonora	B		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	75%	100%
	impactos fauna local	A		75%	75%	75%	100%	75%	75%	75%	75%	100%

Tabela 5.19 - Classificação - Fator Social- Iteração 1 - 2005

Fator Social		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
Aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCs									
	Geração de Empregos	C		100%	100%	25%	50%	50%	25%	25%	75%	25%
	Desenvolvimento da Infra-Estrutura Local	A		100%	100%	50%	50%	50%	100%	100%	100%	25%
	Povos Indígenas e Quilombolas	C		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Efeitos do desequilíbrio ambiental no meio social	C	9	25%	50%	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%
	Poluição sonora	C		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	50%	100%
	Poluição atmosférica com impactos na saúde	B		25%	25%	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%

Tabela 5.20 - Classificação - Fator Político- Iteração 1 - 2005

Fator Político		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos Considerados	Elemento de Análise	Símbolo	KFCp									
	Programas oficiais de incentivo à expansão da Oferta de Energia Elétrica	A		25%	50%	75%	100%	50%	25%	75%	25%	75%
	Know-How da forma de geração	A		25%	25%	100%	100%	25%	25%	25%	25%	25%
	Licenciamento Ambiental	C		50%	75%	75%	100%	100%	50%	75%	100%	100%
	Oposição da Sociedade Organizada	C	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Risco Cambial: Danos causados por turbulências Internacionais	A		100%	100%	100%	25%	25%	25%	25%	25%	100%
	Influência em Áreas Indígenas ou Quilombolas	C		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Disponibilidade estratégica do energético	A		100%	100%	25%	100%	100%	25%	25%	25%	100%
	Pressão da Opinião Pública Internacional	A		75%	75%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%

Apenas para esta etapa, de forma a ilustrar o processo, são apresentadas as Tabelas 5.21, 5.22, 5.23 e 5.24, que contém as médias calculadas segundo a metodologia da ACC descrita no ANEXO A1, itens de C a G. Para as demais iterações, as tabelas de médias foram omitidas.

Tabela 5.21 - Notas - Fator Técnico-Econômico- Iteração 1 - 2005

Fator Técnico-Econômico		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
Custos Inerentes	Elemento de Análise	Símbolo	KFCte									
	Custo Unitário de Geração: Cki = US$/kWinst	A		17,31	23,08	23,08	5,77	11,54	11,54	11,54	11,54	5,77
	Tempo de Construção: Tc = Anos	B		7,69	7,69	15,38	15,38	15,38	11,54	11,54	7,69	15,38
	Suprimento da energia primária: SC = US$/MWh	A		23,08	5,77	5,77	23,08	23,08	5,77	5,77	11,54	23,08
	Financiamento	C	13	5,77	5,77	5,77	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	7,69
	Poluição atmosférica	C		5,77	5,77	1,92	7,69	7,69	1,92	1,92	3,85	7,69
	Obras adicionais solicitadas	A		5,77	5,77	23,08	23,08	23,08	5,77	5,77	5,77	23,08

Tabela 5.22 - Notas - Fator Ambiental- Iteração 1 - 2005

Fator Ambiental		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum
Aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCam									
	Alteração da qualidade da água	C		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	Natureza do Combustível: Renovável ou Não	C		10,00	10,00	2,50	10,00	10,00	2,50	2,50	2,50	10,00
	Desmatamento (ha)	C	10	5,00	5,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	Poluentes Atmosféricos	C		7,50	7,50	5,00	10,00	10,00	5,00	5,00	10,00	10,00
	Emissão de CO2	C		7,50	7,50	2,50	10,00	10,00	2,50	2,50	2,50	10,00
	Poluição sonora	B		10,00	10,00	10,00	20,00	10,00	10,00	10,00	15,00	20,00
	impactos fauna local	A		22,50	22,50	22,50	30,00	22,50	22,50	22,50	22,50	30,00

Tabela 5.23 - Notas - Fator Social- Iteração 1 - 2005

Fator Social		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCs									
	Geração de Empregos	C		11,11	11,11	2,78	5,56	5,56	2,78	2,78	8,33	2,78
	Desenvolvimento da Infra-Estrutura Local	A		33,33	33,33	16,67	16,67	16,67	33,33	33,33	33,33	8,33
	Povos Indígenas e Quilombolas	C		11,11	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11
	Efeitos do desequilíbrio ambiental no meio social	C	9	2,78	5,56	2,78	11,11	11,11	5,56	5,56	8,33	11,11
	Poluição sonora	C		5,56	5,56	5,56	11,11	5,56	5,56	5,56	5,56	11,11
	Poluição atmosférica com impactos na saúde	B		5,56	5,56	5,56	22,22	22,22	11,11	11,11	16,67	22,22

Tabela 5.24 - Notas - Fator Político- Iteração 1 - 2005

Fator Político		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos Considerados	Elemento de Análise	Símbolo	KFCp									
	Programas oficiais de incentivo à expansão da Oferta de Energia Elétrica	A		4,17	8,33	12,50	16,67	8,33	4,17	12,50	4,17	12,50
	Know-How da forma de geração	A		4,17	4,17	16,67	16,67	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17
	Licenciamento Ambiental	C		2,78	4,17	4,17	5,56	5,56	2,78	4,17	5,56	5,56
	Oposição da Sociedade Organizada	C	18	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56
	Risco Cambial: Danos causados por turbulências Internacionais	A		16,67	16,67	16,67	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	16,67
	Influência em Áreas Indígenas ou Quilombolas	C		5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56
	Disponibilidade estratégica do energético	A		16,67	16,67	4,17	16,67	16,67	4,17	4,17	4,17	16,67
	Pressão da Opinião Pública Internacional	A		12,50	12,50	8,33	16,67	16,67	8,33	8,33	16,67	16,67

Segundo a aplicação do programa Expert Choice, os recursos foram classificados segundo o gráfico da Figura 5.1 a seguir.

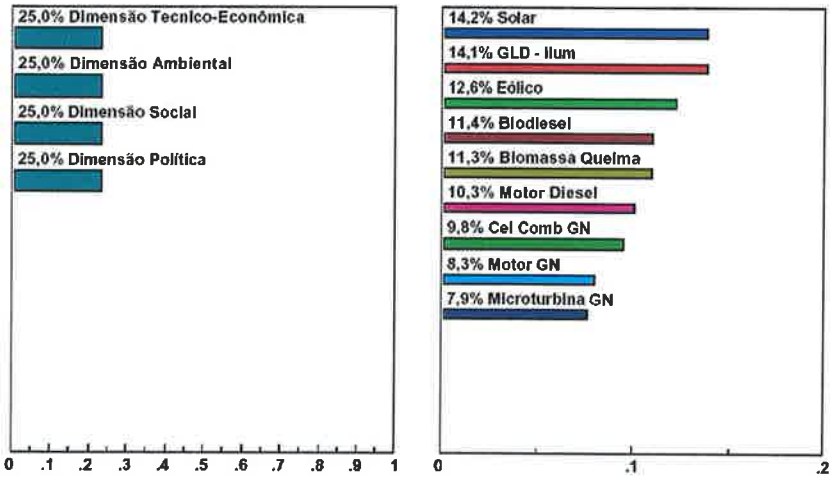


Figura 5.1: Classificação dos Recursos de Oferta para o Momento 1 - Iteração 1- 2005

Análise de Sensibilidade

Uma análise de sensibilidade foi realizada para verificar a influência de erros de avaliação/valoração dos *elementos de análise* sobre o resultado final da classificação.

Foram feitas 4 variações, segundo um aumento da importância, em 20%, de cada dimensão em relação às demais.

Os resultados indicaram que, variando-se em 20% cada um dos pesos das dimensões separadamente, os resultados variaram sem, no entanto, alterar a classificação dos 4 melhores recursos (Vide Figuras 5.2a, 5.2b, 5.2c, 5.2d).

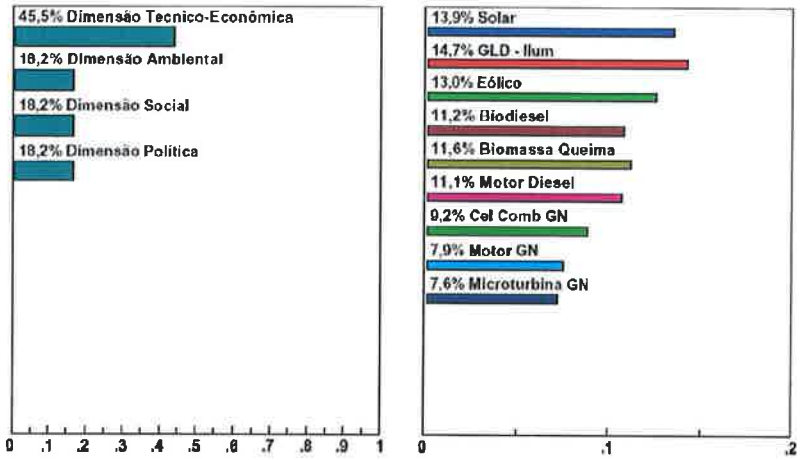


Figura 5.2a: Análise de Sensibilidade – Aumento de 20% na Dimensão Técnico-Econômica

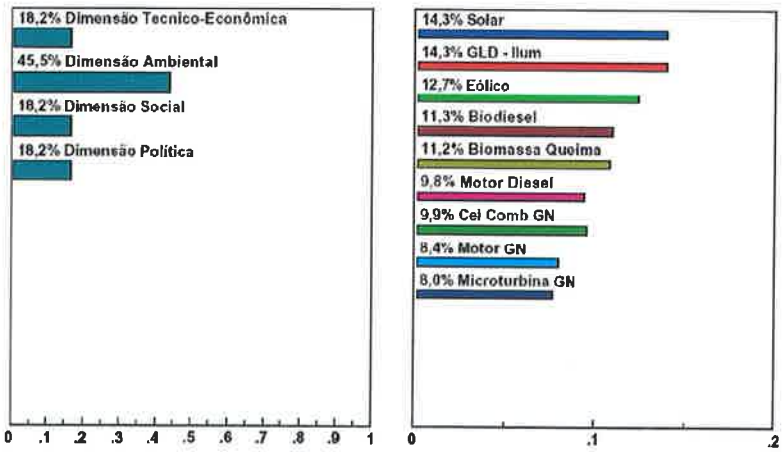


Figura 5.2b: Análise de Sensibilidade – Aumento de 20% na Dimensão Ambiental

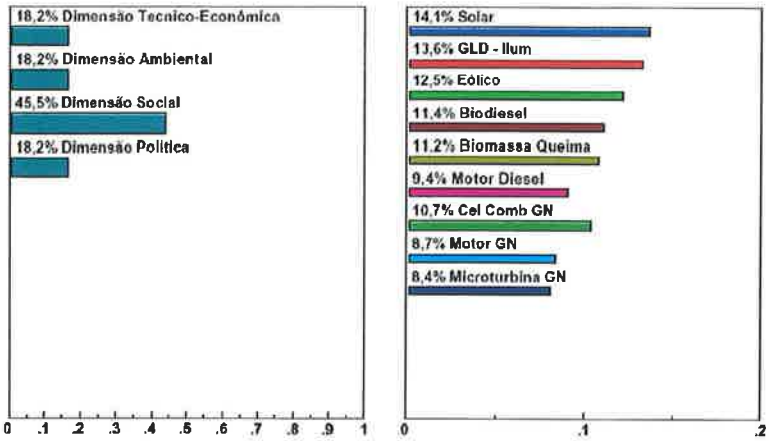


Figura 5.2c: Análise de Sensibilidade – Aumento de 20% na Dimensão Social

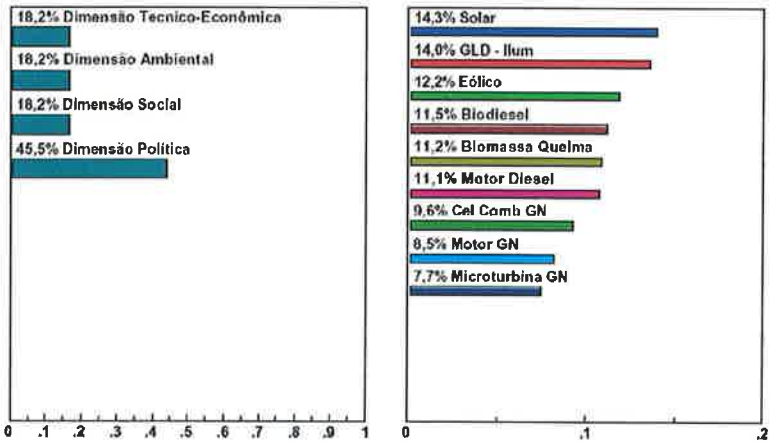


Figura 5.2d: Análise de Sensibilidade – Aumento de 20% na Dimensão Política

De posse destas informações, será elaborado o plano preferencial do momento 1 na Etapa 6, para o quê, foi mantida como referência à classificação apresentada na Figura 5.1.

5.4.3.6 Etapa 6: Alocação Temporal de Recursos para o Plano Preferencial

Os recursos terão sua distribuição temporal de acordo com a classificação resultante da aplicação da ACC considerando-se as possibilidades e limitações de cada um em função de características locais.

As limitações se referem a restrições e possibilidades momentâneas ou inerentes aos recursos, tais como potencial de geração inferior às necessidades, incentivos fiscais etc..

Os recursos considerados neste caso, em função de atenderem uma pequena área e população, não apresentam limitações de potencial, como seria de se esperar em um planejamento de maior âmbito. A exceção fica por conta do GLD, que, neste caso, está limitado à troca de lâmpadas incandescentes por fluorescentes.

A) Premissas adotadas

Para este momento, será previsto um plano de GLD que troque as lâmpadas incandescentes por fluorescentes. Este plano tem como premissa sua continuidade durante todo o período de planejamento.

Os geradores Diesel existentes, com potência instalada de 158,5 kW, funcionam sub-carregados. Dessa maneira, enquanto a capacidade necessária para atendimento da demanda não ultrapassar este valor, o acréscimo de energia a partir desta fonte será referente apenas ao combustível para uso nos geradores existentes. Só após isto ocorrer, será considerada a inserção de nova capacidade geração.

Os geradores solares, pelo seu baixo fator de capacidade, serão utilizados para atendimento das demandas escolares (aulas noturnas) e metade na necessidade de bombeamento. Os geradores eólicos, também devido ao seu baixo fator de capacidade (0,2 para a região) serão utilizados para atividades intermitentes: bombeamento e motorização para produção da farinha de mandioca.

Para as demais atividades, que requerem maior qualidade e continuidade do fornecimento de energia, será utilizado o biodiesel.

De acordo com estas premissas, com a classificação realizada na Etapa 5 e as demandas projetadas na Etapa 4, chegou-se a configuração de recursos para o momento 1, apresentada na Tabela 5.25.

Tabela 5.25: Recursos para o Momento 1 – Iteração 1 - 2005

	kWh	% do total kWh	kW	% do total kW	Custo Implantação Total – USD/ano	Custo Combustível USD/ano
Solar	883	0,5%	2,0	9%	20155	0
GLD	62507	37,1%	7,1	32%	6422	0
Eólico	689	0,4%	1,6	7%	2202	0
Biodiesel	104340	62,0%	12	53%	0	21738
Total	168419	100,0%	22,6	100%	28779	21738

Ressalta-se que este plano do momento 1 não é completo por si só. Ele é um indicativo para composição do plano para o período de 2005-2009, uma vez que não se pode tratar a disponibilização de energia elétrica, de maneira conveniente, em períodos tão curtos de tempo.

De posse do plano para o momento 1 passa-se a Etapa 7, de composição de cenário.

5.4.3.7 Etapa 7: Composição de Cenários

De acordo com o plano proposto na Etapa 6, é necessário que se proceda a uma verificação do cenário produzido por este plano preferencial.

Uma maneira de realizar esta tarefa, conforme já mencionado no item 4.2.2.7 do Capítulo 4, é a modelagem através de ferramentas computacionais como o LEAP – Long-range Energy Alternatives Planning System [Ref. 74]. Neste software é possível criar-se um modelo de evolução da demanda e oferta de energia e mensurar os impactos ambientais e energéticos do mesmo.

No entanto, dada a extrema simplicidade do estudo de caso, estes parâmetros podem ser calculados sem a necessidade de ferramentas deste porte, bastando apenas a construção de planilhas de cálculo.

Para o plano preferencial do momento 1 tem-se um cenário ambiental confortável, dado o não aumento da geração Diesel, decorrente da entrada do Biodiesel.

Neste caso, devem-se projetar as áreas e desmatamentos necessários ao cultivo da biomassa para esterificação. Estes valores são apresentados na Tabela 5.26.

Tabela 5.26: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 1 – Iteração 1- 2005

	MWh/ano	Toneladas	área de cultivo	média por comunidade
Biodiesel	104	43	87	4

Em termos de emissões, estas são desprezíveis, dada a grande área de dispersão e a capacidade de geração, extremamente reduzida, não necessitando, portanto, de uma projeção numérica neste momento.

Em termos de potenciais e recursos naturais, estes também são pouco afetados, com exceção da área para cultivo, que, por estar em uma reserva de desenvolvimento sustentável, deve ser limitada.

O aumento da produção de farinha pode ser um elemento limitador das possibilidades do biodiesel, uma vez que compete pelo desmatamento do local. Por isso, foram projetados os desmatamentos ao longo do horizonte de planejamento.

Segundo a produção projetada na Tabela 5.10 da Etapa 4, na Tabela 5.27 são apresentadas as projeções de desmatamento para cultivo.

Tabela 5.27: Evolução do Desmatamento para Produção de Farinha de Mandioca

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2014	2019
Ton/ha	8	8	7	7	6	5	5	5
Desmatamento	482	506	531	558	585	585	585	634

5.4.3.8 Etapa 8: Análise Sócio-Econômica e Ambiental do Plano

Em termos socioeconômicos, a disponibilização de energia, conforme as premissas anteriormente descritas, permite a elevação da renda familiar de 2 maneiras: armazenamento de peixes para entressafra e processamento da mandioca. A evolução da renda pode ser visualizada na Tabela 5.10 da Etapa 4.

Além disso, o cultivo de biomassa tende a gerar empregos, dada a grande área de cultivo necessária para este fim. Segundo os ribeirinhos, uma família pode cultivar até 10 ha. Nesta base, 9 famílias poderiam se dedicar ao cultivo energético,

perfazendo 2,7 % do total previsto de famílias. Outra abordagem, igualmente interessante, é o cultivo comunitário, com cada família dedicando parte de seu tempo e beneficiando-se da redução de custos com o combustível para geração.

Com a disponibilidade de energia solar para mais escolas, o número de vagas pode ser ampliado, através de implantação do período noturno, lembrando-se que algumas escolas só não o tem por falta de um sistema iluminação adequado.

Da mesma forma, a disponibilidade de energia para bombeamento (solar e eólico) traz impactos significativos para a sociedade local, principalmente para as mulheres, que passam a gastar menos tempo com a captação de água no período das secas [Ref. 9]. O fato destes usos prioritários serem providos por energias como a solar e eólica, trazem um elemento de garantia ao fornecimento que não se conseguiria com o biodiesel. Em eventuais condições de desabastecimento de combustível por falta de condições financeiras, estes usos não seriam afetados.

Em qualquer dos casos, o plano em questão é interessante socialmente, por trazer benefícios imediatos e tangíveis às famílias.

Em termos de factibilidade, a região pode contar com doações de geradores solares, tanto do IDSM como do PRODEEM [Ref. 79].

Em termos do biodiesel, há o recente programa de incentivo ao seu uso, a ser implementado pela Eletrobrás [Ref. 73].

Em termos de custos com energia, para que se inicie o ciclo de desenvolvimento desejado, torna-se necessário o subsídio ao pagamento do combustível, pois, a partir dos padrões atuais de renda, não é possível passar-se do fornecimento de 4 h/dia para as necessárias 24 h/dia. Isto porque, o custo do biodiesel (apenas do combustível) incidente sobre as famílias beneficiadas inicialmente, consumiria 37,24% da renda familiar, projetada para 908 US$ anuais.

Aqui se deve ressaltar a importância da validade de uma política de subsídios para o caso em questão. A menção a um plano energético que consuma 37% da renda anual de uma família, certamente causa estranheza a primeira vista. No entanto, uma renda anual domiciliar de US$ 908,00, para domicílios onde vivem, em média, 6 pessoas,

representa uma renda per capita de US$ 0,41/dia. Ao se comparar com a referência para a qual se define a linha de pobreza [Ref. 9], que é de US$ 1,00/capita/dia, vê-se a extrema carência da população local, que vive com menos da metade deste valor.

Dessa maneira, a região, que tem como premissa básica de existência o desenvolvimento sustentável, não pode prescindir de uma política energética que proporcione, a todos os habitantes locais, acesso à energia e o desenvolvimento por ela proporcionado, sob pena de comprometer a dimensão social do desenvolvimento e, portanto, comprometer toda a sustentabilidade local.

Neste sentido, a própria Secretaria de Petróleo, Gás e Combustíveis Renováveis do Ministério de Minas e Energia, que é um dos Envolvidos-Interessados do plano, defende uma política de subsídios ao biodiesel, mesmo em mercados desenvolvidos e consolidados [Ref. 81].

No caso da realização de um plano real de PIR, sendo os governos Federal e Estadual parte dos En_In, deve-se calcular o montante de subsídio a ser fornecido e verificar se este atende às restrições e possibilidades impostas por estes. Como subsídio considerou-se o montante necessário para cobrir os custos com combustível a partir da capacidade de pagamento dos habitantes, de R$10,00/domicílio/mês. Este valor foi corrigido em cada período, segundo o mesmo percentual de aumento de renda propiciado pelo plano.

Para esta etapa do processo, o montante total anual de subsídios ao biodiesel seria de US$ 120/domicílio/ano ou US$ 20,00/hab/ano, perfazendo um total de US$ 8.894,00/ano. Este subsídio cobre 41 % do valor da energia de biodiesel.

Esta etapa do plano garante um fornecimento de energia elétrica de 44 kWh/mês/domicílio, o que é ainda um valor bastante baixo, mas compatível com o primeiro ano de um plano desta natureza.

5.4.3.9 Etapa 9: Iterações

As iterações, conforme dito no Capítulo 4, conferem maior grau de refinamento do PIR e devem ser estabelecidas de acordo com a abrangência e precisão necessárias ao processo de planejamento.

Para este estudo de caso, estabeleceram-se iterações anuais para os primeiros 5 anos do plano (2004-2009) e iterações qüinqüenais para os 2 períodos restantes (2010-2014) e (2015-2019).

Dessa forma, haverá 7 iterações sucessivas para o plano completo, conforme detalhado adiante.

Para efeito deste estudo, as etapas de 1 a 4 não serão refeitas formalmente, embora a metodologia seja prevista desta maneira.

Conforme já dito, embora baseado em dados reais, o estudo de caso se torna bastante simples em função das características da região do Mamirauá. Dessa maneira, os dados serão atualizados conforme se identifiquem eventuais restrições ou alterações de panorama de uma iteração para a seguinte.

Para as sucessivas aplicações da ACC nas iterações, os elementos de análise sofrerão modificações em sua importância relativa, conforme descrito a seguir.

A) Evolução dos Pesos Relativos dos Elementos de Análise da Avaliação dos Custos Completos

De acordo com os elementos de planejamento explicados na Etapa 4, projetou-se a seguinte evolução dos pesos Relativos dos elementos de análise da ACC.

A1- Dimensão Técnico-Econômica

Para a dimensão técnico-econômica foram estabelecidos os pesos relativos dos elementos de análise apresentados na Tabela 5.28.

Tabela 5.28: Evolução de Pesos Relativos dos Elementos de Análise – Dimensão Técnico Econômica

	2005-2009	2009-2014	2015-2019
1- Custo Unitário de Geração: Cki = US$/kWinst	A	A	A
2- Tempo de Construção: Tc = Anos	B	C	C
3- Suprimento da energia primária: SC = US$/MWh	A	A	B
4- Financiamento	C	C	B
5- Poluição atmosférica	C	C	B
6- Obras adicionais solicitadas	A	B	C

1- O custo unitário de geração tem importância máxima, devido ao grande impacto que exerce sobre a disponibilização de energia, em qualquer momento do período em estudo.

2- O tempo de construção tem impacto um pouco maior em um primeiro momento, devido ao grande lapso no atendimento das comunidades locais. Posteriormente, por se tratar de uma região pequena e a ser atendida de forma descentralizada, os tempos de construção exercerão pouco impacto econômico na disponibilização de energia.

3- O suprimento da energia primária é determinante da disponibilidade de energia nos 2 primeiros períodos de planejamento, mas deve exercer menor impacto em um momento de maior renda per capita, o que é esperado para o período de 2014 a 2019.

4- O financiamento foi colocado como sendo de menor importância pois, dadas as características descritas da região, esta pode contar com financiamento de fundo perdido e doações, minimizando o impacto econômico deste fator, que, no entanto, deve ganhar importância no futuro.

5- A poluição atmosférica é pensada em termos de bônus de carbono, que serão mais importantes no terceiro período, de consolidação do plano.

6- Obras adicionais referem-se à possibilidade de aumento de custos inesperados devido a obras não previstas. Além disso, para biomassa pode-se referir a implantação de novas áreas de cultivo ou uma unidade de esterificação de óleos vegetais. Para o gás natural, pode-se referir a uma unidade para recebimento de gás natural comprimido. Este fator deverá ter mais impacto em um primeiro momento de poucos recursos e deverá ter sua importância diminuída ao longo do tempo conforme a infra-estrutura de energia se consolide na região.

A2 – Dimensão Ambiental

Para a dimensão ambiental foram estabelecidos os pesos relativos dos elementos de análise apresentados na Tabela 5.29.

Tabela 5.29: Evolução de Pesos Relativos dos Elementos de Análise – Dimensão Ambiental

	2005-2009	2009-2014	2015-2019
1- Alteração da qualidade da água	C	C	C
2- Natureza do Combustível: Renovável ou Não	C	B	A
3- Desmatamento (ha)	C	B	A
4- Poluentes Atmosféricos	C	B	A
5- Emissão de CO2	C	B	A
6- Poluição sonora	B	B	B
7- Impactos fauna local	A	A	A

1- A alteração da qualidade da água tem importância relativa pequena, dado o grande volume dos rios regionais e o pouco impacto das tecnologias de pequena escala.

2- A natureza do combustível, renovável ou não, começa baixa, dada a pouca importância em um primeiro momento, de necessidade preemente de disponibilização energética, e deve adquirir a importância devida ao longo do horizonte de planejamento, até atingir o máximo, no terceiro período.

3- Analogamente ao anterior, o desmatamento deve adquirir importância ao longo do período, uma vez que, atualmente, a área desmatada não é significativa.

4- Os poluentes atmosféricos têm menos importância inicial em função de não haver concentração destes no atual momento e devem ganhar importância futura em função da necessidade de se manter o modelo de desenvolvimento desejado para a região.

5- A emissão de CO_2 deve ganhar influência na análise ao longo do período, conforme se consolidem os mecanismos de desenvolvimento limpo.

6- A poluição sonora tem pouco efeito no meio ambiente da região, dadas as grandes áreas e o fato das comunidades serem rodeadas pela vegetação, que atua como barreira natural.

7- A fauna local é protegida por lei e deve ser preservada em qualquer situação.

A3 – Dimensão Social

Para a dimensão Social foram estabelecidos os pesos relativos dos elementos de análise apresentados na Tabela 5.30.

Tabela 5.30: Evolução de Pesos Relativos dos Elementos de Análise – Dimensão Social

	2005-2009	2009-2014	2014-2019
1- Geração de Empregos	C	B	A
2- Desenvolvimento da Infra-Estrutura Local	A	B	C
3- Povos Indígenas e Quilombolas	C	C	C
4- Efeitos do desequilíbrio ambiental no meio social	C	B	A
5- Poluição sonora	C	B	A
6- Poluição atmosférica com impactos na saúde	B	A	A

1- A geração de empregos tem grande importância, mas, em um primeiro momento, é relativamente menos importante que os demais elementos de análise.

2- O desenvolvimento da infra-estrutura local é de fundamental importância para o desenvolvimento social desejado, mas sua importância deve ser reduzida futuramente, conforme a infra-estrutura necessária seja disponibilizada.

3- A importância deste fator é reduzida pela baixíssima presença de povos indígenas na região do Mamirauá, estando restrita apenas a uma pequena comunidade. Ressalta-se ainda que esta comunidade já pratica os valores culturais das demais, sem preservação da cultura indígena original.

4- O desequilíbrio ambiental no meio social tem importância reduzida inicialmente, pelo fato da população local estar disposta a ter energia "a qualquer custo". No entanto, esse é um fator que deve ganhar importância futuramente.

5- A poluição sonora tem grande impacto social, uma vez que os geradores ficam próximos dos domicílios, mas, novamente, não é sentida como problema pela população neste momento.

6- Dada a quase inexistente infra-estrutura de saúde regional, impactos na saúde da população têm grande repercussão negativa em qualquer momento do planejamento, mas é minimizada no primeiro momento.

A4 – Dimensão Política

Para a dimensão Política, foram estabelecidos os pesos relativos dos elementos de análise apresentados na Tabela 5.31.

Tabela 5.31: Evolução de Pesos Relativos dos Elementos de Análise – Política

	2005-2009	2009-2014	2015-2019
1- Programas oficiais de incentivo à expansão da Oferta de Energia Elétrica	A	A	A
2- Know-How da forma de geração	A	A	A
3- Licenciamento Ambiental	C	B	A
4- Oposição da Sociedade Organizada	C	B	A
5- Risco Cambial: Danos causados por turbulências Internacionais	A	B	B
6- Influência em Áreas Indígenas ou Quilombolas	C	C	C
7- Disponibilidade estratégica do energético	A	B	C
8- Pressão da Opinião Pública Internacional	A	A	A

1- Os programas de incentivo à geração serão sempre fundamentais em uma região que necessita de energia com a premissa de sustentabilidade e preservação e, ao mesmo tempo, sendo formada por uma população pobre. Por esta razão, este elemento foi mantido com pontuação máxima.

2- O "know-how" das formas de geração é fundamental na região, que não pode depender de tecnologias cuja manutenção requeira custos fora da realidade nacional.

3- O licenciamento ambiental tem pouca influência neste período de planejamento, onde se vislumbram apenas tecnologias de pequeno porte e que, portanto, estão dispensadas deste procedimento. No entanto, conforme o montante de capacidade instalada aumente esse fator ganha mais importância.

4- A oposição da sociedade organizada terá sempre grande influência no fator político. Na região, que já conta com uma organização bem estruturada, a importância deste elemento de análise será crescente, uma vez que hoje há praticamente uma unanimidade quanto à necessidade de qualquer forma de geração.

5- O risco cambial é importante e é máximo inicialmente, pela fragilidade financeira local. Em um segundo momento tem sua importância reduzida, uma vez que as doações e investimentos de fundo perdido minimizam este fator.

6- Novamente, pela baixa ocorrência de populações indígenas no local, a influência política destas é minimizada em relação às demais.

7- A disponibilidade do energético é fundamental inicialmente, pelas dificuldades locais, mas tende a ser reduzida futuramente em função do maior poder de compra dos ribeirinhos.

8- A RDSM conta com financiamento de órgãos internacionais de preservação ambiental e, neste sentido, a influência da opinião pública internacional reflete-se diretamente no dia-a-dia da reserva.

As avaliações das tecnologias serão feitas de acordo com sua evolução ao longo do tempo e as implicações que possam ter sobre cada elemento de análise. Embora se possam efetuar as avaliações futuras dos recursos com base nas projeções de seus parâmetros e das demandas e rendas futuras, o mesmo não pode se dizer de alguns elementos de análise, como por exemplo emissões atmosféricas, que dependem dos recursos e montantes escolhidos em cada período. Sendo assim, estas serão procedidas como resultado das iterações do processo.

B) Período 2005-2009

Para este período, será composto um plano preferencial a partir dos sucessivos planos das iterações 1 a 5 (2005 a 2009).

A iteração 1 foi feita em detalhe anteriormente. Para as demais, será dada ênfase apenas aos parâmetros e/ou condições que se diferenciem da anterior.

B1- Iteração 2 – 2006.

Como não foram identificadas restrições impeditivas na iteração anterior, procedeu-se a ACC para o momento 2, em função das variações que ocorreriam para este momento.

Etapa 5: Avaliação dos Custos Completos – I2 (iteração 2)

Analogamente à iteração 1, foi aplicada a ACC para a iteração 2. Por se tratar de análise semelhante, os resultados foram colocados no ANEXO A4, nas Tabelas A4.1, A4.2, A4.3 e A4.4 do ANEXO A4.

A partir desta nova aplicação da ACC, chegou-se à mesma classificação de recursos da iteração anterior.

Etapa 6: Alocação Temporal de Recursos para o Plano Preferencial- I2

A análise desta iteração permanece análoga à da iteração anterior, apenas considerando-se os valores para 2006, apresentados na Tabela 5.32 a seguir.

Tabela 5.32: Recursos Energéticos Para o Momento 1 – Iteração 2 - 2006

	kWh	% do total kW	kW	% do total kW	Custo Implantação Total – USD/ano	Custo Combustível USD/ano
Solar *	618	1,20%	1	16%	14100	0
GLD *	21431	41,66%	2	27%	6743	0
Eólico*	792	1,54%	2	20%	2532	0
Biodiesel*	28607	55,60%	3	37%	0	27697
Total*	51447	100,00%	9	100%	23375	27697

*Refere-se à capacidade adicionada a anterior.

Etapa 7: Composição de Cenários - I2

A análise desta etapa permanece análoga à da iteração anterior. No entanto, deve-se projetar as novas áreas e desmatamentos necessários ao cultivo da biomassa para esterificação (vide Tabela 5.33).

Tabela 5.33: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 1 – Iteração 2- 2006

	MWh/ano	Toneladas	área de cultivo	média por comunidade
Biodiesel	133	55	111	5

Em termos de emissões, estas continuam desprezíveis, dada a grande área de dispersão e a capacidade de geração, extremamente reduzida.

Etapa 8: Análise Socioeconômica do Plano – I2

A análise desta etapa permanece análoga à da iteração anterior, com as diferenças apresentadas a seguir.

O cultivo de biomassa para biodiesel se expande e chega a 111 ha. Neste caso, seriam necessárias 11 famílias, ou 3,3% do total. Neste contexto, ainda seria possível trocar o trabalho exclusivo por parte do tempo dedicado a outras culturas. Em termos de renda pode-se considerar que, no caso de cultivo para produção do biodiesel, seria a mesma obtida com a venda de farinha de mandioca.

No entanto, com 3,3% das famílias dedicando-se ao cultivo energético, deve-se reajustar, os valores de produção e desmatamento da farinha de mandioca. Além disso, o valor percentual do custo da energia por família deve subir proporcionalmente, uma vez que a renda gerada para as famílias dedicadas ao cultivo energético deve vir das demais.

Em termos de custos com energia, os gastos com combustível consumiriam 22,32% da renda familiar, projetada para 950 US$ anuais.

Neste período, o montante total anual de subsídios ao biodiesel seria de US$ 101/domicílio/ano ou US$ 17,00/hab/ano, perfazendo um total a ser gasto de US$ 13.595,00/ano. Este subsídio cobre 49% do valor do custo de produção de energia de biodiesel.

Esta etapa do plano garante um fornecimento de energia elétrica de 54 kWh/mês/domicílio.

Neste momento, não se identificam objeções a este plano e passa-se a iteração 3.

B2 - Iteração 3 – 2007.

Como não foram identificadas restrições impeditivas na verificação anterior, procedeu-se a ACC para o ano 3, em função das variações que ocorreriam para este momento.

Etapa 5: Avaliação dos Custos Completos – I3 (iteração 3)

As avaliações dos recursos no ano 2007 são apresentadas nas Tabelas A4.5, A4.6, A4.7 e A4.8 do ANEXO A4.

Em função das poucas variações introduzidas, a classificação de recursos ficou semelhante à da iteração anterior, o mesmo ocorrendo com a análise de sensibilidade e, por esta razão, os gráficos e análises foram omitidos.

Etapa 6: Alocação Temporal de Recursos para o Plano Preferencial- I3

A análise desta etapa permanece análoga à da iteração anterior, apenas considerando-se agora os valores para 2007, apresentados na Tabela 5.34 a seguir.

Tabela 5.34: Recursos Energéticos Para o Momento 1 – Iteração 3 - 2007

	kWh	% do total kWh	kW	% do total kW	Custo Implantação Total – USD/ano	Custo Combustível USD/ano
Solar *	663	1,13%	1,5	15%	15139	0
GLD *	21431	36,63%	2,4	24%	7080	0
Eólico*	936	1,60%	2,1	21%	2990	0
Biodiesel*	35476	60,64%	4	40%	0	35088
Total*	58506	100,00%	10,1	100%	25210	35088

* Refere-se à capacidade adicionada a anterior.

Etapa 7: Composição de Cenários – I3

A análise desta etapa permanece análoga à da iteração anterior. No entanto, deve-se projetar as novas áreas e desmatamentos necessários ao cultivo da biomassa para esterificação (vide Tabela 5.35).

Tabela 5.35: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 1 – Iteração 3- 2007

	MWh/ano	Toneladas	área de cultivo	média por comunidade
Biodiesel	168	70	140	7

Em termos de emissões, estas continuam desprezíveis, dada a grande área de dispersão e a capacidade de geração, extremamente reduzida.

Etapa 8: Análise Socioeconômica do Plano – I3

A análise desta etapa permanece análoga à da iteração anterior, com as diferenças ressaltadas a seguir.

O cultivo de biomassa para biodiesel se expande e chega a 140 ha. Neste caso, seriam necessárias 14 famílias, ou 4% do total.

Em termos de custos com energia, os gastos com combustível consumiriam 17% da renda familiar, projetada para 1010 US$ anuais.

Neste período, o montante total anual de subsídios ao biodiesel seria de US$ 91/domicílio/ano ou US$ 15,00/hab/ano, perfazendo um total a ser gasto de US$ 19.338,00/ano. Este subsídio cobre 55% do valor da energia de biodiesel.

Esta etapa do plano garante um fornecimento de energia elétrica de 66 kWh/mês/domicílio.

Neste sentido, não se identificam objeções severas a este plano e passa-se a iteração 4.

B3 - Iteração 4 – 2008.

Como não foram identificadas restrições impeditivas na verificação anterior procedeu-se a ACC para o momento 4, em função das variações que ocorreriam para este momento.

Etapa 5: Avaliação dos Custos Completos – I4 (iteração 4)

As avaliações dos recursos no ano 2008 são apresentadas nas Tabelas A4.9, A4.10, A4.11 e A4.12 do ANEXO A4.

Novamente, a classificação de recursos ficou semelhante à da iteração anterior, o mesmo ocorrendo com a análise de sensibilidade.

Etapa 6: Alocação Temporal de Recursos para o Plano Preferencial- I4

A análise desta etapa permanece análoga à da iteração anterior, apenas considerando-se agora os valores para 2008, apresentados na Tabela 5.36 a seguir.

Tabela 5.36: Recursos Energéticos Para o Momento 1 – Iteração 4 - 2008

	kWh	% do total kWh	kW	% do total kW	Custo Implantação Total – USD/ano	Custo Combustível USD/ano
Solar*	712	1,17%	1,6	15%	16247	0
GLD *	21431	35,15%	2,4	22%	7434	0
Eólico*	1139	1,87%	2,6	24%	3641	0
Biodiesel*	37695	61,82%	4	39%	0	42941
Total*	60976	100,00%	11,0	100%	27321	42941

*Refere-se à capacidade adicionada a anterior.

Etapa 7: Composição de Cenários – I4

Neste caso, deve-se projetar as novas áreas e desmatamentos necessários ao cultivo da biomassa para esterificação (vide Tabela 5.37).

Tabela 5.37: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 1 – Iteração 4- 2008

	MWh/ano	Toneladas	área de cultivo	média por comunidade
Biodiesel	206	86	172	8

Em termos de emissões, estas continuam desprezíveis, dada a grande área de dispersão e a capacidade de geração, extremamente reduzida.

Etapa 8: Análise Socioeconômica do Plano – I4

A análise desta etapa permanece análoga à da iteração anterior, com as diferenças ressaltadas a seguir.

O cultivo de biomassa para biodiesel se expande e chega a 172 ha. Neste caso, seriam necessárias 17 famílias, ou 4,6% do total.

Em termos de custos com energia, os gastos com combustível consumiriam 14% da renda familiar, projetada para 1080 US$ anuais.

Neste período, o montante total anual de subsídios ao biodiesel seria de US$ 85/domicílio/ano ou US$ 14,00/hab/ano, perfazendo um total de US$ 25.273,00/ano. Este subsídio cobre 59% do valor da energia de biodiesel.

Esta etapa do plano garante um fornecimento de energia elétrica de 76 kWh/mês/domicílio.

Neste sentido, não se identificam objeções severas a este plano e passa-se a iteração 5.

B4) Iteração 5 – 2009

Como não foram identificadas restrições impeditivas na verificação anterior, procedeu-se a ACC para o momento 5, em função das variações que ocorreriam para este momento.

Etapa 5: Avaliação dos Custos Completos – I5 (iteração 5)

As avaliações dos recursos no ano 2009 são apresentadas nas Tabelas A4.13, A4.14, A4.15 e A4.16 do ANEXO A4.

Novamente, a classificação de recursos ficou semelhante à da iteração anterior, o mesmo ocorrendo com a análise de sensibilidade.

Etapa 6: Alocação Temporal de Recursos para o Plano Preferencial- I5

A análise desta iteração permanece análoga à da iteração anterior, apenas considerando-se agora os valores para 2009, apresentados na Tabela 5.38a seguir.

Tabela 5.38: Recursos Energéticos Para o Momento 1 – Iteração 5 - 2009

	kWh	% do total kWh	kW	% do total kW	Custo Implantação Total – USD/ano	Custo Combustível USD/ano
Solar*	764	1,20%	1,7	15%	17445	0
GLD *	21431	33,64%	2,4	20%	7806	0
Eólico*	1426	2,24%	3,3	27%	4556	0
Biodiesel*	40092	62,93%	5	38%	0	51294
Total	63713	100,00%	12,0	100%	29807	51294

*Refere-se à capacidade adicionada a anterior.

Etapa 7: Composição de Cenários – I5

Neste caso, deve-se projetar as novas áreas e desmatamentos necessários ao cultivo da biomassa para esterificação (vide Tabela 5.39).

Tabela 5.39: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 1 – Iteração 5- 2009

	MWh/ano	Toneladas	área de cultivo	média por comunidade
Biodiesel	246	103	205	10

Em termos de emissões, estas ainda são desprezíveis, dada a grande área de dispersão e a capacidade de geração, extremamente reduzida, conforme pode ser verificado na Tabela 5.40.

Tabela 5.40: Emissões Aéreas Anuais para 2009

	Referência	Emissões anuais absolutas (toneladas)
Dióxido de Carbono Biogênico	15,3 t/TJ	13,56
Monóxido de Carbono	340 kg/TJ	0,30
Metano	240 kg/TJ	0,21
Óxidos de Nitrogênio NOx	1300 kg/TJ	1,15

Os valores da Tabela 5.40 mostram-se bastante baixos e, portanto, compatíveis com a desejada preservação ambiental do local.

Etapa 8: Análise Socioeconômica do Plano – I5

A análise desta etapa permanece análoga à da iteração anterior, com as ressalvas a seguir.

O cultivo de biomassa para biodiesel se expande e chega a 205 ha. Neste caso, seriam necessárias 21 famílias, ou 5,26% do total.

Em termos de custos com energia, os gastos com combustível consumiriam 12% da renda familiar, projetada para 1159 US$ anuais.

Neste período, o montante total anual de subsídios ao biodiesel seria de US$ 80/domicílio/ano ou US$ 13,00/hab/ano, perfazendo um total de US$ 31.367,00/ano. Este subsídio cobre 61% do valor da energia de biodiesel.

Esta etapa do plano garante um fornecimento de energia elétrica de 86 kWh/mês/domicílio.

B5) Plano do período 2005-2009

Dessa forma, como a análise não identificou a necessidade de alteração do plano inicial, será mantida a solução baseada em energia solar, eólica e biodiesel, aliados a um plano de GLD para iluminação residencial.

Os montantes acumulados para o período encontram-se na Tabela 5.41 a seguir.

Tabela 5.41: Recursos Energéticos para o Período 2005-2009

	kWh	% do total kWh	kW	% do total kW	Custo Implantação Total – USD/ano	Custo Combustível USD/ano
Solar	3639	0,90%	8,3	13%	83087	
GLD	148230	36,78%	16,9	26%	35485	
Eólico	4981	1,24%	11,4	18%	15921	
Biodiesel	246210	61,09%	28,1	43%	0	51294
total	403060	100,00%	64,7	100%	134493	51294

Ressalta-se neste plano a significativa participação dos recursos de demanda, cabendo ao GLD, 26% da capacidade disponibilizada em 2009.

Em termos de subsídios, o montante anual gasto será de US$ 31.367,00, para um total acumulado de US$ 98.467,00 no período de 2005 a 2009. Portanto, trata-se de um valor bastante baixo, se considerarmos que o plano aumenta a energia disponibilizada per capita de 44 kWh/mês/domicílio para 86 kWh/mês/domicílio, um aumento percentual de 197%. No entanto, ressalta-se que o percentual de subsídio para energia aumentou sistematicamente no período, mas ainda assim, mantendo-se dentro de valores exeqüíveis. Ressalta-se que a energia per capita domiciliar inclui toda a energia disponibilizada, englobando bombeamento de água, iluminação pública etc.

C) Período 2010-2014

Neste período, foram introduzidas as alterações necessárias ao cumprimento das premissas definidas na Etapa 4.

C1 - Iteração 6 – 2010

De acordo com as premissas anteriormente determinadas, passa-se a elaboração da iteração 6.

Etapa 5: Avaliação dos Custos Completos – I6 (iteração 6)

As avaliações dos recursos no período de 2010 a 2014 segundo a aplicação da ACC são apresentadas nas Tabelas 5.42, 5.43, 5.44 e 5.45 a seguir.

Tabela 5.42 - Classificação - Fator Técnico-Econômico - Iteração 6 – 2010-2014

Fator Técnico-Econômico		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
Custos Inerentes	Elemento de Análise	Símbolo	KFCte									
	Custo Unitário de Geração: Cki = US$/kWinst	A		75%	100%	100%	25%	50%	**100%**	100%	50%	**100%**
	Suprimento da energia primária: SC = US$/MWh	A		100%	25%	25%	100%	100%	25%	25%	50%	100%

Tabela 5.43 - Classificação - Fator Ambiental - Iteração 6 – 2010-2014

Fator Ambiental		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum
Aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCam									
	Desmatamento (ha)	C	10	**25%**	**25%**	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Poluentes Atmosféricos	C		**50%**	**50%**	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%
	Poluição sonora	B		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	75%	100%
	impactos fauna local	A		75%	75%	75%	100%	75%	75%	75%	75%	100%

Tabela 5.44 - Classificação - Fator Social - Iteração 6 – 2010-2014

Fator Social		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCs									
	Desenvolvimento da Infra-Estrutura Local	A		**50%**	**50%**	50%	50%	50%	100%	100%	100%	25%
	Efeitos do desequilíbrio ambiental no meio social	C	9	25%	**25%**	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%
	Poluição sonora	C		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	50%	100%
	Poluição atmosférica com impactos na saúde	B		25%	25%	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%

Tabela 5.45 - Classificação - Fator Político - Iteração 6 – 2010-2014

Fator Político		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos Considerados	Elemento de Análise	Símbolo	KFCp									
	Know-How da forma de geração	A		25%	**100%**	100%	100%	**100%**	25%	25%	25%	**100%**
	Licenciamento Ambiental	C		50%	75%	75%	100%	100%	50%	75%	100%	100%
	Oposição da Sociedade Organizada	C	18	100%	**50%**	**75%**	100%	100%	**75%**	100%	100%	100%
	Pressão da Opinião Pública Internacional	A		75%	75%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%

Verificou-se que, mesmo com as mudanças introduzidas na análise, a classificação dos recursos pouco se alterou.

A partir da ACC realizada, manteve-se ainda a mesma classificação anterior.

Análise de Sensibilidade

Analogamente à iteração 1, as mudanças verificadas através da análise de sensibilidade não justificam a criação de mais um plano preferencial para composição de cenários distintos.

Etapa 6: Alocação Temporal de Recursos para o Plano Preferencial- I6

A análise desta iteração leva em consideração um aumento da participação das energias solar e eólica, que passam, cada uma, a suprir, além do anteriormente descrito, a iluminação residencial em percentuais de 25% do total, ficando os 50% restantes a cargo da geração a biodiesel.

Os valores resultantes são apresentados na Tabela 5.46 a seguir.

Tabela 5.46: Recursos Energéticos para o Período 2010-2014

	kWh	% do total kWh	kW	% do total kW	Custo Implantação Total – USD/ano	Custo Combustível USD/ano
Solar*	27838	9,63%	63,6	40%	363166	0
GLD *	128585	44,50%	14,7	9%	8280	0
Eólico*	29394	10,17%	67,1	43%	84558	0
Biodiesel*	103126	35,69%	12	7%	0	106438
Total*	288943	100,00%	157,1	100%	456004	106438

*Refere-se à capacidade adicionada a anterior.

Os montantes totais acumulados para o período encontram-se na Tabela 5.47 a seguir.

Tabela 5.47: Recursos Energéticos para o Período 2005-2014

	kWh	% do total kWh	kW	% do total kW	Custo Implantação Total – USD/ano	Custo Combustível USD/ano
Solar	31477	4,55%	72	32%	446252	
GLD	276815	40,00%	32	14%	43765	
Eólico	34375	4,97%	78	35%	100479	
Biodiesel	349336	50,48%	40	18%	0	106438
Total*	692004	100,00%	222	100%	590497	106438

Neste período, destaca-se a participação percentual na capacidade instalada da energia solar, representando 40% de toda capacidade. Obviamente, em vista de seu baixo fator de capacidade, de 0,3, em termos energéticos o biodiesel continua sendo o mais importante.

Em termos de subsídios, o montante anual gasto será de US$ 81.208,00, para um total de US$ 356.151,00 no período de 2005 a 2014, portanto, um valor ainda baixo, se considerarmos que o plano aumenta a energia disponibilizada per capita de 44 kWh/mês/domicílio para 139 kWh/mês/domicílio, um aumento percentual de 319%, ou de 162% em relação ao período anterior, 2009. No entanto, ressalta-se que o percentual de subsídio para energia aumentou sistematicamente no período, chegando a 76% do valor do biodiesel.

Etapa 7: Composição de Cenários – I6

A análise continua semelhante aos períodos anteriores e, dessa forma, deve-se projetar as novas áreas e desmatamentos necessários ao cultivo da biomassa para esterificação (vide Tabela 5.48).

Tabela 5.48: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 2 – Iteração 6- 2014

	MWh/ano	Toneladas	área de cultivo	média por comunidade
Biodiesel	349	146	291	14

Em termos de emissões, estas continuam desprezíveis, dada a grande área de dispersão e a capacidade de geração, extremamente reduzida, conforme pode ser verificado na Tabela 5.49.

Tabela 5.49: Emissões Aéreas Anuais para 2014

	Referência	Emissões anuais absolutas (toneladas)
Dióxido de Carbono Biogênico	15,3 t/TJ	19,24
Monóxido de Carbono	340 kg/TJ	0,43
Metano	240 kg/TJ	0,30
Óxidos de Nitrogênio NOx	1300 kg/TJ	1,63

Etapa 8: Análise Socioeconômica do Plano – I6

Em termos de custos com energia, os gastos com combustível consumiriam 12,7% da renda familiar, projetada para 1385 US$ anuais.

Este aumento do percentual da renda comprometida significa um aumento do subsídio necessário à manutenção do plano, o que aumenta, indesejavelmente o risco de não suprimento das populações locais futuramente. O mesmo se deve ao fato de que, neste período, a população apresenta crescimento menor e, paralelamente, a disponibilidade de energia já não aumenta a renda de maneira tão intensa como nos momentos iniciais.

Além disso, o número de famílias dedicadas ao cultivo voltado ao biodiesel cresce para 7%, para cobrir uma área de 291 ha. Se esta tendência for mantida, pode-se chegar a um nível muito alto de dependência deste cultivo no futuro, o que representaria riscos à renda local. Além disso, o biodiesel, assim como a biomassa requer o desmatamento para sua ampliação, o que não é sustentável em um horizonte mais longo, dadas as características do local. Uma maneira de contornar este problema seria a compra do biodiesel adicional em localidades próximas, mas, dessa forma, não se gerariam novos empregos localmente e, sendo considerado o preço de mercado, o biodiesel passaria a custar R$ 2,31, aumentando a necessidade subsídios e, conseqüentemente, o risco de desabastecimentos futuros.

Neste período, o montante total anual de subsídios ao biodiesel seria de US$ 196/domicílio/ano ou US$ 33,00/hab/ano, perfazendo um total de US$ 81.208,00/ano. No entanto, ressalta-se que o percentual de subsídio para energia aumentou sistematicamente no período, chegando a 76% do valor do biodiesel, essa tendência não é desejável, por aumentar o risco de desabastecimento futuro, fruto de mudanças políticas de caráter imprevisível. Dessa maneira, na próxima etapa esta tendência deve ser revertida pelo plano.

Esta etapa do plano garante um fornecimento de energia elétrica de 139 kWh/mês/domicílio, o que é, ainda, um valor bastante baixo em vista dos padrões nacionais.

Dessa forma, inclusive como forma de atender às ressalvas anteriores, para o período seguinte, uma nova alternativa de suprimento deverá ser acrescida de forma a minimizar estes fatores.

D) Período 2015-2019

Neste período, novas premissas são introduzidas conforme diretrizes das Etapas 4 e 5.

D1 - Iteração 7 – 2015-2019

De acordo com as premissas determinadas na Etapa 4 e na análise da iteração 6, passa-se a elaboração da iteração 7.

Etapa 5: Avaliação dos Custos Completos – I7 (iteração 7)

As avaliações dos recursos no período de 2015 a 2019 segundo a aplicação da ACC são apresentadas nas Tabelas 5.50, 5.51, 5.52 e 5.53 a seguir.

Tabela 5.50 - Classificação - Fator Técnico-Econômico - Iteração 7 – 2015-2019

Fator Técnico-Econômico		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
Custos Inerentes	Elemento de Análise	Símbolo	KFCte									
	Custo Unitário de Geração: Cki = US$/kWinst	A		75%	100%	100%	25%	50%	100%	100%	75%	25%
	Suprimento da energia primária: SC = US$/MWh	A		100%	25%	25%	100%	100%	25%	25%	50%	100%

Tabela 5.51 - Classificação - Fator Ambiental - Iteração 7 – 2015-2019

Fator Ambiental		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum
Aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCam									
	Desmatamento (ha)	C	10	25%	25%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Poluentes Atmosféricos	C		50%	50%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%
	Poluição sonora	B		25%	25%	25%	100%	50%	25%	25%	75%	100%
	impactos fauna local	A		75%	75%	75%	100%	75%	75%	75%	75%	100%

Tabela 5.52 - Classificação - Fator Social- Iteração 7 – 2015-2019

Fator Social		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCs									
	Desenvolvimento da Infra-Estrutura Local	A		**50%**	**50%**	50%	50%	50%	100%	100%	100%	25%
	Efeitos do desequilíbrio ambiental no meio social	C	9	25%	**25%**	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%
	Poluição sonora	C		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	50%	100%
	Poluição atmosférica com impactos na saúde	B		25%	25%	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%

Tabela 5.53 - Classificação - Fator Político- Iteração 7 – 2015-2019

Fator Político		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos Considerados	Elemento de Análise	Símbolo	KFCp									
	Know-How da forma de geração	A		25%	**100%**	100%	100%	**100%**	25%	25%	**100%**	25%
	Licenciamento Ambiental	C		50%	75%	75%	100%	100%	50%	75%	100%	100%
	Oposição da Sociedade Organizada	C	18	100%	**50%**	**50%**	100%	**100%**	100%	100%	100%	100%
	Pressão da Opinião Pública Internacional	A		**50%**	**50%**	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%

A partir destas, chegou-se à classificação de recursos apresentada na Figura 5.3 a seguir.

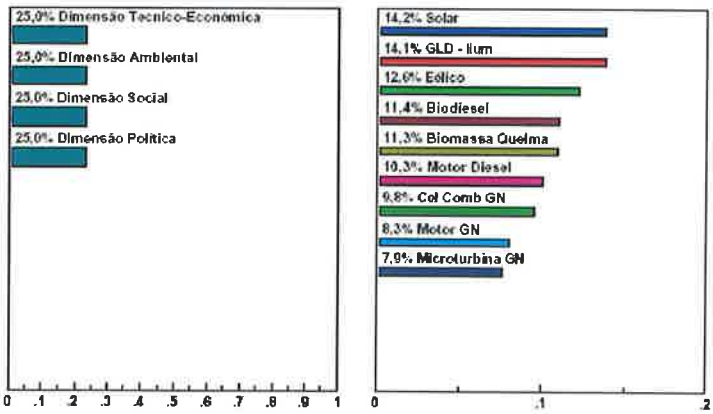


Figura 5.3: Classificação dos Recursos de Oferta para o Momento 3 - Iteração 7- 2015-2019

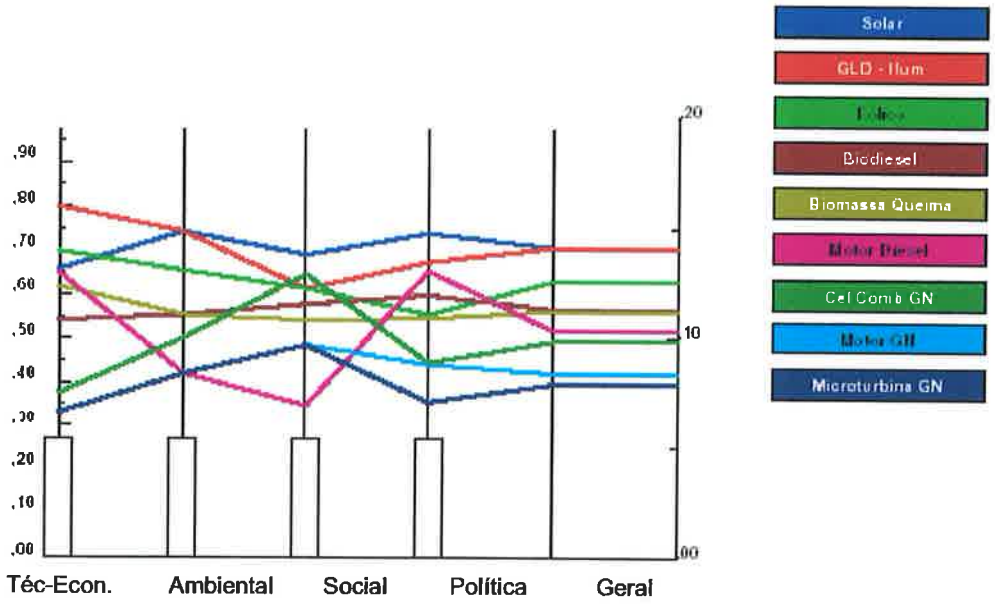


Figura 5.4: Análise de Desempenho dos Recursos energéticos em Função das Dimensões de Análise – Momento 3 – 2015-2019

Análise de Sensibilidade

Novamente, não foram identificadas disparidades que desabonem a classificação principal apresentada na figura 5.3.

Etapa 6: Alocação Temporal de Recursos para o Plano Preferencial- I7

A análise desta iteração leva em consideração um aumento da participação das energias solar e eólica, que passam, cada um, a suprir a iluminação residencial em percentuais de 50% do total.

Em função das restrições identificadas na Etapa 8 da iteração 6, um novo energético deve ser introduzido no plano.

Ao se olhar para a classificação de recursos da Figura 5.3, vê-se que, abaixo do biodiesel segue a biomassa de queima. Como este recursos requer, da mesma forma, o cultivo para produção do energético, pelas mesmas razões do biodiesel torna-se indesejável, ainda que com preço menor.

Abaixo da biomassa de queima, encontra-se o Diesel, seguido da célula de combustível. Neste caso, deve-se recorrer ao gráfico da Figura 5.4. Neste gráfico,

visualiza-se que o Diesel é sensivelmente melhor que a célula combustível na dimensão política, mas perde, por grande margem, na dimensão social.

Como a limitação identificada visa a minimização de um risco social decorrente do plano proposto, optou-se, dessa forma, pela geração com célula combustível a GN.

Além disso, a escolha de geração Diesel iria contra as premissas do PIR para o período, que indicam a necessidade de direcionamento para alternativas renováveis e/ou menos poluentes.

Neste caso, fica claro como a consideração a priori das dimensões social e ambiental pode afetar o processo de escolha de alternativas energéticas, diferentemente do que ocorreria em um processo de planejamento tradicional.

Os valores resultantes são apresentados na Tabela 5.54 a seguir.

Tabela 5.54: Recursos Energéticos para o Período 2014-2019

	kWh	% do total kWh	kW	% do total kW	Custo Implantação Total – USD/ano	Custo Combustível USD/ano
Solar*	57650	23%	131,6	48%	658.105	0
GLD *	64293	26%	7,3	3%	37.968	0
Eólico*	59473	24%	135,8	50%	152.077	0
Biodiesel*	0	0%	0	0%	0	102.949
Cel Comb*	66942	27%	7,6	3%	7.642	
Total*	248357	100%	282	100%	855.792	102.949

*Refere-se à capacidade adicionada a anterior.

Em termos de subsídios, o montante anual gasto será de US$ 68.727,00, para um total de US$ 753.908,00 no período de 2005 a 2019, portanto, um valor bastante baixo, se considerarmos que o plano aumenta a energia disponibilizada per capita de 44 kWh/mês/domicílio para 183 kWh/mês/domicílio, um aumento percentual de 419%, ou de 132% em relação ao período anterior, 2014.

Os montantes totais para o período encontram-se na Tabela 5.55 a seguir.

Tabela 5.55: Recursos Energéticos para o Período 2005-2019

	kWh	% do total kWh	kW	% do total kW	Custo Implantação Total – USD/ano	Custo Combustível USD/ano
Solar	89127	10,34%	203	41%	1104357	0
GLD	341108	39,57%	39	8%	81734	0
Eólico	93848	10,89%	214	43%	252556	0
Biodiesel*	337884	39,20%	39	8%	0	102949
Cel Comb	66942	7,77%	8	2%	598138	1068
total	861967	100,00%	495	100%	2036785	104017

*** Produzido dentro e fora da reserva

Etapa 7: Composição de Cenários – I7

A análise para o biodiesel continua semelhante aos períodos anteriores e, dessa forma, deve-se projetar as novas áreas e desmatamentos necessários ao cultivo da biomassa para esterificação (vide Tabela 5.56).

Tabela 5.56: Evolução da Área Desmatada para Produção de Biodiesel – Momento 3 – Iteração 7- 2019

	MWh/ano	Toneladas	área de cultivo	média por comunidade
Biodiesel	338	141	282	13

Neste período, uma nova energia primária é adicionada, o GN, que implicará em emissões de CO_2 de origem fóssil, só que em quantidades bastante pequenas, dada a pequena capacidade instalada e a grande eficiência da tecnologia de célula combustível (vide Tabela 5.3).

Em termos de emissões, estas se mantém desprezíveis, dada a grande área de dispersão e a capacidade de geração, extremamente reduzida, conforme pode ser verificado na Tabela 5.57.

Tabela 5.57: Emissões Aéreas Anuais para 2019 - Biodiesel

	Referência	Emissões anuais absolutas (toneladas)
Dióxido de Carbono Biogênico	15,3 t/TJ	138
Monóxido de Carbono	340 kg/TJ	3
Metano	240 kg/TJ	2
Óxidos de Nitrogênio NOx	1300 kg/TJ	12

Etapa 8: Análise Socioeconômica do Plano – I7

Em termos de custos com energia, os gastos com combustível consumiriam ainda aproximados 8,9% da renda familiar, projetada para 1898 US$ anuais.

Isto indica que a geração a partir da célula combustível a GN pode ser uma boa opção no gerenciamento de subsídios para a região e é esperada uma maior factibilidade em sua aplicação neste período, dados os avanços tecnológicos esperados e o excelente desempenho ambiental desta tecnologia.

Neste período, o montante total anual de subsídios ao biodiesel seria de US$ 163/domicílio/ano ou US$ 27,00/hab/ano, perfazendo um total de US$ 68.725,00/ano. Ressalta-se que o percentual de subsídio para energia, com a entrada da célula combustível diminuiu, chegando no final deste período a 67%, contra 76% do período anterior.

Esta etapa do plano garante um fornecimento de energia elétrica de 183 kWh/mês/domicílio.

PLANO PREFERENCIAL 2005 – 2019

O plano preferencial para o período é a composição entre os montantes de capacidade a ser instalada em cada momento e a energia gerada segundo cada tipo escolhido.

A seguir, nas Figuras 5.5 e 5.6 têm-se os diagramas ilustrativos do plano preferencial, apresentando tais montantes ao longo do tempo.

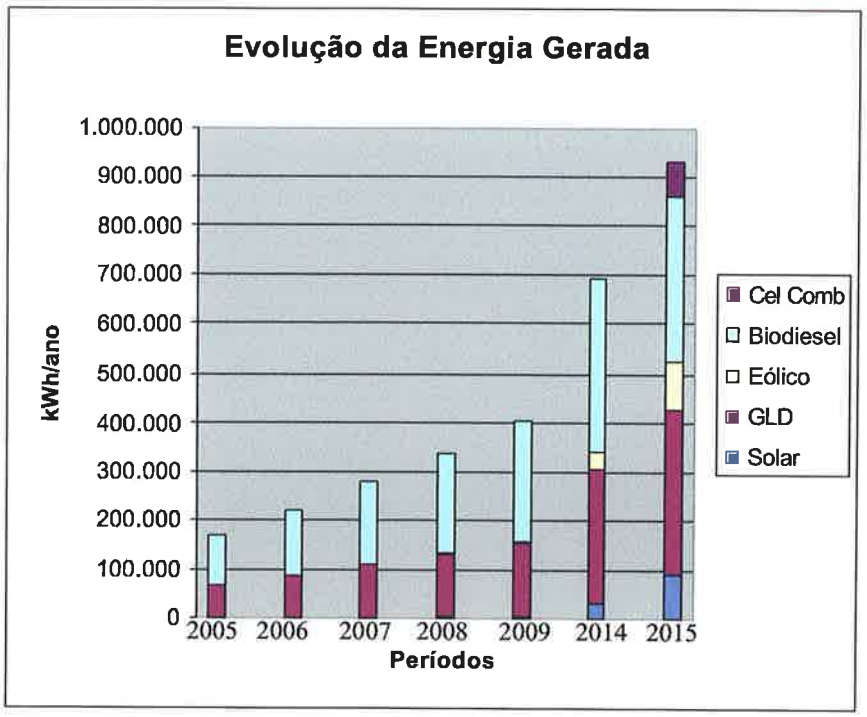


Figura 5.5a: Evolução da Energia Elétrica Disponibilizada ao longo do Período

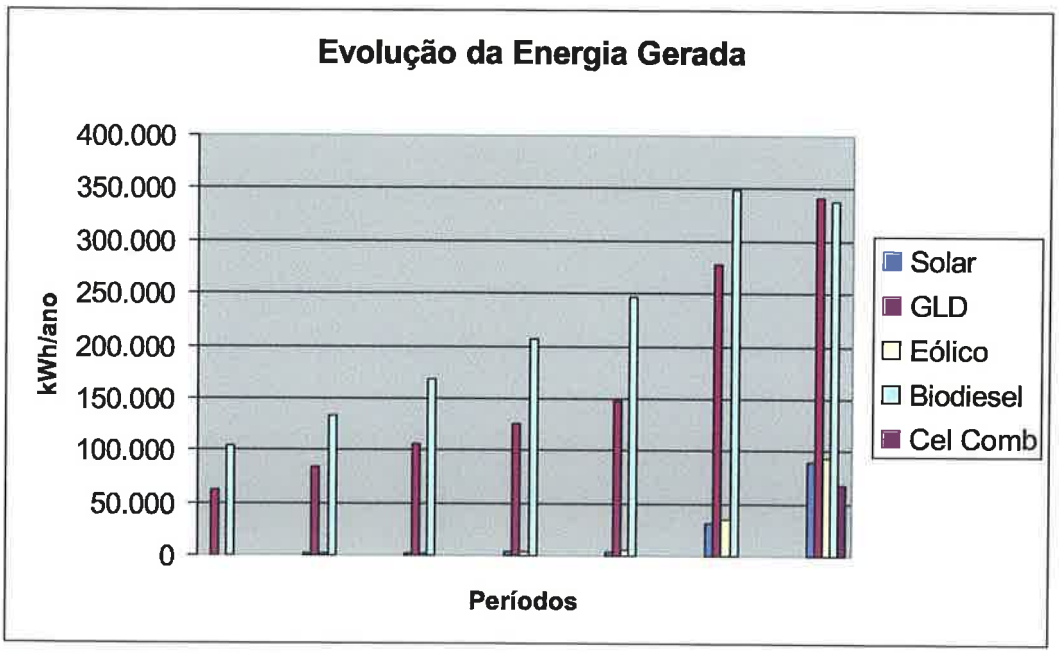


Figura 5.5b: Evolução da Energia Elétrica Disponibilizada ao longo do Período

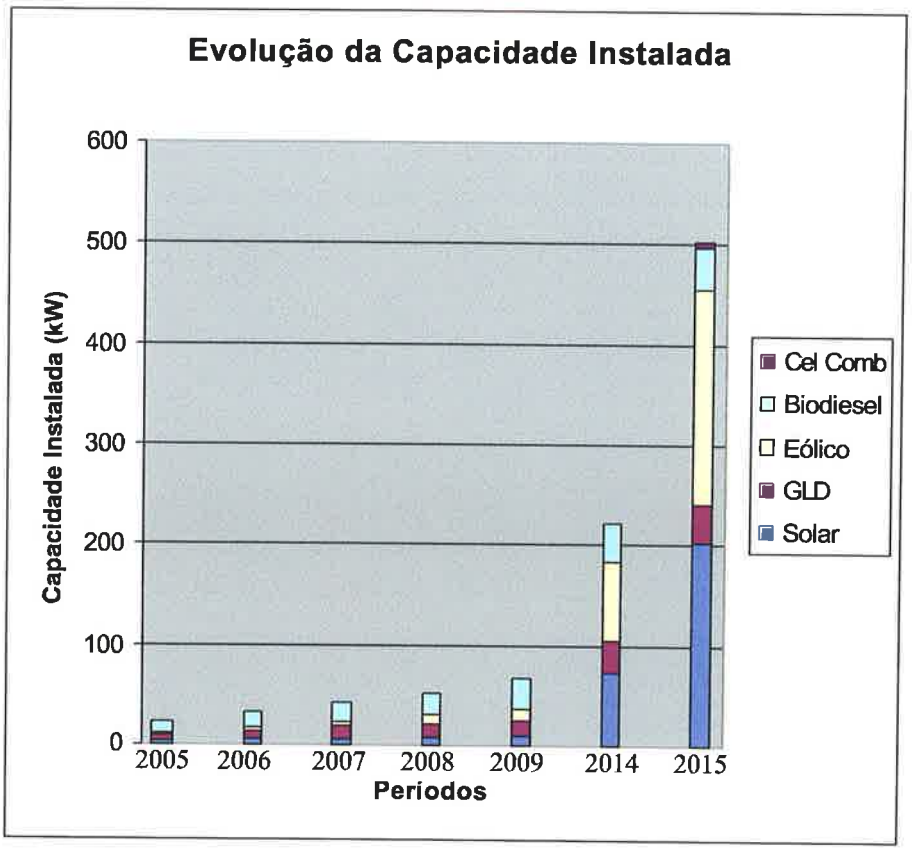


Figura 5.6a: Evolução da Capacidade Instalada ao longo do Período

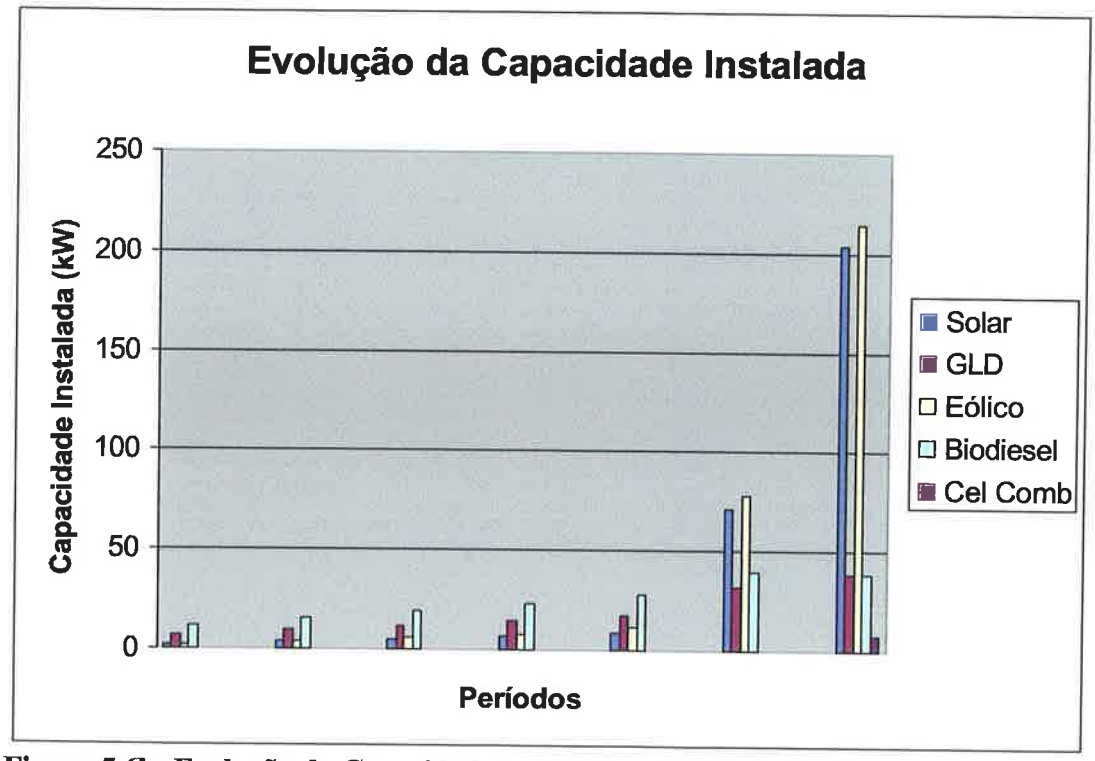


Figura 5.6b: Evolução da Capacidade Instalada ao longo do Período

5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano em consideração tem elementos que, dentro do escopo usual de planejamento não aparecem com freqüência. A disponibilização de energia a populações que vivem em comunidades isoladas e em condições de vida abaixo da linha de pobreza, requer a consideração de dimensões que ultrapassam o plano técnico-econômico.

Neste estudo de caso, ficou clara a necessidade de subsídios à operação de geradores, que, para serem implantados, dependem de doações de institutos, governos locais, estadual e federal, ONGs etc.

Ainda assim, mesmo quando elementos usuais de planejamento deixam de estar presentes, o problema real da disponibilização de energia persiste, requerendo os meios para elaboração de um planejamento consistente que se adapte a estas novas premissas, dentro da busca da satisfação de necessidades energéticas para proporcionar níveis mínimos de qualidade de vida ao cidadão brasileiro. Neste sentido o PIR, da mesma forma como para grandes sistemas e mercados consolidados, pode proporcionar ao tomador de decisão uma metodologia de planejamento que permite tratar estes elementos fundamentais quando se busca um desenvolvimento dito sustentável.

Em termos de satisfação às técnicas usuais de análise técnico-econômica, fica claro que a metodologia não compete com as mesmas, que podem ser introduzidas, sem maiores dificuldades, na dimensão técnico-econômica da Avaliação dos Custos Completos.

De outro lado, a abordagem vigente de disponibilização de energia tem conduzido a uma realidade de capacidade instalada acima das necessidades locais, baseada em recursos fósseis, como o Diesel, e sem continuidade do fornecimento de energia, com apenas 4 h diárias de energia elétrica. Em termos de planejamento institucional do setor elétrico, regiões como esta não têm sido sistematicamente consideradas. Isso permite ressaltar que a abordagem de ampliação da oferta não basta, havendo a necessidade de consideração das características locais de forma mais ampla que o usual.

6 RESULTADOS

A presente tese tem como resultado principal a construção de um modelo de Integração de Recursos para complementação metodológica do Planejamento Integrado de Recursos Energéticos - PIR.

O modelo proposto mostra que a Integração de Recursos é factível através da aplicação de ferramentas e metodologias já conhecidas de planejamento. Comprovou-se a viabilidade da utilização de ferramentas computacionais como o expert choice para auxílio na aplicação da metodologia da ACC, bem como foi possível visualizar-se o uso do software LEAP e comprovar sua aderência à metodologia do PIR. Paralelamente, a metodologia da Avaliação dos Custos Completos foi mais uma vez aplicada comprovando sua adequação a análises abrangentes como a pretendida pelo PIR [Ref. 17, 19].

Em um sentido mais amplo, um resultado imediato da consecução deste modelo é a consolidação do PIR como linha de pesquisa do GEPEA – Grupo de Energia do Departamento de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. O desenvolvimento de técnicas abrangentes de planejamento energético com vistas ao desenvolvimento sustentável é parte de um esforço sistemático de pesquisa realizado por este grupo e, neste contexto, este modelo contribui com a ampliação da base metodológica sobre a qual serão baseados desenvolvimentos futuros que se fazem necessários para complementação e ampliação do escopo metodológico do PIR.

Outro resultado visível é a necessidade de desenvolvimento da cultura de trabalho em equipe multidisciplinar dentro do processo de planejamento, contexto este onde se insere esta tese, cujo tema teve sua evolução firmada em reuniões científicas junto de outros pesquisadores que trabalham as diversas áreas ligadas ao PIR.

Através da aplicação do modelo proposto à Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, foi possível verificar-se a aplicabilidade da

metodologia para o planejamento de uma região isolada e desprovida de energia elétrica adequada. Os resultados obtidos no Capítulo 5 (com o envolvimento dos En_In; participação de especialistas de outras áreas do conhecimento; consideração da existência de energias limpas para energização rural; necessidade de foco na qualidade de vida local etc.) se mostraram condizentes com as necessidades e premissas impostas pelas características regionais, que tem no desenvolvimento sustentável sua premissa de existência, apresentando um plano preferencial baseado em energias renováveis e explicitando as implicações econômicas, sociais e políticas do mesmo.

Como resultados futuros pode-se visualizar sua aplicação a diferentes casos e o conseqüente aprimoramento da metodologia do PIR.

7 CONCLUSÕES

O modelo aqui proposto efetua a introdução de conceitos amplos e sinérgicos da Integração de Recursos com vistas a expandir e inovar um Planejamento Integrado de Recursos orientado ao desenvolvimento sustentável.

Através da análise dos resultados alcançados, tanto na construção do modelo como na sua aplicação ao estudo de caso, diversos aspectos do planejamento foram verificados como orientadores e ilustrativos de ações consistentes com as práticas do desenvolvimento sustentável, tais como:

- Inserção do conhecimento amplo da localidade a ser atendida ou afetada pela alternativa energética como fator balizador do planejamento energético;

- Inserção da participação da sociedade, tratada na forma de todos os Envolvidos-Interessados no processo, trazendo para o âmbito do planejamento, além de elementos objetivos, as subjetividades sociais e ambientais, públicas e privadas, a que os empreendimentos energéticos estarão sujeitos no processo de licenciamento;

- Inserção das metas e necessidades dos Envolvidos-Interessados como elementos concretos do planejamento energético, melhorando sua aceitabilidade;

- Consideração das possibilidades tecnológicas e energéticas para provisão de energia segundo uma ampla caracterização Técnica, Econômica, Social, Política e Ambiental das mesmas;

- Avaliação, classificação e balizamento da escolha das alternativas energéticas a partir da consideração a priori das dimensões técnica, econômica, social e ambiental, além do viés político de cada alternativa, mediante a aplicação da Avaliação dos Custos Completos;

- Busca, a cada momento, do menor *custo completo*, permitindo um caminho de melhor aceitação geral pelos Envolvidos-Interessados do processo;

- Avaliação dos impactos positivos e negativos decorrentes do plano proposto a cada intervalo considerado, afetando a avaliação, classificação e escolhas do momento seguinte.

Pode-se afirmar que o modelo é apto a ser aplicado ao planejamento de mercados consolidados, pois incorpora elementos do planejamento energético tradicional, apenas agregando novas dimensões de análise além da técnico-econômica. Dessa forma, permite a identificação de dificuldades e/ou oportunidades nos campos ambiental, social e político da disponibilização de energia, e podendo reduzir, ou ao menos explicitar, os riscos inerentes ao planejamento em curso.

Os resultados do estudo de caso permitem afirmar que a aplicação de uma metodologia como esta é promissora no contexto do planejamento energético nacional, por ampliar o escopo de análise para o tratamento dos mercados consolidados e permitir, sob um mesmo arcabouço metodológico, o tratamento de comunidades isoladas e desassistidas.

Dessa maneira, conclui-se naturalmente que a Integração de Recursos, com suas características de expansão e inovação, contribui efetivamente para o desenvolvimento do PIR orientado ao desenvolvimento sustentável, dentre outros aspectos, por permitir, sob um mesmo procedimento metodológico, o planejamento de todos os beneficiários da disponibilização de energia, sejam estes considerados como parte do mercado ou não.

Ressalta-se que o processo proposto, por ampliar o escopo de análise em relação ao processo de planejamento tradicional, certamente apresenta alguns elementos que podem gerar dificuldades de aplicação, tais como:

- O envolvimento de todos os Envolvidos-Interessados no processo, uma vez que parte destes pode ver parte de seus interesses contrariados ou simplesmente não creiam na importância de sua participação no processo;

- Levantamento confiável de dados de caráter ambiental das localidades estudadas. A pesquisa realizada para o estudo de caso mostra que dados desta natureza só estão facilmente acessíveis para as regiões plenamente desenvolvidas do país;

- Caracterização ambiental e social dos recursos energéticos. Neste caso, embora os impactos decorrentes das alternativas energéticas possam ser plenamente conhecidos, o grande leque de energias primárias e respectivas alternativas tecnológicas para seu aproveitamento faz com que, em um primeiro momento, a composição de uma base de dados desta natureza seja dificultosa;

- Resistência dos técnicos do setor elétrico. Neste caso, é comum que técnicos do setor elétrico acostumados ao processo tradicional de planejamento dêem pouca ou nenhuma importância às questões sociais e ambientais, que são vistas como "problemas" a serem gerenciados e não como parte de uma solução energética sustentável;

- Pouca importância do planejamento na solução de problemas nacionais. Usualmente, no Brasil, o planejamento é visto como dispêndio desnecessário de recursos humanos e financeiros que poderiam ser gastos diretamente na solução do problema enfocado. As conseqüências deste tipo de visão são bastante conhecidas, com "soluções" que conduzem a outra sorte de problemas maiores ou, pior ainda, absolutamente inócuas e descoladas da realidade de sua aplicação.

Embora os problemas sejam muitos, é possível que os recentes fracassos no processo de licenciamento de empreendimentos da área energética (e de outras) tragam à tona a importância de um processo de planejamento como parte necessária das soluções e, neste contexto, metodologias mais abrangentes, como a do Planejamento Integrado de Recursos, ganhem espaço.

Para isto, é da maior importância a continuidade de trabalhos deste tipo, com viés multidisciplinar, além de maior união e apoio dos diversos grupos que trilham

caminhos semelhantes, nas universidades, empresas e instituições governamentais. O próprio modelo aqui proposto deixa bem claro a necessidade de se adequar ao denominado "bem comum" e de uma postura aberta e receptiva. Esta união estratégica, a divulgação das idéias e o crescimento de aplicações práticas como a de Mamirauá serão fundamentais para mudanças do estado de coisas e o enfrentamento das posturas arraigadas, num verdadeiro processo de re-educação e educação, tão necessários no momento presente e para o futuro de nosso país.

7.1 Desenvolvimentos Futuros

De acordo com a análise do modelo proposto e sua análise à luz da pesquisa científica realizada no ambiente de seu desenvolvimento no GEPEA, podem ser identificados alguns elementos para estudos posteriores, como os citados a seguir.

Composição de uma base dados: Conforme pode ser visto na aplicação do modelo ao estudo de caso da região do Mamirauá, a aplicação continuada do mesmo permitiria o estabelecimento de uma base de dados sobre recursos energéticos, base esta que seria um elemento facilitador dos planejamentos e assim por diante, uma vez que os dados referentes às alternativas energéticas são gerais e não dependem, de forma significativa, da localidade de aplicação. Ressalta-se que os dados desta natureza já se encontram disponíveis, necessitando apenas de uma sistematização e adequação local dos mesmos de forma se prestar a um planejamento energético de embasamento mais amplo, como o PIR.

Minimização do grau de subjetividade dos elementos de análise: Um fator a ser trabalhado futuramente é a redução do grau de subjetividade de alguns dos elementos de análise considerados na Avaliação Custos Completos. Através da avaliação de aplicações continuadas do método, é possível a identificação e classificação dos elementos de análise mais representativos para uma avaliação efetiva dos recursos energéticos. Além disso, estes elementos podem ser classificados segundo o grau de subjetividade a que estão sujeitos e, por estarem relacionados, em termos estatísticos, a comportamentos populacionais, é possível que, através de tratamentos estatísticos adequados, passem a compor variáveis com menor grau de incerteza, reduzindo os riscos relacionados ao processo de planejamento energético.

Criação de um algoritmo computacional para aplicação da Integração de Recursos: O modelo proposto, da forma como foi concebido, baseado em metodologias e ferramentas já desenvolvidas, permite que se estabeleça um algoritmo computacional para integração de tais ferramentas, podendo valer-se, conforme já mencionado, de técnicas de programação baseadas em Inteligência Artificial, próprias ao tratamento de elementos subjetivos e objetivos, além de técnicas computacionais para simplificação do processo iterativo, como, por exemplo, a programação dinâmica.

Diversos trabalhos recentes têm destacado a aplicação de ferramentas desta natureza à solução de problemas do setor elétrico, em especial no planejamento da distribuição. Neste ponto da cadeia produtiva do setor elétrico, diversos problemas de tomada de decisão com múltiplos objetivos [Ref. 56, 88, 89, 90], programação matemática probabilística, fuzzy, algoritmos genéticos têm sido utilizados com sucesso.

Dessa maneira, uma iniciativa de se compor um modelo computacional para Integração de Recursos poderá se valer destes desenvolvimentos já consolidados, agregando valor ao processo de planejamento como um todo.

Continuidade dos desenvolvimentos metodológicos do PIR: Ressalta-se a importância da continuidade dos desenvolvimentos metodológicos do PIR como forma de se proporcionar um arcabouço metodológico completo ao planejamento energético do setor elétrico. Como exemplo destes desenvolvimentos necessários, ressalta-se o modelamento das carteiras de recursos, da análise de risco, do modelamento de inserção dos Envolvidos-Interessados etc.

Validação do PIR: Como continuidade do desenvolvimento do PIR é interessante que trabalhos de validação contínua sejam empreendidos, através de modelamentos de casos atuais e já conhecidos, de forma a se verificar os elementos que poderiam ter sido evitados pela aplicação do PIR.

8 ANEXOS

8.1 ANEXO A1

8.1.1 Método da Avaliação dos Custos Completos

A Avaliação dos Custos Completos permite que se avalie diferentes alternativas considerando-se com pesos iguais os critérios Econômico, Social e Ambiental.

Este método será descrito de maneira resumida a seguir e, para um maior aprofundamento, remete-se às [Ref. 17, 40].

8.1.2 Definição de Avaliação dos Custos Completos

É um meio pelo qual considerações ambientais e sociais podem ser integradas nas decisões de um determinado negócio. Ela é uma ferramenta que incorpora custos ambientais e sociais e custos internos com dados de impactos externos e custos/benefícios de atividades sobre o meio-ambiente e na saúde humana.

Nos casos onde os impactos não podem ser monetarizados, são usadas avaliações qualitativas.

Trata-se então de uma ferramenta para auxiliar a tomada de decisão.

A abordagem da ACC consiste em internalizar ou incorporar os custos externos buscando também definir e alocar melhor os custos internos.

8.4.3.1 Custos Internos

Os custos internos podem ser calculados segundo as metodologias usuais de avaliação técnico-econômica de recursos energéticos.

8.4.3.2 Custos Externos - Metodologia

A seguir, é descrita a metodologia utilizada para se considerar esses custos na avaliação, bem como os resultados obtidos.

Para a avaliação dos custos externos é adotada uma abordagem quantitativa ou qualitativa. Dessa forma, o que se busca nesta fase é evidenciar as externalidades associadas a cada recurso.

As etapas de avaliação são as seguintes:

1. Estudo dos possíveis impactos de cada recurso;

2. Montagem de uma Matriz de Avaliação de Impactos através de tabelas de análise;

3. Definição de Pesos e Significâncias para cada impacto;

4. Aplicação das tabelas de análise;

5. Discussão dos resultados.

A) Análise das Alternativas

A metodologia a seguir está referenciada a um exemplo de aplicação baseado na comparação de usinas hidro e termelétricas [Ref. 19]

Segundo Boarati [Ref. 19], a partir da identificação dos vários elementos que caracterizam as alternativas energéticas pode-se estabelecer a base de valoração para aplicação da metodologia dos Custos Completos. Novos elementos podem ser inseridos na análise, melhorando a precisão da avaliação. São apresentados diversos elementos listados nas Tabelas de Análise que serão valorados a partir de dois tipos de ponderação: Alternativas de cada Elemento de Análise e Peso de cada Elemento de Análise. Estes dois critérios permitem que cada elemento de análise seja avaliado de acordo com as 4 opções disponíveis (que podem ser ampliadas), sendo que cada opção varia da melhor à pior alternativa em cada elemento presente nos Fatores descritos. A seguir, tem-se a descrição dos tipos de ponderação a serem utilizados.

B) Alternativas de cada Elemento de Análise

Cada elemento de análise considerado dentro dos Fatores Técnico-Econômico, Ambiental, Social e Político apresenta neste trabalho quatro (ou menos) opções chamadas de Alternativas, pois as mesmas caracterizam as diferentes possibilidades que cada elemento de análise pode apresentar. Estas alternativas serão caracterizadas

por valores percentuais exemplificados na Tabela A1.2 que variam da melhor (100%) à pior (25%) alternativa.

Tabela A1.2 - Alternativas de cada Elemento de Análise

	Alternativa Insatisfatória	Alternativa Regular	Alternativa Satisfatória	Alternativa Excelente
Valoração Percentual	25%	50%	75%	100%

O valor percentual acima define quatro estágios para cada elemento contido nos Fatores considerados, sendo que a escolha da melhor alternativa resulta em uma maior valoração do Elemento de Análise e, por conseqüência, a maior pontuação de determinada alternativa em relação às demais.

C) Peso de cada Elemento de Análise

Os Elementos de Análise são apresentados em cada Fator e, devido às inúmeras diferenças entre os mesmos, não recebem o mesmo grau de valoração dentro da análise quantitativa. A diferenciação é necessária para serem evitadas distorções que afetem a valoração dos elementos utilizados e como exemplo podemos citar que o peso do Elemento de Análise "Características da área alagada" (A) é maior que o do Elemento "Alteração da Qualidade da Água" (B), pois ao analisarmos o Fator Ambiental, notamos que o efeito do primeiro Elemento de Análise citado é maior no meio ambiente. Devido ao exposto acima serão definidos na Tabela A1.3 abaixo, diferentes pesos para caracterização dos Elementos de Análise.

Tabela A1.3 – Pesos dos Elementos de Análise

	Peso A (padrão)	Peso B	Peso C
Valoração do Elemento	A	$B = \frac{2}{3} \times A$	$C = \frac{1}{3} \times A$

A avaliação dos Fatores Técnico-Econômico, Ambiental, Social e Político são considerados, neste trabalho, com a mesma importância no processo de análise. Isto significa que os Fatores citados exercem o mesmo grau de influência no processo de análise das alternativas de geração. Para que sejam possíveis as valorações dos Fatores com a mesma importância de um perante o outro, consideramos que cada Fator obterá a valoração máxima de 100 pontos e a partir da soma dos quatro Fatores haverá teoricamente uma valoração máxima de 400 pontos para a Usina avaliada. Os 100 pontos serão rateados entre os vários Elementos de Análise contidos em cada

Fator com o devido tratamento dos níveis de ponderação. A partir dessa consideração cria-se uma dificuldade oriunda da diferença entre o número de elementos de análise em cada fator. Como exemplo numérico podemos afirmar que o Fator Ambiental pode conter 12 Elementos de Análise enquanto o Fator Social pode conter 10 Elementos de Análise o que indica que os parâmetros "A", "B" e "C" receberão diferentes valorações dentro de cada Fator considerado, pois quando compararmos o Fator Ambiental com Social, os mesmos devem possuir a mesma importância. A formulação a seguir permitirá o esclarecimento desta metodologia de valoração.

D) Determinação Numérica dos Parâmetros A, B e C

Como citado acima, os Fatores analisados receberão pontuação máxima igual a 100 e a forma de rateio desta pontuação é obtido a partir da eq. (1) abaixo:

$$X \cdot A + Y \cdot B + Z \cdot C = 100 \qquad (1)$$

$$X + Y + Z = Fn \qquad (2)$$

Onde:

100 : Valoração máxima atribuída a cada Fator Considerado

A, B e C : Valoração de cada Elemento de Análise – Depende da importância atribuída ao Elemento de Análise dentro do Fator considerado

X, Y e Z: Número de ocorrência dos Elementos de Análise com a valoração A, B ou C respectivamente

Fn: Número total de Elementos de Análise contidos em cada Fator

A partir da Tabela A1.2 temos que:

$$B = \left(\frac{2}{3}\right) \cdot A$$

$$C = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot A$$

A eq. (1) fica:

$$X \cdot A + Y \cdot B + Z \cdot C = 100$$

$$X \cdot A + Y \cdot \left(\frac{2}{3}\right) \cdot A + Z \cdot \left(\frac{1}{3}\right) \cdot A = 100$$

$$\left[X \cdot A + Y \cdot \left(\frac{2}{3}\right) \cdot A + Z \cdot \left(\frac{1}{3}\right) \cdot A\right] \times 3 = 100 \times 3$$

$$3 \cdot X \cdot A + 2 \cdot Y \cdot A + Z \cdot A = 300$$

$$(3 \cdot X + 2 \cdot Y + Z) \cdot A = 300$$

$$A = \frac{300}{(3 \cdot X + 2 \cdot Y + Z)} \qquad (3)$$

O que resulta em:

$$B = \frac{200}{(3 \cdot X + 2 \cdot Y + Z)} \qquad (4)$$

$$C = \frac{100}{(3 \cdot X + 2 \cdot Y + Z)} \qquad (5)$$

Fazendo:

$$(3 \cdot X + 2 \cdot Y + Z) = KFCi \qquad (6)$$

Onde KFCi = Constante do Fator Considerado – A partir da definição dos Elementos de Análise e de seus respectivos pesos (A, B ou C) obtemos quatro constantes deste tipo para que seja efetuada a Avaliação dos custos completos:

KFCte = Constante do Fator Técnico-Econômico (7)

KFCam = Constante do Fator Ambiental (8)

KFCso = Constante do Fator Social (9)

KFCpo = Constante do Fator Político (10)

E) Valoração Final de cada Elemento da Análise

A partir da apresentação da formulação acima, iremos obter a valoração final de cada elemento de análise a partir da expressão abaixo:

$$Valoração_Elemento = Alternativa(25\% - 100\%) \times Peso(A, B, C) \quad (11)$$

F) Valoração do Fator considerado: Técnico-Econômico, Ambiental, Social ou Político

A partir da valoração de cada Elemento de Análise, obteremos a valoração de cada Fator considerado:

$$Valoração_Fator = \sum_{N}^{1} Valoração_Elemento_de_Análise \quad (12)$$

G) Valoração das Alternativas

Finalmente obtem-se a valoração total da usina que considera os Custos Completos do empreendimento e permite avaliar diferentes configurações.

$$Valoração_Usina = \sum_{4}^{1} Valoração_Fator \quad (13)$$

A partir da valoração dos empreendimentos hidrelétricos e termelétricos com gás natural com capacidade de geração semelhantes, podemos avaliar de forma ampla os dois tipos de empreendimentos, sendo buscadas soluções para a redução dos custos (completos) de cada tipo de usina.

Valoração_Usina => Ações de redução dos Custos Completos => Ganhos para a sociedade A1.2 - Seleção dos Recursos

A seleção dos recursos é feita com base nos resultados finais das matrizes de avaliação, onde se selecionam os recursos que obtiverem maior conceituação, verificando-se a consistência dos resultados.

Por fim, vale ressaltar que as avaliações obtidas são comparativas, de forma que os recursos selecionados são os que obtiverem as maiores conceituações em relação aos

outros recursos considerados, particularmente aplicados para a região em estudo, tendo em vista a consideração dos elementos de triagem expostos.

8.2 ANEXO A2

Extrato do Relatório de Pesquisa Gepea / 23 - Avaliação de Aderência ao SAGe[2] por Parte do Expert Choice - Software de Tomada de Decisão, de agosto de 2003.

Autores: Luiz Cláudio Ribeiro Galvão; José Aquiles Baesso Grimoni; Miguel Edgar Morales Udaeta; André Luiz Veiga Gimenes; Décio Cicone Junior; Fabio Corrêa Leite

Este extrato avalia a utilização do software Expert Choice para aplicação como ferramental de suporte à Avaliação dos Custos Completos.

8.2.1 AHP – Análise Hierárquica de Processos

8.4.3.1 Considerações Iniciais

A Análise Hierárquica de Processos (AHP – Analytic Hierarchy Process) [Ref. 84, 85] é um poderoso e flexível método de tomada de decisão, ela auxilia a determinação de prioridades e também identifica a melhor opção dentro de várias alternativas possíveis, levando em conta tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos. Através da redução de decisões complexas a decisões comparativas uma a uma, o AHP não apenas ajuda tomadores de decisão a chegar na melhor opção como também proporciona um raciocínio claro do porquê tal alternativa é a melhor.

Para desenvolver o AHP, o Professor Saaty, autor da técnica, baseou-se em conceitos de Álgebra Linear, Pesquisa Operacional e Psicologia. Na mesma época, foi lançado um modelo computacional (o software Expert Choice), desenvolvido pelo Professor Ernest Forman consultor e parceiro do Professor Saaty na empresa Incorporated Expert Choice. Notavelmente, já foram identificados mais de 1.500 trabalhos acadêmicos que descrevem o AHP, trazem aplicações, críticas, aperfeiçoamentos, etc.

---

[2] SAGe: Sistema de Análise Geoenergética. Sistema em desenvolvimento no GEPEA para estudos energéticos geo-referenciados com base na metodologia do PIR.

8.4.3.2 Fases de Execução

O AHP é executado através de três fases: estruturação, julgamentos e síntese dos resultados.

A estruturação consiste na obtenção do modelo de decisão, que no AHP possui a forma de uma hierarquia. A Figura A2-1 traz o exemplo de um modelo, com três níveis hierárquicos.

Na fase seguinte (julgamentos), os elementos de um nível hierárquico devem ser comparados entre si. De acordo com experimentos psicológicos, o cérebro humano possui como limite 9 itens em comparações simultâneas. Assim, o número 9 surge como limite de elementos por nível hierárquico. Porém, para hierarquias com mais de três níveis, este limite se aplica para cada nó.

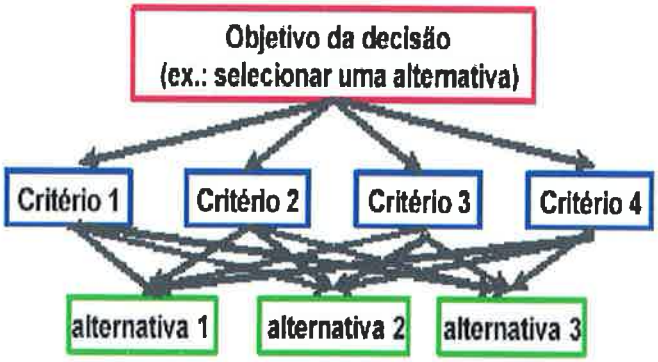


Figura A2-1 – Estrutura de decisão hierárquica em três níveis [Ref. 84]

No modelo apresentado na Figura A2-2, poder-se-ia ter até 18 subcritérios (9 para cada critério). Esta regra é válida para todos os níveis com exceção do último (alternativas). Uma vez que todas as alternativas deverão ser analisadas (comparadas) duas a duas, quanto à importância, pertinência ou preferência em relação a todos elementos do nível hierárquico superior, o limite do modelo de decisão pelo AHP será sempre nove alternativas.

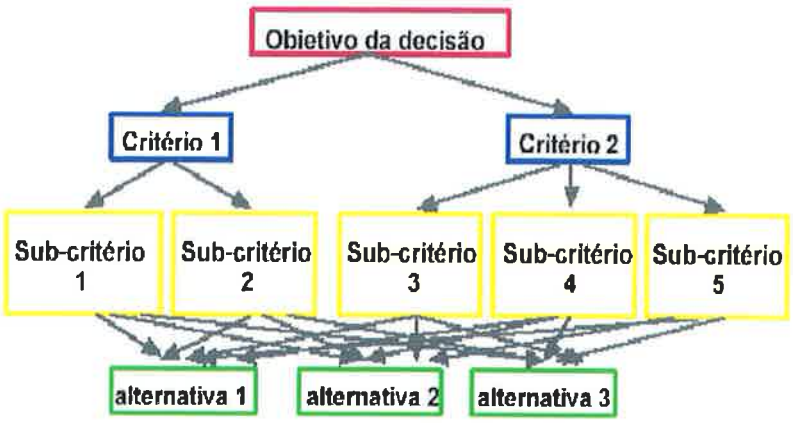


Figura A2-2 – Estrutura de decisão hierárquica em quatro níveis [Ref. 85]

Existem dois tipos de estruturação: bottom-up e top-down. O tipo bottom-up, útil quando as alternativas são mais bem compreendidas que os objetivos, possui os seguintes passos: identificação das alternativas; listagem dos prós e contras de cada alternativa e obtenção dos critérios e do objetivo da decisão a partir dos prós e contras listados anteriormente. A estruturação top-down é mais bem aplicada a decisões de natureza estratégica onde os objetivos são mais bem compreendidos que as alternativas. Estes são os passos de uma estruturação top-down: identificação do(s) objetivo(s) principal(is) da decisão; identificação dos sub-objetivos, critérios, sub-critérios, etc.; e agrupamento das alternativas no último nível hierárquico. Após o modelo de decisão já estar estruturado, a próxima fase do AHP será a realização de julgamentos por especialistas (pessoas que realmente entendem do assunto em questão).

8.4.3.3 O Expert Choice

Algumas decisões são muito complexas ou muito importantes para que os tomadores de decisão se baseiem apenas em seus instintos. Por exemplo, as típicas decisões orçamentárias envolvem uma variedade de metas tangíveis e intangíveis, conflitos entre stakeholders (Envolvidos-Interessados), dúzias de iniciativas a serem tomadas e recursos limitados. Nenhum tomador de decisão pode sintetizar todas essas informações e tomar a decisão baseada em todos os fatos [Ref. 85 e 87].

O Expert Choice [Ref. 85 e 87], que é baseado no AHP, torna possível a síntese das entradas de vários stakeholders e fornece a capacidade necessária para analisar, priorizar e comunicar estas decisões. O Expert Choice apresenta um processo para a síntese dos dados e o desenvolvimento de prioridades numa aplicação de fácil utilização e que não requer um alto grau de conhecimento na ciência da decisão para ser implementado.

8.4.3.4 Conclusões e Comentários

Percebe-se a importância de se contar com uma ferramenta de tomada de decisão em processos que envolvam vários fatores com pesos diferentes. Isso se torna ainda mais evidente quando não se têm apenas dados quantitativos, mas também qualitativos.

Através do método AHP e, mais especificamente, do software Expert Choice, pode-se estruturar os problemas e não só chegar a solução mais adequada como também analisar o porquê de tal alternativa ter sido a escolhida. Através das análises de sensibilidade, podem-se ter essas informações e notar, por exemplo, em que momento determinada alternativa deixou de ser a mais indicada.

As possibilidades de utilização de um software desse tipo dentro das pesquisas e estudos estratégicos em energia e desenvolvimento sustentável do GEPEA são enormes, principalmente no Planejamento Integrado de Recursos, que envolve a consideração de todas as alternativas de suprimento, a Avaliação Custos Completos e a participação de todos os Envolvidos-Interessados como partes de um processo de criação de um mix otimizado de recursos. A aplicação do Expert Choice ao estudo de caso apresentado mostrou a viabilidade de sua utilização mais ampla como suporte à aplicação da metodologia de PIR desenvolvida no GEPEA. Ressalta-se a possibilidade da extensão de seu uso à para construção do SAGe – Sistema de Análise Geoenergética.

8.3 ANEXO 3 – QUESTIONÁRIOS PARA PARTICIPAÇÃO DOS ENVOLVIDOS-INTERESSADOS

ENTREVISTA COMUNITÁRIA – [Ref. 65]

Ficha da Entrevista: ..... Hora: .....

1. IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO:

1.1. Nome: .....
1.2. Endereço: .....
1.3. Posição dentro da localidade e/ou da ORGANIZAÇÃO que representa os consumidores: .....

2. LOCALIZAÇÃO E DADOS DA POPULAÇÃO:

2.1 Departamento: ..... Província: .....
Município: ..... Distritos: .....
Nome da(s) localidade(s): .....
2.2 Distância da cidade de Tefé : .....
2.3 Nº de Hab. da(s) localidade(s): Homens: ..... Mulheres: .....
Nº de famílias na(s) localidade(s): .....
2.4 Grupo étnico predominante: .....
2.5 Idiomas ou línguas que faladas pela população:
1..... 2..... 3..... 4.....
2.6 Atividades noturnas comunitárias: .....
2.7 Padrão de assentamento: Concentrado: ..... Disperso: .....
Observações: .....

3. SISTEMA DE COMUNICAÇÃO:

3.1. Vias de acesso à localidade:
- Terrestre:
  Estado do caminho: Bom: ..... Regula: ..... Ruim: .....
  Observação: .....
- Fluvial:
  Estacional: ..... Permanente: .....
  Observação: .....
- Aéreo:
  Estacional: ..... Permanente: .....
  Observação: .....

3.2. Meios de transporte:
1..... 2..... 3..... outros: .....
3.3. Freqüência do serviço: 1..... 2..... 3..... 4.....
3.4. Meios de COMUNICAÇÃO: .....
Outro(s): .....

4. ORGANIZAÇÃO:

4.1. Qual seria a ORGANIZAÇÃO que representa os Consumidores?
4.1.1. Nome da ORGANIZAÇÃO: .....
4.1.2. Representante: .....
4.1.3. Pessoa de contato: .....
4.1.4. Conta com apoio Jurídico? .....

4.2. Outras organizações existentes na localidade:

ORGANIZAÇÕES	SETORES

5. SERVIÇOS EXISTENTES NA LOCALIDADE:

5.1. Água:
5.1.1. De onde provem a água para consumo humano? .....
5.1.2. Existe um sistema de água potável na localidade? SIM:..... NÃO:.....

A quantas famílias beneficia? .....
Se paga por esse serviço? SIM:..... NÃO:.....

5.1.3. Como funciona o sistema de água potável?
- Por gravidade:.....
- Por bombeio:.....
Tipo de bomba: Submergível: ..... Superficial: .....
Potência da bomba: .....(kW)
Distancia do ponto de coleta da água: .....

5.1.4. Como é a distribuição de água potável na localidade?
Torneira comunitária: ..... Quantas torneiras?: .....
Torneiras individuais: ..... Quantas torneiras?: .....

Observação: .....

5.2. Educação:

5.2.1. Existe escola e/ou colégio na localidade?
- SIM:..... Até que nível se ensina?.....
Quantos alunos?.....
- NÃO:..... Onde estudam e qual a distância que as crianças ou jovens percorrem para chegar até a escola mais próxima? .....

5.2.2. Existem Centros de educação Superior (Instituto Técnico) na localidade?
SIM:..... NÃO:.....
Quais áreas técnicas se ensinam?.....
Em caso de que haver respondido "Sim" nas perguntas 5.2.1. ou 5.2.2. responda a continuação das seguintes (5.2.3. a 5.2.8.). No caso de haver respondido "Não" passar ao item 5.3.

5.2.3. Descreva a escola ou colégio que as crianças freqüentam:
Nome do estabelecimento: Nº Aulas: Nº Professores: Nº Alunos:
....
....

5.2.4. A escola ou colégio funciona regulamente? SIM:..... NÃO:.....

5.2.5. Em que estado se encontra a construção?
Boa: ..... Regular: ..... Ruim: .....

5.2.6. Existem na escola ou no colégio chuveiros elétricos? SIM:..... NÃO:.....
Quantos chuveiros? .....
Caso não existam chuveiros elétricos, existem duchas? SIM:..... NÃO:.....
Quantas duchas? .....

5.2.7. A escola ou o colégio dispõe de iluminação?
De que tipo? .....
Qual a potência instalada? .....

5.2.8. Os professores vivem dentro da unidade educativa? SIM:..... NÃO:.....

5.3. Saúde:

5.3.1. Existe posto sanitário/hospital na localidade? SIM:..... NÃO:.....
(Se a resposta é afirmativa, proceda com as seguintes perguntas, se não passe para a pergunta 5.3.9.)

NOME DO ESTABELECIMENTO	Nº DE CAMAS	PESSOAL DISPONÍVEL
.....	.....	.....
.....	.....	.....

5.3.2. O posto /hospital funciona regulamente? SIM:..... NÃO:.....

5.3.3. O atendimento é: Diário? ..... Semanal? ..... Mensal? ..... Outro? .....

5.3.4. Em que situação se encontra a construção?: Boa:..... Regular: ..... Ruim: .....

5.3.5. O posto/hospital dispõe de chuveiros elétricos? SIM:..... NÃO:.....
Quantos chuveiros elétricos? .....
Caso não existam chuveiros elétricos, existem duchas? SIM:..... NÃO:.....
Quantas duchas? .....

5.3.6. Com quais equipamentos conta?
a)Cozinha: A gás..... A lenha..... Fogão elétrico..... Outro.....

b) Refrigerador para vacinas: SIM:..... NÃO:.....
Como funciona? .....
Qual a potência? .....
c) Iluminação:
Lâmpadas: ..... Lanterna: ..... Vela:.....
Qual a potência instalada? .....
Equipamento gerador:.....
Outro:.....
Qual a fonte energética utilizada? Diesel:..... Gasolina:.....
Querosene:..... Gás:..... Solar:..... Outro:.....
d) Outros equipamentos que utilizam energia: .....
e) Qual outro equipamento seria de grande utilidade para o centro de saúde? Qual a potência deste equipamento?
.....

5.3.7. Com quantas pessoas conta o serviço de saúde existente? .....
Especialidades: .....
5.3.8. O pessoal responsável pela saúde vive dentro da unidade de saúde? SIM:..... NÃO:.....
Quantos?.....
5.3.9. Quais são as doenças que mais afetam as crianças?
.....
5.4. Moradia:
5.4.1. Nº de moradias na localidade(s) que poderão ser atendidas com o projeto: .....
5.4.2. Descreva as características das moradias mais comuns da localidade:
.....
5.4.3. Qual o nível das migrações na localidade? .....
5.5. Sistema de Esgoto:
5.5.1 Conta com um sistema sanitário? Rede de esgoto:..... Poço séptico:..... Latrinas:.....
Outro:.....
5.5.2 Se existe rede de esgoto, como ele se caracteriza?
.....
5.2.3 Como é tratado o esgoto?
.....
5.6. ENERGIA:
5.6.1. Energia elétrica:
5.6.1.1. Qual é o objeto do Projeto? (Responder os itens seguintes e em caso de ser resposta afirmativa(s) marcar, na linha que segue, o item correspondente).
5.6.1.1.1. Novo: SIM:..... NÃO:.....
Distribuição:..... Geração e Distribuição: .....
Possíveis fontes energéticas de abastecimento: .....
5.6.1.1.2.Reformado: SIM:..... NÃO:.....
Geração:..... Distribuição:.....
Observação(es): .....
5.6.1.1.3. Expansão: SIM:..... NÃO:.....
Geração:..... Distribuição:.....
Observação(es): .....
5.6.1.1.4. Substituição de fontes: SIM:.... NÃO:.....
Geração atual: .....
Motor próprio: .....h/dia. potência: .....kW.
Gasto com combustível: .....l/dia.
Gasto com lubrificante: ..... l/mes.
Outras fontes: SIM:..... NÃO:.....
Especificar:.....
Geração alternativa: .....

Se as respostas aos itens 5.6.1.1.3. e 5.6.1.1.4. forem "Sim": responder as seguintes perguntas, caso contrário passar diretamente a pergunta 5.6.1.6.
5.6.1.2. Quanto paga atualmente pela ENERGIA elétrica domiciliar na localidade?

R$ .....

5.6.1.3.Existe uma cooperativa ou ASSOCIAÇÃO de eletrificação na localidade? SIM:..... NÃO:.....

Quantos sócios têm? .....

5.6.1.4.Existem problemas pelo uso da iluminação existente na localidade? .....

5.6.1.5.Para quais usos comunitários se utiliza a ENERGIA elétrica?

Iluminação pública: ..... Quantos pontos? .....

Moendas: .....

Outros usos: .....

5.6.1.6 A localidade conta com algum estudo prévio para o projeto? SIM:..... NÃO:.....

Em que estado: Perfil mínimo:..... Pré-viabilidade:..... Viabilidade:.....

Desenho final:..... Execução:.....

5.6.1.7.Existe alguma localidade por perto que está eletrificada? SIM:.... NÃO:....

Qual é a localidade que está eletrificada? .....

Com qual tipo de fonte energética é abastecida? .....

5.6.1.8. Distância da rede elétrica mais próxima? .....

5.6.1.9 Tem desenvolvido alguma(s) gestão(es) para realizar o abastecimento de ENERGIA, Qual(is)?

.....

5.6.2 Cocção:

5.6.2.1. Com qual combustível se cozinha na maior parte do tempo na localidade?

a) COMBUSTÍVEL MEDIDAS LOCAIS	b) DE ONDE O OBTÉM?	c) QUANTO CUSTA?
Gás (GLP) ( )	.....	.....
Querosene ( )	.....	.....
Lenha ( )	.....	.....
Esterco ( )	.....	.....
Outro(s) ..... ( )	.....	.....
.....	.....	.....

Quais as quantidades de combustível(is) utilizadas por mês ?

1. .....
2. .....
3. .....

6. PRODUÇÃO E TRANSFORMAÇÃO:

6.1. Produção agrícola:

6.1.1. Quais são os principais cultivos da localidade?

CULTIVOS	RENDIMENTOS DOS CULTIVOS			CAUSAS
	R. Bom	R. Regular	R. Baixo	
1.....	.....	.....	.....	.....
2.....	.....	.....	.....	.....
3.....	.....	.....	.....	.....
4.....	.....	.....	.....	.....
5.....	.....	.....	.....	.....

Quais equipamentos elétricos são utilizados? E qual a potência?

1. .....
2. .....
3. .....

Quais equipamentos trariam melhorias na produção e/ou qualidade?

1. .....
2. .....
3. .....

6.2. Produção pecuária:

6.2.1. Tendência de animais domésticos e destino da produção:

ANIMAIS	USOS	PREÇO UNITÁRIO (expressado em R$)
1.....	.....	.....

2.....	.....	.....
3.....	.....	.....
4.....	.....	.....
5.....	.....	.....

Quais equipamentos elétricos são utilizados? E qual a potência?

4. .....
5. .....
6. .....

Quais equipamentos trariam melhorias na produção e/ou qualidade?

4. .....
5. .....
6. .....

6.3. Meios de produção:

6.3.1. Como trabalha a terra geralmente?
manualmente: ..... com animais : ..... com trator: .....

6.3.2. Tem sistema de irrigação na localidade? SIM:.... NÃO:....
Quantidade de sistemas: .....

6.3.3. Como é o sistema de irrigação?
a) Por gravidade: ..... b) Por bombeamento:.....
b.1. Fonte de ENERGIA:.....
b.2.Tipo de bomba: Submergível: ..... Superficial:.....
b.3. Potência da bomba: .....(kW).

6.3.4. Distância do ponto de coleta da água: .....

6.3.5. Como é o sistema de condução da água? Tubos:.....
Canal de: Terra: ..... Pedra: ..... Cimento: ..... Outro: .....

6.3.6. Em que estado se encontra? Bom: ..... Regula: ..... Ruim.....

6.4. Entidades produtivas:

6.4.1. Na localidade que outras atividades produtivas realizam e/ou que produtos transformam a nível residencial?

ATIVIDADE PRODUTIVA		FONTE DE ENERGIA
Elaboração de ervilha:	(...)	.....
Elaboração de pão:	(...)	.....
Elaboração de ladrilhos:	(...)	.....
Elaboração de tijolos:	(...)	.....
Elaboração de chapeis:	(...)	.....
Elaboração de carvão:	(...)	.....
Elaboração de cestos:	(...)	.....
Tecidos:	(...)	.....
Cerâmica:	(...)	.....
Curtume:	(...)	.....

6.4.2. Atividades que se desenvolvem em oficinas:

ATIVIDADE	TAMANHO G - M – P	FONTE DE ENERGIA
Funilaria:		
Carpintaria:		
Ferraria:		
Chapelaria:		
Mecânica:		
Borracharia:		
Serralheiro:		

6.4.3. Produção local (Principais atividades da comunidade)

PRODUTO	DESCRIÇÃO	PROPRIEDADE	QUANTIDADE	MEIO DE ESCOAMENTO	OBSERVAÇÕES
Florestal	.....	.....	.....	.....	.....

Agrícola	.....	.....	.....	.....	.....
Piscícola	.....	.....	.....	.....	.....
Endógeno	.....	.....	.....	.....	.....
Ecoturismo	.....	.....	.....	.....	.....
Outros Usos:	.....	.....	.....	.....	.....
Comentários					

7. **COMERCIO E INTERCÂMBIO:**

7.1. A localidade conta com uma Feira para comercializar seus produtos?

SIM: Com que freqüência se realiza a Feira?: Semanal? ..... Mensal?.....Outro?.....

NÃO: Onde comercializam os produtos da localidade?.....

Dias?..... Distância?.....

8. CRITÉRIOS:

8.1. Para você parece que a localidade está crescendo e melhorando, como e por que? (Parâmetros: número de moradias, extensão de cultivos, presença de serviços, novos setores de produção, ritmo: rapidamente, lentamente, estacionário, etc.):

.....

.....

8.2. Mencione as principais necessidades de sua localidade, em ordem de importância:

1 ..... 4 .....

2 ..... 5 .....

3 ..... 6 .....

8.3. Mencione as principais potencialidades com que conta a localidade:

1.....

2.....

3.....

Que novas áreas de produção / transformação se podem imaginar para a localidade?

1 ..... 4 .....

2 ..... 5 .....

3 ..... 6 .....

8. OBSERVAÇÕES GERAIS:

9.1. Estão realizando outros projetos não elétricos neste momento? SIM:..... NÃO:.....

Quais?.....

Com quem?.....

9.2. Outras observações:.....

.....

Entrevistador: .....

ENTREVISTA INDIVIDUAL

Número da ficha: .....
Data: / /
Nome da localidade: .....

1. DADOS DA RESIDÊNCIA:

1.1. Número de membros da residência:.....
1.2. Chefe de família (ocupação): .....
1.3. Nível de educação: .....
1.4. Número de filhos (as) em idade de estudo:.....
1.5. Moradia:

Própria: ..... Material de construção:.....
Alugada: ..... Nº de ambientes:.....
Leasing: .....
Outro: .....

2. CONSUMOS ESTABELECIDOS DE ENERGIA:

2.1. Que utiliza para iluminação?

a) *DESCRIÇÃO*	b) *QUANTIDADE*	c) *HORAS/DIA*	d) TEMPO DE DURAÇÃO	e) *OBSERVAÇÕES*
Focos:	.....	.....	—	Potencia:.....
Lamparina a gás:	.....	.....	Garrafa:.....	.....
Lamparina a querosene:				
Lanterna:	.....	.....	Querosene:.....	Litros/mês:.....
Acendedor:	.....	.....	.....	Tamanho:.....
	.....	.....	Querosene:.....	Litros/mês:.....
Vela:	.....	.....	Álcool:.....	Litros/mês:.....
Bateria:	.....	.....	.....	.....
Motor:	.....	.....	.....	Capacidade:.....
	.....	.....	Gasolina:.....	Litros/mês:.....
Outros:	.....	.....	Diesel:.....	Litros/mês:.....
	.....	.....	.....	.....

2.2. Quais aparatos elétricos utilizam?

a) *DESCRIÇÃO*	b) POTÊNCIA (W)	c) *HORAS/DIA*	d) *FONTE*	e) *OBSERVAÇÕES*
Rádio Nº:.....	.....	.....	.....	Tamanho:.....
T.V. Nº:.....	.....	.....	.....	Tamanho:.....
Rádio-gravador Nº:.....	.....	.....	.....	Tamanho.....
..... Nº:.....	.....	.....	.....	.....

2.3. O que utiliza para cozinhar?

a) DESCRIÇÃO	**b) FONTE DE ENERGIA**	**c) QUANTIDADE**	**d) TEMPO DE DURAÇÃO DA FONTE**	**e) OBSERVAÇÕES**
Cozinha:	Gás:.....			
	Querosene:.....			
	Outro:.....			
Fogão:	Lenha:.....			
	Esterco:.....			
	Outro:.....			
Forno:	.....			
	.....			
	.....			

2.4. Outros usos de ENERGIA:

a) DESCRIÇÃO	**b) FONTE DE**	**c) PROPRIEDADE**	**d) QUANTIDADE**	**e) TEMPO**	**f) QUANTO**	**g) OBSERVAÇÕES**

	ENERGIA	***		DE UTILIZAÇÃO	CUSTA?	
Bombeamento:	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Moagem:	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Secagem de	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Alimentos:	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Cerâmica:	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Outros Usos:	.....	.....	.....	.....	.....	.....

***Próprio/Alugado/Cedido.

2.5. Se você tivesse energia (elétrica / mecânica) no que a utilizaria prioritariamente?

.....

Qual a vantagem trazida por tal equipamento?

.....

PRODUÇÃO E TRANSFORMAÇÃO:

3.1. PRODUÇÃO Agrícola:

3.1.1. Quais são os principais cultivos da unidade familiar?

CULTIVOS	QUANTIDADE DE SEMENTE	EXTENSÃO CULTIVADA	RENDIMENTO DOS CULTIVOS			CAUSAS
			Bom	Regular	Baixo	
1.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5.....	.....	.....	.....	.....	.....	..

3.1.2. Destino da PRODUÇÃO:

CULTIVO	VENDA	PREÇO	SEMENTE	CONSUMO FAMILIAR	INTERCÂMBIO
1.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.....	.....	.....	.....	.....	.....
5.....	.....	.....	.....	.....	.....

3.1.3. Quanto recebe a família pela venda dos produtos agrícolas?(global): R$. .....

3.2. Produção pecuária:

3.2.1. Tendência de animais e destino da produção:

ANIMAIS	QUANTIDADE	CONSUMO	VENDA*	PREÇO
1.....	.....	.....	.....	.....
2.....	.....	.....	.....	.....
3.....	.....	.....	.....	.....
4.....	.....	.....	.....	.....
5.....	...	.....	.....	....

* Por unidades, partes e/ou derivados.

3.2.2. Quanto recebe a família pela venda dos animais e/ou produtos derivados (global): R$.....

3.3. Meios de produção:

3.3.1. Como trabalham a terra geralmente?

manualmente: ..... com animais: ..... com trator:.....

3.3.2. Tem sistema de irrigação? SIM:..... NÃO:.....

Tipo de bomba: Submergível: ..... Superficial: .....

Potência da bomba: .....(kW).

Distância do ponto de coleta de água: .....

3.3.3. Se tem irrigação, quanto de terra irriga? .....

3.4. Transformação produtiva:

3.4.1. Que outras atividades produtivas realizam e/ou que produtos transformam?

1° ATIVIDADE PRODUTIVA	2° PRODUTOR ATACADISTA	3° COMUNAL O GRUPO	4° *FAMILIAR*
Elaboração de:			

Pinga:	.....	.....	.....
Pão:	.....	.....	.....
ladrilhos:	.....	.....	.....
Tijolo:	.....	.....	.....
Chapéus:	.....	.....	.....
Carvão:	.....	.....	.....
Cestos:	.....	.....	.....
Tecidos		.....	.....
Cerâmica:		.	
Comida:			
Curtume:			

ATIVIDADE PRODUTIVA	5ª FREQÜÊNCIA DA ATIVIDADE	6ª RECEITA	7ª LUGAR DE VENDA	8ª FONTE DE ENERGIA
Elaboração de:				
Pinga:	.....	.....	.....	.....
Pão:	.....	.....	.....	.....
Ladrilhos:	.....	.....	.....	.....
Tijolo:	.....	.....	.....	.....
Chapéus:	.....	.....	.....	.....
Carvão:	.....	.....	.....	.....
Cestos:	.....	.....	.....	.....
Tecidos:	.....	.....	.....	.....
Cerâmica:	.....	.....	.....	.....
Comida:	.....	.....	.....	.....
Curtume:			..	

3.5. Comércio e intercâmbio:

3.5.1. Onde vendem os produtos?

Na propriedade : ..... Na(s) Feira(s): ..... Outro(especifique): .....

3.5.2. Para quem vende?

Comerciantes: ..... Caminhoneiros: ..... Empresa/Fábrica: .... Outro (especifique): .....

3.6. Atividades que se desenvolve em oficinas:

1ª ATIVIDADE	2ª TAMANHO G - M – P **	3ª EQUIPAMENTO	4ª LUCROS R$	5ª DESTINO	6ª FONTE DE ENERGIA
Funilaria					
Carpintaria:					
Serralheiro:					
Chapelaria:					
Mecânica:					
Borracharia:					
Ferreiro:					

** G: grande, M: mediano, P: pequeno.

3.7. Principais tipos de produção na localidade:

PRODUTO	DESCRIÇÃO	PROPRIEDADE	QUANTIDADE	MEIO DE ESCOAMENTO	OBSERVAÇÕES
Florestal					
Agrícola					
Piscícola					
Endógeno					
Ecoturismo					
.....					
Outros Usos:					
Comentários-					

3.7. Migração:

3.7.1. Entradas econômicas por conceito de migração:

EMIGRANTE	LUGAR	OBJETIVO	PERÍODO	RECEITA	DESTINO
1..... 2..... 3..... 4.....					

4. LEGITIMIDADE DO AGENTE PROPONENTE DO PROJETO:

4.1. Está de acordo que a organização..... represente a comunidade para o projeto de energia?

4.2. Crêem que esta organização é a mais representativa para eletrificação de regiões isoladas da rede?

SIM: .... Por que? .....

NÃO: .... Por que? .....

Neste caso que organização poderia representar melhor? .....

8.4 ANEXO 4 - CLASSIFICAÇÃO DE RECURSOS PELA AVALIAÇÃO DOS CUSTOS COMPLETOS – ITERAÇÕES ANUAIS

8.4.1 CLASSIFICAÇÃO PARA O MOMENTO 1 – Iteração 2 - ANO 2006

Tabela A4.1 - Classificação - Fator Técnico-Econômico - Iteração 2 - 2006

Fator Técnico-Econômico		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
Custos Inerentes	Elemento de Análise	Símbolo	KFCte									
	Custo Unitário de Geração: Cki = US$/kWinst	A		75%	100%	100%	25%	50%	50%	**75%**	50%	25%
	Suprimento da energia primária: SC = US$/MWh	A		100%	25%	25%	100%	100%	25%	25%	50%	100%

Tabela A4.2 - Classificação - Fator Ambiental- Iteração 2 - 2006

Fator Ambiental		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum
Aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCam									
	Desmatamento (ha)	C	**10**	**25%**	**25%**	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Poluentes Atmosféricos	C		75%	75%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%
	Poluição sonora	B		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	75%	100%
	impactos fauna local	A		75%	75%	75%	100%	75%	75%	75%	75%	100%

Tabela A4.3 - Classificação - Fator Social- Iteração 2 - 2006

Fator Social		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCs									
	Desenvolvimento da Infra-Estrutura Local	A		**100%**	**100%**	50%	50%	50%	100%	100%	100%	25%
	Efeitos do desequilíbrio ambiental no meio social	C	9	25%	50%	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%
	Poluição sonora	C		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	50%	100%

Tabela A4.4 - Classificação - Fator Político- Iteração 2 - 2006

Fator Político		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos Considerados	Elemento de Análise	Símbolo	KFCp									
	Know-How da forma de geração	A		25%	**50%**	100%	100%	**50%**	25%	25%	25%	**50%**
	Licenciamento Ambiental	C		50%	75%	75%	100%	100%	50%	75%	100%	100%
	Oposição da Sociedade Organizada	C	**18**	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Pressão da Opinião Pública Internacional	A		75%	75%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%

8.4.2 CLASSIFICAÇÃO PARA O MOMENTO 1– Iteração 3 – ANO 2007

Tabela A4.5 - Classificação - Fator Técnico-Econômico - Iteração 3 - 2007

Fator Técnico-Econômico		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
Custos Inerentes	Elemento de Análise	Símbolo	KFCte									
	Custo Unitário de Geração: Cki = US$/kWinst	A		75%	100%	100%	25%	50%	50%	75%	50%	25%
	Suprimento da energia primária: SC = US$/MWh	A		100%	25%	25%	100%	100%	25%	25%	50%	100%

Tabela A4.6 - Classificação - Fator Ambiental- Iteração 3 - 2007

Fator Ambiental		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum
Aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCam									
	Desmatamento (ha)	C	10	25%	25%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Poluentes Atmosféricos	C		75%	75%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%
	Poluição sonora	B		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	75%	100%
	impactos fauna local	A		75%	75%	75%	100%	75%	75%	75%	75%	100%

Tabela A4.7 - Classificação - Fator Social- Iteração 3 - 2007

Fator Social		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCs									
	Desenvolvimento da Infra-Estrutura Local	A		75%	75%	50%	50%	50%	100%	100%	100%	25%
	Efeitos do desequilíbrio ambiental no meio social	C	9	25%	50%	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%
	Poluição sonora	C		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	50%	100%
	Poluição atmosférica com impactos na saúde	B		25%	25%	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%

Tabela A4.8 - Classificação - Fator Político- Iteração 3 - 2007

Fator Político		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos Considerados	Elemento de Análise	Símbolo	KFCp									
	Know-How da forma de geração	A		25%	75%	100%	100%	75%	25%	25%	25%	75%
	Licenciamento Ambiental	C		50%	75%	75%	100%	100%	50%	75%	100%	100%
	Oposição da Sociedade Organizada	C	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Pressão da Opinião Pública Internacional	A		75%	75%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%

8.4.3 CLASSIFICAÇÃO PARA O MOMENTO 1– Iteração 4 – ANO 2008

Tabela A4.9 - Classificação - Fator Técnico-Econômico - Iteração 4 - 2008

Fator Técnico-Econômico		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
Custos Inerentes	Elemento de Análise	Símbolo	KFCte									
	Custo Unitário de Geração: Cki = US$/kWinst	A		75%	100%	100%	25%	50%	50%	**100%**	50%	25%
	Suprimento da energia primária: SC = US$/MWh	A		100%	25%	25%	100%	100%	25%	25%	50%	100%

Tabela A4.10 - Classificação - Fator Ambiental- Iteração 4 - 2008

Fator Ambiental		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum
Aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCam									
	Desmatamento (ha)	C	10	**25%**	**25%**	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Poluentes Atmosféricos	C		75%	75%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%
	Poluição sonora	B		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	75%	100%
	impactos fauna local	A		75%	75%	75%	100%	75%	75%	75%	75%	100%

Tabela A4.11 - Classificação - Fator Social - Iteração 4 - 2008

Fator Social		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCs									
	Desenvolvimento da Infra-Estrutura Local	A		**50%**	**50%**	50%	50%	50%	100%	100%	100%	25%
	Efeitos do desequilíbrio ambiental no meio social	C	9	25%	**25%**	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%
	Poluição sonora	C		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	50%	100%
	Poluição atmosférica com impactos na saúde	B		25%	25%	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%

Tabela A4.12 - Classificação - Fator Político - Iteração 4 - 2008

Fator Político		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos Considerados	Elemento de Análise	Símbolo	KFCp									
	Know-How da forma de geração	A		25%	**75%**	100%	100%	**75%**	25%	25%	25%	**100%**
	Licenciamento Ambiental	C		50%	75%	75%	100%	100%	50%	75%	100%	100%
	Oposição da Sociedade Organizada	C	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Pressão da Opinião Pública Internacional	A		75%	75%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%

8.4.4 CLASSIFICAÇÃO PARA O MOMENTO 1- Iteração 5 – ANO 2009

Tabela A4.13 - Classificação - Fator Técnico-Econômico - Iteração 5 - 2009

Fator Técnico-Econômico		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
Custos Inerentes	Elemento de Análise	Símbolo	KFCte									
	Custo Unitário de Geração: Cki = US$/kWinst	A		75%	100%	100%	25%	50%	**75%**	100%	50%	25%
	Suprimento da energia primária: SC = US$/MWh	A		100%	25%	25%	100%	100%	25%	25%	50%	100%

Tabela A4.14 - Classificação - Fator Ambiental - Iteração 5 - 2009

Fator Ambiental		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum
Aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCam									
	Desmatamento (ha)	C	**10**	**25%**	**25%**	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Poluentes Atmosféricos	C		**50%**	**50%**	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%
	Poluição sonora	B		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	75%	100%
	impactos fauna local	A		75%	75%	75%	100%	75%	75%	75%	75%	100%

Tabela A4.15 - Classificação - Fator Social - Iteração 5 - 2009

Fator Social		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos	Elemento de Análise	Símbolo	KFCs									
	Desenvolvimento da Infra-Estrutura Local	A		**50%**	**50%**	50%	50%	50%	100%	100%	100%	25%
	Efeitos do desequilíbrio ambiental no meio social	C	9	25%	**25%**	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%
	Poluição sonora	C		50%	50%	50%	100%	50%	50%	50%	50%	100%
	Poluição atmosférica com impactos na saúde	B		25%	25%	25%	100%	100%	50%	50%	75%	100%

Tabela A4.16 - Classificação - Fator Político - Iteração 5 - 2009

Fator Político		Peso do Elemento de Análise		Biomassa Queima	Biomassa Biodiesel	Motor Diesel	Solar	Eólico	GN Turbina	GN Motor	GN Cel. Comb.	GLD - Ilum.
aspectos Considerados	Elemento de Análise	Símbolo	KFCp									
	Know-How da forma de geração	A		25%	**100%**	100%	100%	**100%**	25%	25%	25%	**100%**
	Licenciamento Ambiental	C		50%	75%	75%	100%	100%	50%	75%	100%	100%
	Oposição da Sociedade Organizada	C	**18**	100%	**75%**	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Pressão da Opinião Pública Internacional	A		75%	75%	50%	100%	100%	50%	50%	100%	100%

9 BIBLIOGRAFIA

[1] SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO – **"Processo de Licenciamente Ambiental"** www.meioambiente.sp.gov.br

[2] GIMENES, A. L. V.; GRIMONI, J. A. B.; UDAETA, M. E .M.; CAMARGO, R.; CARVALHO, C. E. **Análise e Adequação de Roteiros para Relatório Ambiental Preliminar na Oferta Energética.** 5th CLAGTEE - Latin-American Congress: Electricity Generation And Transmission. São Pedro - SP – Brazil November 16 - 20 th 2003.

[3] BRAGA et ali; **"Introdução à Engenharia Ambiental"**; Ed Mc Graw Hill, São Paulo, 2000.

[4] UDAETA, M. E .M.; GIMENES, A. L. V.; GALVÃO, L.C.R; BAITELO, R.L."**Estado de Arte e Síntese dos Trabalhos realizados no GEPEA acerca do PIR na Fase II"**- www.pea.usp.br/gepea/pir

[5] THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS; **"Sustainability & Acceptability In Infrastructure Development"**; Thomas Telford Publishing, London, UK, 1996.

[6] REIS, L. B., SILVEIRA, S., et ali; **"Energia Elétrica Para Um Desenvolvimento Sustentável "**; Editora da Universidade de São Paulo - Edusp, São Paulo, 2000.

[7] World Commission on Environment and Development. **"Our Common Future"** 1987.

[8] LEROY J. Pierre et. Ali. **"Tudo ao Mesmo Tempo Agora – Desenvolvimento Sustentabilidade, Democracia: O que isso tem a ver com você"** Editora Vozes, Petrópolis, Rio de Janeiro, 2002.

[9] UNDP - United Nations Development Programme; WEC - World Energy Council **"Energy and the Challenge of Sustainability"**, EUA, 2000. ISBN: 92-1-126126-0.

[10] IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY'S, UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – Division of Technology, Industry and Economics, **"Reforming Energy Subsidies"**, United Nations Publication, ISBN: 92-807-2208-5, Fist Edition, 2002.

[11] New Economics Foundation & BCAS - Bangladesh Centre for Advanced Studies **"The End Of Development? Global Warming, Disasters And The Great Reversal Of Human Progress"** ISBN 1-899407-57-X, 2002. www.neweconomics.org

[12] IEA INTERNATIONAL ENERGY AGENCY'S **"Energy and Poverty"**, World Energy Outlook 2002. www.iea.org

[13] UNDP - United Nations Development Programme **"Human Develop Report 2001 – Making New Technologies Work for the Human Development"**, New York Oxford, Oxford University Press, 2001.

[14] GIMENES, A. L. V. **"Agregação de Valor à Energia Elétrica Através da Gestão Integrada de Recursos"**, Dissertação apresentada Escola Politécnica da USP para obtenção do título de Mestre - Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.São Paulo março de 2000.

[15] PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento **"Relatório do Desenvolvimento Humano 2000 – Direitos Humanos e Cidadania"** , Trinova Editora, Lisboa, 2000.

[16] PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento **" Relatório do Desenvolvimento Humano 2002 - Aprofundar a democracia num mundo fragmentado"** , MENSAGEM - Serviço de Recursos Editoriais, Lda Lisboa PORTUGAL, 2002.

[17] CARVALHO, C.E., CHIAN, C.C.T. **"Avaliação dos Custos Completos dos Recursos Energéticos na Produção Integrada de Termofosfatos no Médio Paranapanema"** Projeto de Formatura apresentado à EPUSP, São Paulo,1997.

[18] GOLDEMBERG, J.; **"Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento"**; Edusp, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

[19] BOARATI, J.H.; **"Um modelo para Avaliação Ponderada da Hidreletricidade e Termeletricidade com Gás Natural Através dos Custos Completos"**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia. São Paulo 2003.

[20] ELETROBRÁS - Departamento de Engenharia e Meio Ambiente -. **"Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos"** 2ª Edição - Rio de Janeiro, Outubro de 2002.

[21] CHRISTINA A.; BARBOSA M.M.; MAIA M.; BUSTILLOS C. S. R.; SOEIRO J. R. C. **"Projetos Multissetoriais Integrados: Uma Abordagem para as Questões Sociais"** - Revista do BNDES, Rio de Janeiro - 06/02/02 www.bndes.gov.br

[22] BERGAMINI S. J.- **"Contabilidade e Risco Ambientais"** Seminário de Contabilidade Ambiental realizado no Auditório do BNDES nos dias 5 e 6 de novembro de 1998, – www.bndes.gov.br

[23] BERGAMINI S. J. **"Avaliação Contábil do Risco Ambiental - Avaliação Contábil do Risco Ambiental"** - Revista do BNDES, Rio de Janeiro, V. 7, N. 14, P. 301-328, DEZ. 2000 - www.bndes.gov.br

[24] UNDP - United Nations Development Programme UNDP - United Nations Development Programme; **"UNDP's Handbook And Guidelines For Environmental Management And Sustainable Development"**; Environment and Natural Resources Group, One United Nations Plaza, New York, N.Y. 10017, 1992.

[25] UNDP - United Nations Development Programm **"Energy as a Tool for Sustainable Development – for African, Caribbean and Pacific countries"**, New York, EUA, 1999. ISBN: 92-1-126106-6.

[26] ELETROBRÁS; **"Plano Decenal de Expansão 2000 - 2010"**, http://www.mme.gov.br, 2002

[27] JANUZZI, G. M. E SWISHER, J. N. P.; **"Planejamento Integrado de Recursos Energéticos – meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis"**, Editora Autores Associados. Campinas, 1997.

[28] GIMENES, A. L. V.; GALVÃO, L. C. R.; REIS, L. B.; UDAETA, M. E .M. **"Levantamento da Demanda no Setor Elétrico Brasileiro"**; Revista Ciência e Engenharia, ano 8, número 2 julho/dezembro, ISSN 0103-944X, Edufu Editora da Universidade Federal de Uberlândia pág. 33 a 38, Uberlândia, MG, 1999.

[29] VINE, EDWARD., **'INDEEP (International Database on Energy Efficiency Programs) Annual Report (1995-96)'**, Berkeley National Laboratory, Califórnia, University of Califórnia, junho 1996.

[30] AUSTRIAN ENERGY AGENCY (E.V.A.): http://www.eva.ac.at/

[31] FUNDAÇÃO POLONESA PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (FEWE) http://www.fewe.pl/

[32] STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE DE BOSTON – **"LEAP Aplications"** http://www.seib.org/leap/applications.html

[33] PACICORP – **"Integrated Resource Plan- Assuring a Bright Future to Our Customers"** http://www.pacificorp.com/Navigation/Navigation23807.html, 2003

[34] IDAHO POWER COMPANHY **"2002 Integrated Resource Plan"**. - http://www.idahopower.com/aboutus/regulatoryinfo/irp.htm , Junho de 2002

[35] SOUTH CAROLINA ENERGY OFFICE – **"Analysis and Evaluation of the Integrated Resource Plans of the Investor-Owned and State-Owned Electric Utilities in South Carolina"**, prepared for the South Carolina Energy Office by Slater Consulting - http://www.state.sc.us/energy/Utilities/irp.htm

[36] MINESOTA HOUSE OF REPRESENTATIVES **"Integrated Resource Planning"** http://www.house.leg.state.mn.us/hrd/issinfo/ssmegst.htm#Integrated

[37] COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS – CEMIG – www.cemig.com.br

[38] UDAETA, M. E. M.; **'Planejamento Integrado de Recursos (PIR) para o Setor Elétrico (pensando o desenvolvimento sustentável)'**, tese de doutorado, São Paulo - SP, EPUSP - Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, 1997.

[39] BERZAGHI, M. E.; UDAETA, M. E. M. – **"Estudo do estado da arte a cerca do PIR : Planejamento Integrado de Recursos"** – Trabalho final de curso apresentado na Disciplina de Pós Graduação Planejamento Integrado de Recursos - Departamento de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

[40] GALVÃO, L. C. R., REIS, L. B. E UDAETA, M. E. M.; **"Fundamentos para o Planejamento Integrado de Recursos numa região do governo do estado de São Paulo apontando a energia elétrica"** in VII Congresso Brasileiro de Energia, II Seminário Latino Americano de Energia, Anais, Rio de Janeiro, 1996.

[41] GIMENES, A.L.V., **"Relatório Técnico da Oficina III de PIR no GEPEA"**, www.pea.usp.br/gepea/pir, 2002.

[42] GIMENES, A. L. V.; GALVÃO, UDAETA, M. E .M.; CARVALHO, C. E.; **"IRP Approaching In The Thermoelectrical Power Production Based On The Natural Gas – Case Study"**. www.pea.usp.br/gepea/pir, 2003.

[43] ONTARIO Hydro International Inc. **Course Naterials for the Ontario Hydro Insternational Inc. Integrated Resource Planning Training Program.** Canada 1996.

[44] ONTARIO Hydro; Toronto Hydro **The Toronto Integrated Electrical Service (TIES) Study**. Report. A Joint Ontario Hydro / Toronto Hydro Study, Carried Out in Conjuntion with the City of Toronto and Toronto District Heating Corporation, for Augmenting Electrical Services in the City of Toronto. Canada 1995.

[45] WORLD BANK; **"World Development Report – Infrastructure for Development"**, , Cambrige University Press, New York, USA, 1994.

[46] SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO – **"DECRETO ESTADUAL N° 8.468, DE 8 DE SETEMBRO DE 1976 - SÃO PAULO"** www.meioambiente.sp.gov.br

[47] ABCE – Associação Brasileira de Concessionárias de Energia Elétrica, **"Uso Múltiplo das Águas – Gestão de Recursos Hídricos, envolvimento dos Municípios"**, Simpósio, São Paulo, de 05 a 06 de outubro de 1999.

[48] RODRIGUES, A. P. S.; RAMOS, S. M.F.G.; **"O Empreendimento Belo Monte Integrado ao Planejamento Regional com a Utilização Múltipla do**

Seu Reservatório"; IX erlac. Encontro Regional Latino-Americano da Cigré, 17 a 31 de maio, Foz do Iguaçu, 2001.

[49] LARSEN H.; LEIF PETERSEN S. **"New and Emerging Technologies – Options for the Future - Risø Energy Report 1"** Risø National Laboratory October 2002. **ISBN 87-550-3082-3 (Internet)**

[50] JOHANSSON, T. B. *et al.* (eds.); **"Renewable Energy - sources for fuels and electricity"** , Earthscan Publications, London and Island Press, Washington, 1993.

[51] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA -ANEEL, **"Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 1ª Edição"**, Brasília, 2002 – www.aneel.gov.br

[52] UNDP - United Nations Development Programme; **"Bioenergy Primer - Modernised Biomass Energy For Sustainable Development"** Energy and Atmosphere Programme, New York, 2000.

[53] CSPE – Comissão de Serviços Públicos de Energia – **"Usinas Termelétricas de Pequeno Porte no Estado de São Paulo"** ; Páginas e Letras Editora e Gráfica, São Paulo, 2001.

[54] PRADO, F. A. A.; AMARAL, C. A.; **"Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado de São Paulo"**, CSPE – Comissão de Serviços Públicos de Energia – Páginas e Letras Editora e Gráfica, São Paulo, 2000.

[55] RIBEIRO, F. S.; **"Eletrificação Rural de Baixo Custo'**, Tese de Livre Docência, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

[56] KAGAN, N.; **"Configuração de Redes de Distribuição Através de algoritmos Genéticos e Tomada de Decisão Fuzzy"**. Tese apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Professor Livre Docente. São Paulo, 1999.

[57] KAZAY, H. F.;**"O Planejamento da Expansão da Geração do Setor Elétrico Brasileiro Utilizando os Algoritmos Genéticos" "**. Tese apresentada a Universidade federal do Rio de Janeiro, COPPE para obtenção do título de Doutor em Ciências. Rio de Janeiro 2001.

[58] LEAP - Long-range Energy Alternatives Planning System – **"UserGuide for version 2000".** Boston Center, Tellus Institute, Boston EUA, 2001.

[59] PEREIRA, J. C. R. **"Análise de dados Qualitativos – Estratégias Metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais"**, ISBN:85-314-0523-8, ,Edusp- Editora da Universidade de São Paulo, Terceira Edição, São Paulo, 2001.

[60] STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE – SEI – **"Visions of Sustainability in the Baltic Sea Region: Beyond Conventional Development"** ISBN:9188714551, Baltic 21 Research Report, Boston, Junho de 1998.

[61] MCKINSEY& COMPANHY. **"Empreendimentos Sociais Sustentáveis"**; Editora Fundação Petrópolis, São Paulo, 2001.

[62] INSTITUO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE MAMIRAUÁ – IDSM – in Pesquisas,< http://www.mamiraua.org.br>, acesso em dezembro de 2003.

[63] BANNERMAN, M;" **Mamirauá – um guia da história natural da várzea amazônica"**, IDSM - Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, amazonas, 2001.

[64] PNUD PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, IPEA INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, FJP FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO -**"Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil"**, in www.ipea.gov.br, acesso em dezembro de 2003.

[65] NISHIMARU, R. S.; " **Opções Energéticas de Pico-Geração Na RDS Mamirauá"** Projeto de Formatura apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

[66] IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **"Indicadores de Desenvolvimento Sustentável Brasil 2002"**, Estudos e Pesquisas Informação Geográfica número 2, Rio de Janeiro 2002, www.ibge.gov.br

[67] BADAM – BANCO DE DADOS DA AMAZÔNIA; MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL- www.ada.gov.br/

[68] AMAZÔNIA - www.amazonia.org.br

[69] GRUPO DE TRABALHO AMAZÔNICO; www.gta.org.br

[70] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS –INPE; Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) – www.inpe.br

[71] CENBIO CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA– **"Banco de Dados de Biomassa no Brasil"** in www.cenbio.org.br, acesso em dezembro de 2003.

[72] INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA; **"Tabelas de Consumo e Eficiência"**- http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/pbetab2.asp

[73] ELETROBRAS – Assessoria de Imprensa **"Eletrobrás assina convênio com Acre para implantar projeto de biodiesel"** in www.eletrobras.gov.br, acesso em setembro de 2003.

[74] STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE – SEI –**"LEAP – Long-range, Alternatives Planning System – Training Exercices for LEAP version 2000"**, Boston Cnter Tellus Institute, USA, fevereiro de 2001.

[75] CSPE - COMISSÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE ENERGIA do Estado de São Paulo – **"Portaria CSPE - 238, de 28-5-2003"**, www.cspe.sp.gov.br

[76] MEIRELLES F.S; **"Biodiesel"**; Federação da Agricultura do Estado de São Paulo, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, Brasília, setembro de 2003.

[77] LACOURSIERE, C.; **"High Natural Gás Prices Driving Demand for Alternatives to Fóssil Fuels"**; Cogeneration and On-Site Power Production" – WADE- World Alliance for Decentralized Energy - James and James Editora, Setembro-Outubro de 2003.

[78] DOE U.S. DEPARTMENT OF ENERGY ; **"Energy Outlook. AEO"**; Energy Information Administration (EIA), 1999: <http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo99/homepage.htm>l, acesso em 1999.

[79] PRODEEM- PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO DOS ESTADOS E MUNICÍPIOS, **"O que é o PRODEEM"**, in www.mme.gov.br/prodeem acesso em janeiro de 2004.

[80] CNPq-CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO; **"Edital CT-Energ/MME/CNPq 03/2003"**, in http://www.cnpq.br/servicos/editais/ct/edital_032003_ctenerg_mme.htm, acesso em novembro de 2003.

[81] GEPEA P15. Relatório Técnico Interno- Preparação para a construção da arquitetura do Sistema de Análise Geo-energética (SAGe), PEA EPUSP, 2002.

[82] GEPEA P7. Relatório Técnico Interno– Estudos Básicos sobre o PIR (1996-1999) Planejamento Integrado de Recursos para o Setor Elétrico, PEA EPUSP, 2002.

[83] GEPEA GeCo/RT1. Relatório Técnico Interno– Avaliação Preliminar dos Recursos Energéticos de Oferta da Região do Oeste Paulista, PEA EPUSP, 2003.

[84] Site Internet – http://www.feg.unesp.br/~salomon/pesquisa/auxcompr.pdf, acesso em 2003

[85] Site Internet - http://www.expertchoice.com/customerservice/ahp.htm, acesso em 2003

[86] Site Internet - http://gasa.dcea.fct.unl.pt/assa, acesso em 2003

[87] Site Internet - http://www.decisionsystems.com.br, acesso em 2003

[88] KAGAN, N. **"Electrical Power Distribution Systems Planning Using Multiobjective and Fuzzy Mathematical Programing"**. London, 1992, Thesis Ph.D., Queen Mary & Westfield College, University of London.

[89] KAGAN, N. BOVOLATO, M.C. **"Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição Utilizando Programação Matemática Probabilística".** XI Congresso Brasileiro de Automática, São Paulo, 1996.

[90] KAGAN, N.;ADAMS, R.N.; **"Electrical Distribution Systems Planning Using Fuzzy Methematical Programming"**, Electric Power and Energy Systems, Junho de 1994.

[91] REIS, L.B.; GALVÃO, L.C. R.; **"The Sustainable Integration of National Electrical Networks to a World Energy System"**. International Conference on World energy System 2, Toronto, 1998.

[92] CARVALHO, C. E.; **"A Análise do Ciclo de Vida e os Custos Completos no Planejamento Energético"** dissertação de mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

10 APÊNDICE 1

DATA NEEDS SUMMARY

Ontario Hydro [Ref. 56, 57]

Overview of Sources

- **Options Studies**
  - Supply
  - Demand
  - Transmission
  - Operations
  - Finance
  - Other
- **Existing System**
  - Physical
  - Financial
- **External World**
  - Load Forecast
  - Customer Damage Costs

Supply Options Detailed Data- 1

- **General Information**
  - Proposed In-service date
  - Lead-time for Option to be placed in service
  - Proposed Capacity Factor of Option Typical Reliability Level for this Option (Annual Availability Factor)

Supply Options Detailed Data - 2

- **Technical Information**
  - Technical Description of Option - Expected Service Life of Option - Size of Option
  - Efficiency of Option (heat rate)
  - Variation of Option's Output with Ambient Temperature
  - Fuel Type whether any back-up fuel is required
  - Length of Decommissioning Period

Supply Options Detailed Data - 3

[Cost Information In cash flow format]

- **Initial Capital Costs**
  - Design & Construction Costs (including the Cost of Environment Controls and Environmental Approvals)
  - Commissioning Costs
  - Initial Training Costs
- **Later Capital Costs**
  - Capital Modification Costs, - including minor on-going capital modifications, and major rehabilitations
  - Decommissioning Costs

Supply Options Detailed Data - 4

- **Operating & Administration & Maintenance Costs**
  - Direct Operating & Maintenance, including Labour Costs, Material Costs, and Purchased Services.
  - Indirect Operating & Maintenance Costs, including Head Office Technical Support and Administration.
- **Fuel Related Costs**
  - Cost of Acquiring Fuel - including the transportation costs
  - Cost of Maintaining an Inventory of Fuel
  - Cost of Disposing of Fuel Wastes and/or cash flow provided from sale of by-products

Supply Options Detailed Data - 5

- **Environmental Impacts**
  - Resource Use
    - Non-Renewable Resources
    - Land Use
    - Water Use
  - Emissions/ Effluents and Waste
    - Air Emissions
    - Aquatic Effluents
    - Solid Waste Production

Supply Options Detailed Data - 6

- **Socio-Economic Impacts**
  - Socio-Economic Criteria
    - Regional Employment
    - Regional Economic Development
    - Local Community Impacts
  - Societal Considerations
    - Social Acceptance
    - Special/Sensitive Groups
    - Lifestyle Impacts
    - Distribution of Risks and Benefits

Supply Options Detailed Data - 7

- **Financial Information**
  - Discount rate forecast
  - Inflation and Escalation rates (if required)
- **Risk & Uncertainty on Significant Data**

Supply Opt. Minimum Data - 1

- **Technical**
  - Unit Size
  - Average Capacity Factor
    - Forced outage rate
    - Planned outage rate
  - Average Heat Rate
  - Other Operating Considerations
    - Location
    - Flexibility or pattern
  - Lifetime

Supply Opt. Minimum Data - 2

- **Cost Information**
  - Overnight Capital Cost
  - Capital Construction Pattern - Decommissioning Cost
  - Fixed Maintenance Cost
  - Variable Maintenance Cost
  - Fuel Cost

Supply Opt. Minimum Data - 3

- **Environmental Impacts**
- **Socio-Economic Impacts**
- **Need data to correspond to measures**

DM Options Minimum Data - 1

- **Technical**
  - MW savings by year (life time & lead time included)
  - Load factor of savings
  - Operating Considerations

DM Options Minimum Data - 2

- **Cost Information**

(By Participant versus Utility)

  - Capital Cost
  - Fixed Operating Cost
  - Variable Operating Cost
- **Environmental Impacts**
- **Socio-Economic Impacts**

Other Options Minimum Data

- **Similar Data to Supply & DM Options**
- **Fixed costs including cash flow pattern**
  - Variable costs averaged or levelized
  - Operating data averaged or levelized

Data Needed Dictated by

- **Measures**
- **Modeling Used**
  - Physical
  - Financial
  - Environmental

Non-Option Data - 1

- **Existing System**
  - May need by station or program - Usually same data as options
  - Operating rules (dispatch order...) v Other Financial Data
  - Debt
- **Other overhead or fixed costs**
  - Depreciation
  - Rate structure - Financial rules

Non-Option Data - 2

- **Load Forecast v Inflation Rate v Discount Rate**
- **Cost of Capital**

- **Environmental Damage Cost**
- **Cost of Unsupplied Energy**
- **Other**

All Data

- **Risk & Uncertainty ranges around data**