

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR ANDRÉ FRAZÃO TEIXEIRA
..... E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 26/02/2010

Carla Kazue Cavaliero
.....
ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**Elementos do Desenvolvimento Endógeno e do
Planejamento Integrado de Recursos para a
Eletrificação de Comunidades Isoladas: estudo
de caso em Pico do Amor/MT**

Autor: **André Frazão Teixeira**

Orientador: **Prof^ª Dra. Carla Kazue Nakao Cavaliero**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

Elementos do Desenvolvimento Endógeno e do Planejamento Integrado de Recursos para a Eletrificação de Comunidades Isoladas: estudo de caso em Pico do Amor/MT

Autor: **André Frazão Teixeira**

Orientador: **Prof^{da} Carla Kazue Nakao Cavaliero**

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos.

Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas, 2010
S.P. – Brasil

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

T235e Teixeira, André Frazão
Elementos do desenvolvimento endógeno e do planejamento integrado de recursos para a eletrificação de comunidades isoladas: estudo de caso em Pico do Amor/MT / André Frazão Teixeira. --Campinas, SP: [s.n.], 2010.

Orientador: Carla Kazue Nakao Cavaliero.
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Recursos energéticos. 2. Comunidades. 3. Desenvolvimento econômico - Amazônia. 4. Desenvolvimento econômico - Aspectos sociais. 5. Planejamento integrado. I. Cavaliero, Carla Kazue Nakao. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: Elements of endogenous development and integrated resources planning for the electrification of isolated communities: a case study in Pico do Amor / MT

Palavras-chave em Inglês: Energy resources, Communities, Economic development - Amazon, Economic development - Social aspects, Integrated planning

Área de concentração:

Titulação: Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora: Sônia Regina da Cal Seixas, Ennio Peres da Silva, Maria Julita Guerra Ferreira, Rubem César Rodrigues Souza

Data da defesa: 26/02/2010

Programa de Pós Graduação: Engenharia Mecânica

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

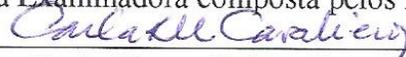
TESE DE DOUTORADO

**Elementos do Desenvolvimento Endógeno e do
Planejamento Integrado de Recursos para a
Eletrificação de Comunidades Isoladas: estudo
de caso em Pico do Amor/MT**

Autor: André Frazão Teixeira

Orientador: Prof^a Dra Carla Kazue Nakao Cavaliero

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Tese:



Prof. Dr. Carla Kazue Nakao Cavaliero - Presidente
DE/FEM/UNICAMP



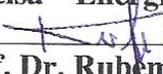
Prof^a Dra Sônia Regina da Cal Seixas
NEPAM/UNICAMP



Prof. Dr. Ennio Peres da Silva
IFGW/UNICAMP



Prof^a Dra Maria Julita Guerra Ferreira
Precisa – Energia e Meio Ambiente



Prof. Dr. Rubem César Rodrigues Souza
CDEAM/UFAM

Campinas, 26 de fevereiro de 2010

Dedicatória:

Aos meus pais, Ademar Raimundo Mauro Teixeira e Ana Frazão Teixeira, que sempre me deram apoio, incentivo e amor em todos os momentos, especialmente durante o desenvolvimento desta Tese.

Agradecimentos

Este trabalho não poderia ser terminado sem a ajuda de diversas pessoas às quais presto minha homenagem:

Aos meus pais, Ana Frazão Teixeira e Ademar Raimundo Mauro Teixeira pelo incentivo em todos os momentos da minha vida.

A minha orientadora, que mostrou os caminhos a serem seguidos sempre de forma cordial e amistosa.

A todos os professores do departamento, que ajudaram de forma direta e indireta na conclusão deste trabalho.

A Universidade Estadual de Campinas.

A FAPEAM pela bolsa concedida.

Aos professores Doutores Ennio Peres da Silva e Sônia Regina da Cal Seixas pelas produtivas observações durante minha qualificação.

Aos professores Doutores Rubem Souza, Ivo Dorileo e José de Castro Correia pelo apoio e informações durante meu curso.

Aos colegas de curso e de vida Daniel Gabriel, Davi Gabriel, Elisa Bastos e Regiane Barros.

Aos colegas que tive o prazer de conhecer durante minha estadia em Campinas Ivan Rodolfo Duran Cruz Perez, Rodrigo Grassi Martins, Bruno Albertini, Marcelo Mamede e Amanda Marcelino.

“The curious task of economics is to demonstrate to men how little they really know about what they imagine they can design.”

[A curiosa tarefa da economia é mostrar aos homens o quão pouco realmente sabem sobre o que imaginam poder desenvolver]

F A Hayek
The Fatal Conceit

Resumo

TEIXEIRA, André Frazão, *Elementos do Desenvolvimento Endógeno e do Planejamento Integrado de Recursos para a Eletrificação de Comunidades Isoladas: estudo de caso em Pico do Amor/MT*, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2010. p. Tese (Doutorado)

Esta tese faz uma análise sobre a eletrificação rural para as comunidades isoladas do Brasil, mais especificamente para aquelas situadas distantes dos grandes centros consumidores, localizadas na região Norte e extremos da região Centro-Oeste do país. Analisou-se o atual programa vigente para a eletrificação rural no país contemplando as comunidades isoladas, qual seja o programa “Luz para Todos”, verificando que este ainda possui limitações institucionais, metodológicas e financeiras para uma efetiva universalização do atendimento. Neste cenário, propôs-se a viabilização de uma política específica para a eletrificação das comunidades isoladas, com a criação inicial de um banco de dados e um planejamento por etapas, o qual inclui elementos de um Planejamento Integrado de Recursos, especificamente quanto à programação do processo de eletrificação, ao gerenciamento pelo lado da demanda (GLD) e à análise de custos completa ou multiobjetiva, para a definição da melhor opção para a geração distribuída de energia. O planejamento proposto inclui também elementos de um modelo de desenvolvimento endógeno, especificamente quanto aos investimentos em cadeia para a infra-estrutura, aos investimentos em capital humano local e à formação de redes para o mesmo fim.

Palavras Chave

Comunidades isoladas, análise de custos completa, análise multiobjetiva, Desenvolvimento Endógeno, Planejamento Integrado de Recursos.

Abstract

TEIXEIRA, André Frazão, *Elements of Endogenous Development and Integrated Resources Planning for the Electrification of Isolated Communities: A Case Study in Pico do Amor / MT*, Campinas: College of Mechanical Engineering, State University of Campinas, 2010. p. Thesis (Ph.D.)

This paper analyzes the electrification process used for the isolated communities in rural Brazil, more specifically those farther from the great consuming centers, located in the country's Northern region and the extremities of the Mid-Western region. The current program for the agricultural electrification, the "Energy for All," was analyzed taking into consideration these isolated communities. This analysis showed that this program still has institutional, methodological, and financial limitations, which prevent it from achieving a broader and more effective service. With those issues in mind a proposal with specific policies geared towards the isolated communities was developed. The proposal included the creation of a data base and a 'stages' plan, which includes elements of an Integrated Planning Resources (especially when it comes to the distribution and implementation of energy), a Demand Side Management (DSM), and a complete or multi objective analysis of costs, which would help define the best option for the distribution and generation of energy. The considered proposal also includes elements of an endogenous model of development, more specifically the chain of investments for the infrastructure, investments in local human capital and the development of networks.

Key Words

Isolated communities, complete analysis of costs, multi objective analysis, Endogenous Development, Integrated Planning Resources.

Lista de Figuras

Figura 2. 1 Estrutura organizacional do LpT	16
Figura 3. 1 Diagrama adequado das relações entre os atores envolvidos em um processo de desenvolvimento endógeno.....	34
Figura 3. 2 Diagrama de Investimentos em Cadeia.....	36
Figura 4. 1 Processo Hierárquico de ACC.....	49
Figura 5. 1 Fluxograma de Etapas para o Desenvolvimento Endógeno para Comunidades Isoladas	54
Figura 5. 2 Cunhas para Investimentos em comunidades isoladas	57
Figura 6. 1 Etapas de Desenvolvimento Endógeno para Comunidades Isoladas adequado ao estudo de caso na comunidade Pico do Amor/MT.....	82
Figura 6. 2 Curva de consumo estimado Total	88

Lista de Tabelas

Tabela 4. 1 Níveis de Viabilidade	47
Tabela 4. 2 Variáveis e Níveis de Viabilidade	48
Tabela 6. 1 Cronograma do projeto	68
Tabela 6. 2 Agricultura Comercial e de Subsistência.....	79
Tabela 6. 3 Receita Bruta da Farinha de Mandioca	81
Tabela 6. 4 Receita Bruta da Rapadura	81
Tabela 6. 5 Consumo estimado de energia elétrica para o centro comunitário	85
Tabela 6. 6 Consumo estimado de energia elétrica para a iluminação pública	85
Tabela 6. 7 Consumo estimado de energia elétrica para a bomba de água	86
Tabela 6. 8 Consumo estimado de energia elétrica para as atividades produtivas - Casa de Farinha	86
Tabela 6. 9 Consumo estimado de energia elétrica para as atividades produtivas - Casa de Engenho	86
Tabela 6. 10 Consumo estimado de energia elétrica total	87
Tabela 6. 11 Parâmetros para a Valoração	91
Tabela 6. 12 Fator Econômico	91
Tabela 6. 13 Fator Ambiental	92
Tabela 6. 14 Fator Social	92
Tabela 6. 15 Avaliação de Custos Completos.....	93
Tabela 6. 16 Definição de Pesos	93
Tabela 6. 17 Avaliação Multiobjetiva	94

Lista de Abreviaturas e Siglas

Avaliação de Custos Completa (ACC)

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

Associação dos Pequenos Produtores Rurais Família Arruda na Comunidade Pico do Amor (Appico)

Banco da Amazônia (BASA)

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)

Centrais Elétricas do Brasil (Eletrobrás)

Células a Combustível (CaC)

Comitê Gestor Nacional (CGN)

Comitês Gestores Estaduais (CGEs)

Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF)

Centrais Elétricas Matogrossenses (CEMAT)

Centrais Elétricas do Norte do Brasil (Eletronorte)

Conta de Desenvolvimento Energético – CDE

Conta de Consumo de Combustível (CCC)

Conta de Consumo de Combustível para os Sistemas Isolados (CCC-Isol)

Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM)

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam)

Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT)

Geração distribuída (GD)

Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD)

Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW)

Ministério das Minas e Energia (MME)

Modelo de Negócios de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas da Amazônia (NERAM)

Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM)

Núcleo Interdisciplinar de Estudos em Planejamento Energético (NIEPE)

Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE)

Organização de Cooperativas Brasileiras (OCB)

Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's)

Pesquisa e Desenvolvimento (P & D)

Proton Exchange Membrane (PEM)

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)

Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (Prodeem)

Planejamento Integrado de Recursos (PIR)

Produto Interno Bruto (PIB)

Programa Luz no Campo (PLC)

Programa Luz para Todos – LpT

Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel)

Receita operacional líquida (ROL)

Rural Energy Agency (REA)

Secretaria de Indústria, Comércio, Minas e Energia de Mato Grosso (SICME),

Sindicato das Indústrias Sucroalcooleiras do Estado do Mato Grosso (Sindalcool/MT)

Sistema da Federação das Indústrias no Estado do Mato Grosso (Sistema FIEMT)

Sistema Interligado Nacional (SIN)

Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM)

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)

Usinas termelétricas (UTE)

Zona Franca de Manaus (ZFM)

SUMÁRIO

Capítulo 1 Introdução	1
1.1 Objetivos	5
1.1.1 Geral	5
1.1.2 Específicos	5
1.2 Estrutura do Trabalho	6
Capítulo 2 O atendimento de comunidades isoladas	8
2.1 Algumas experiências internacionais	8
2.2 A experiência brasileira	12
2.3 Programa Luz Para Todos - LpT	13
2.3.1 Metodologia e organização do LpT	14
2.3.2 Considerações sobre o LpT	18
2.4 Energia e desenvolvimento para comunidades isoladas	21
Capítulo 3 O Modelo de desenvolvimento endógeno e os elementos aplicáveis às comunidades isoladas	25
3.1 Contextualização do Modelo de Desenvolvimento Endógeno	26
3.2 Características gerais do Modelo Endógeno	28
3.3 Adequação de elementos do modelo de desenvolvimento endógeno para as comunidades isoladas	32
Capítulo 4 O PIR e os elementos aplicáveis ao atendimento de comunidades isoladas	38
4.1 O PIR	38
4.2 Características gerais do PIR	40
4.3 Etapas do PIR	45
4.4 Elementos do PIR para o atendimento das comunidades isoladas	49
Capítulo 5 Proposta para a eletrificação em comunidades isoladas	52
5.1 Introdução	52
5.2 Etapas de desenvolvimento endógeno para comunidades isoladas	53
5.2.1 Etapa 1: Premissas para o início do processo de desenvolvimento	54
5.2.2 Etapa 2: Recursos para promover o desenvolvimento	55
5.2.3 Etapa 3: Diagnóstico sócio-econômico e energético da comunidade	58
5.2.4 Etapa 4: Definição das atividades produtivas na comunidade	59

5.2.5 Etapa 5: Avaliação técnica, econômica, energética e ambiental da(s) atividade(s) produtivas selecionada(s)	59
5.2.6 Etapa 6: Implantação e monitoramento da(s) atividade(s) produtivas selecionada(s)	62
Capítulo 6 Estudo de Caso na Comunidade Pico do Amor/MT	64
6.1 O projeto de P&D em Pico do Amor/MT	65
6.1.1 Características gerais do projeto	66
6.1.1.1 Projeto Técnico	68
6.1.1.2 Projeto Socioambiental	70
6.1.2 Desenvolvimento e resultados do projeto	71
6.2 Aplicação do procedimento proposto no projeto de Pico do Amor/MT	72
6.2.1 Etapa 1: Interesse no processo de desenvolvimento	72
6.2.2 Etapa 2: Recursos para promover o desenvolvimento	74
6.2.3 Etapa 3: Diagnóstico socioambiental e energético da comunidade	75
6.2.4 Etapa 4: Definição das atividades produtivas na comunidade	78
6.2.5 Etapa 5: Avaliação técnica, econômica, energética e ambiental da(s) atividade(s) produtivas selecionada(s)	79
6.2.6 Etapa 6: Implantação e monitoramento da(s) atividade(s) produtivas selecionada(s)	81
6.3 Avaliação final do projeto no contexto da metodologia proposta	81
6.4 Realização do PIR na comunidade Pico do Amor	84
6.4.1 Dimensionamento da Demanda	84
6.4.2 Avaliação da Tecnologia	89
6.4.3 Resultados da Avaliação	94
Capítulo 7 Conclusões e sugestões para trabalhos futuros	96
Referências Bibliográficas	103

Capítulo 1

Introdução

No ano de 2003, por ocasião do lançamento do programa “Luz para Todos” (LpT) pelo Governo Federal, deu-se continuidade à política de eletrificação rural, cujos programas mais recentes e de maior destaque foram o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (Prodeem), criado em 1994, e o Programa “Luz no Campo” (PLC), criado em 1999 (CAVALIERO, 2003).

A meta do LpT é bem mais ambiciosa que a dos demais programas, esperando atender a toda a parcela da população brasileira rural ainda excluída eletricamente, incluindo as comunidades isoladas (MME, 2009).

Embora tenha obtido na atualidade um avanço considerável, em 2008 o LpT já havia atrasado as metas que se propunha alcançar, com maior evidência na região Amazônica, que ao contrário das demais regiões, possui especificidades que impedem, por exemplo, uma simples extensão das linhas de distribuição (DI LASCIO E BARRETO, 2009). Esse fato expõe, entre outros fatores, a falta de planejamento adequado para a eletrificação rural, que incluía, por exemplo, tecnologias alternativas para a geração de energia elétrica em localidades ainda em estado de subdesenvolvimento, como muitas comunidades situadas fora do eixo sul-sudeste.

Embora esteja incluída no campo da infra-estrutura, a geração de energia elétrica para estas comunidades deveria ser discutida, *a priori*, de forma conjunta, já que também é variável considerada imprescindível para o início de um processo de desenvolvimento e para uma melhoria na qualidade de vida.

Para esta parcela da população, a eletrificação, do ponto de vista social é uma obrigação, embora não deva ser vista como necessidade. Autores como Souza (2000), Cartaxo (2000), Cavaliero (2003), Figueiredo (2003), Correia (2005), Teixeira (2006) e Ferreira (2007) assumem que, mais do que apenas um processo de eletrificação para estas comunidades, o grande problema a ser resolvido é a geração de renda. Todavia, gerar renda significa produzir e vender, o que está atrelado a atividades econômicas que precisam ser implementadas e que, por fim, dependem, na maioria dos casos, do fornecimento de energia elétrica.

Assim, o crescimento das comunidades isoladas só será possível com uma geração de eletricidade confiável e que ofereça suporte para um futuro desenvolvimento, o que não acontece no presente. No Estado do Amazonas, por exemplo, existem cerca de 7.000 comunidades isoladas, as quais, quando muito, possuem energia elétrica apenas algumas horas por dia, supridas geralmente por um motor gerador movido a óleo Diesel cedido e, algumas vezes, mantido pela prefeitura do município¹ (CORREIA, 2010)².

Na realidade, a grande maioria das comunidades isoladas não possui energia elétrica gerada de forma ininterrupta. E isto se deve ao fato de que os custos de manutenção e operação são muito elevados, seja pela logística de transporte do combustível, normalmente óleo Diesel, seja pela utilização de motores antigos e pouco eficientes do ponto de vista energético. Isso implica no dispêndio de uma renda que a população residente nessas localidades não possui, sem mencionar no ônus ambiental decorrente dos impactos promovidos pelo uso de combustíveis fósseis e da contribuição às mudanças climáticas (TEIXEIRA *et al*, 2008).

¹ Destas, apenas 40 possuem energia elétrica suprida pela concessionária local (Correia, 2010).

² CORREIA, J. de C. **Número de Comunidades Isoladas no Estado do Amazonas e Análise do Programa Luz para Todos**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por fraza@fem.unicamp.br em 06/01/2010.

Ainda, segundo Souza e Santos (2006), referindo-se aos sistemas isolados do interior da região Amazônica, “a qualidade da energia nos mercados atendidos é baixa, sendo freqüentes as interrupções e comum a existência de demanda reprimida”.

Assim, a sistemática de suprimento elétrico, incluindo também o proposto através do LpT, se mostra inadequada para atender comunidades isoladas, pois prioriza apenas o fornecimento de energia elétrica, não levando em consideração características energéticas (baixa demanda), sociais (condições de infra-estrutura precária), econômicas (baixa renda) e ambientais (interesse nacional e internacional para a preservação, além de recursos energéticos locais renováveis) que são distintas das capitais e grandes cidades (GABRIEL LOPES, 2009).

O planejador energético que tem o foco no atendimento de comunidades isoladas deveria apresentar soluções integradas, considerando todas as alternativas possíveis de suprimento em função dos recursos energéticos locais, para propor o(s) sistema(s) mais adequado(s) ao atendimento de uma finalidade claramente específica: a promoção do desenvolvimento social e econômico destas comunidades. Somente assim é que se poderá garantir a sustentabilidade econômica, tornando essas comunidades capazes de arcar com os custos efetivos do atendimento de energia elétrica; e a sustentabilidade energética, a partir do aproveitamento de recursos energéticos locais (TEIXEIRA e CAVALIERO, 2006).

O fato de essa conclusão parecer óbvia, não garante que seja implementada. O próprio LpT, apesar de prever sinergias e políticas para que a energia elétrica seja incluída em um processo de desenvolvimento, de fato, não as implementa. No entanto, essa constatação não é pontual. Avaliando as políticas públicas para promover o desenvolvimento no país, verifica-se a existência de apenas um programa de cunho federal direcionado claramente para as comunidades isoladas, este sendo o programa Territórios da Cidadania, que embora possua resultados não desprezíveis, estes também são pontuais, por não existir uma sinergia clara com os demais programas que contemplam, de forma direta ou indireta estas

comunidades, como o Luz para. Este contexto culmina na falta de um processo de desenvolvimento.³

Observando-se sob a ótica econômica, conclui-se que não existem condições para que se promova um crescimento econômico nessas comunidades, como por exemplo: infraestrutura básica, logística adequada para o escoamento da produção e principalmente o capital necessário para tanto⁴.

Entretanto, ao que for rentável economicamente, *in natura* principalmente, como a agropecuária, a extração de madeiras nobres e o garimpo, sempre existirá uma “logística” improvisada, sem uma infra-estrutura adequada já que, em sua maioria, se trata de uma produção e extração ilegal. Assim, não haverá interesse algum em promover o desenvolvimento, como se verificou, em um contexto histórico, no ciclo econômico da borracha e atualmente no interior dos Estados do Mato Grosso e Pará. Este processo, além de não resultar em um desenvolvimento para a população local, na falta de políticas se expandirá para o restante da Amazônia, ainda parcialmente preservada (BECKER, 2001).

Como então desenvolver? É preciso que sejam oferecidas condições para que um desenvolvimento local seja iniciado, o que inclui primordialmente uma infra-estrutura básica com energia elétrica em moldes diferentes dos adotados atualmente, já que esta é praticamente inexistente para comunidades distantes dos centros urbanos regionais.

Tal afirmativa enseja uma série de perguntas relacionadas ao processo de eletrificação e de desenvolvimento para as comunidades isoladas:

- Quais variáveis devem ser consideradas para promover o desenvolvimento e qual o nível de importância de cada uma?

³ Para maiores detalhes sobre o programa Territórios da Cidadania conferir <http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosrurais/one-community>

⁴Capital monetário e humano.

- Quais as melhores formas de gerar energia elétrica para essas comunidades em um contexto de desenvolvimento?
- Quais políticas adotar para eletrificação?
- Quem deve conduzir o processo?

Estas perguntas norteiam o estudo realizado nesta tese e buscar respondê-las foi um dos objetivos almejados.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

A tese tem como objetivo geral propor um procedimento para a associação dos elementos do Planejamento Integrado de Recursos (PIR) e do desenvolvimento endógeno no processo de eletrificação de comunidades isoladas, utilizando, para tanto, o estudo de caso da comunidade Pico do Amor, situada no Estado do Mato Grosso.

1.1.2 Específicos

Como objetivos específicos a tese propõe:

- Analisar a eletrificação rural em comunidades isoladas em alguns países, como China e Índia, e no Brasil;
- Analisar criticamente o Programa Luz para Todos (LpT), atual programa nacional para a eletrificação de comunidades isoladas e a sua viabilidade como vetor para o início de um processo de desenvolvimento de comunidades isoladas;
- Identificar elementos contidos em um modelo de desenvolvimento endógeno e ao PIR que podem ser aplicados para promover o crescimento sócio-econômico e atender o suprimento de energia elétrica das comunidades isoladas;
- Analisar o procedimento proposto a partir de um estudo de caso na comunidade Pico do Amor/MT;

- Aplicar a metodologia de Análise de Custos Completa (ACC) contida no PIR (estimativa de demanda energética e análise de tecnologias de suprimento) na comunidade Pico do Amor/MT.

1.2 Estrutura do Trabalho

Para atingir o objetivo principal, a metodologia de pesquisa adotada seguiu uma seqüência lógica de análise, partindo dos dados disponíveis encontrados, principalmente quanto ao modelo de desenvolvimento endógeno e ao PIR; seguindo para a adequação de seus elementos no contexto das comunidades isoladas; e culminando com a aplicação dos conceitos e procedimentos formulados no estudo de caso na comunidade isolada Pico do Amor, no Estado do Mato Grosso, a fim de analisar a sua validade. Como resultado, a tese está dividida em seis capítulos, contando com esta introdução, dispostos como segue.

Capítulo 2 – Apresenta o estado da arte acerca da eletrificação rural em comunidades isoladas, iniciando com uma exposição das políticas, programas e projetos de eletrificação em dois países em desenvolvimento, a saber a China e Índia. A seguir analisa-se tal quadro no contexto brasileiro, especificamente com relação ao LpT. Por fim, são apresentados alguns estudos que também abordam o processo de eletrificação nas comunidades isoladas.

Capítulo 3 – Apresenta as características gerais de um modelo de desenvolvimento endógeno e adéqua os elementos considerados nesta tese como pertinentes para a sua utilização no processo de desenvolvimento de comunidades isoladas.

Capítulo 4 – O Planejamento Integrado de Recursos (PIR) é apresentado como um modelo adequado para planejar o fornecimento de energia elétrica de comunidades isoladas. Além das características gerais do PIR, apresentam-se também elementos e/ou procedimentos pertinentes para direcionar tal planejamento para essas comunidades.

Capítulo 5 – Apresenta uma proposta de procedimento que associe os elementos pontuais de um modelo de desenvolvimento endógeno e do PIR para um direcionamento do

processo de eletrificação de comunidades isoladas, estando incluído em um objetivo maior que é o desenvolvimento dessas localidades.

Capítulo 6 – Apresenta o estudo de caso com a comunidade de Pico do Amor, no Estado do Mato Grosso, objetivando avaliar a proposta de procedimento apresentada.

Capítulo 7 – Apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2

O atendimento de comunidades isoladas

O atendimento de energia elétrica em comunidades isoladas de vários países, especialmente dos em desenvolvimento, vêm ocorrendo principalmente a partir de programas de eletrificação rural, normalmente de dimensão nacional; e, em menor proporção, de projetos específicos e pontuais. Em ambos os casos observa-se o predomínio do uso de recursos financeiros governamentais, pois essas comunidades não se configuram como mercados consumidores atrativos para concessionárias privadas de energia elétrica, uma vez que possuem baixa densidade populacional, baixa demanda energética e baixo poder aquisitivo (BARNES e FOLEY, 2004).

Visando contextualizar esse atendimento das comunidades isoladas, neste capítulo apresentam-se algumas experiências internacionais em países em desenvolvimento, como China, Índia e a experiência brasileira em programas de eletrificação, destacando o LpT, atualmente em vigor no País. Por fim, são elencados alguns estudos já realizados para atender as comunidades isoladas no Brasil, cuja característica principal é o atrelamento do processo de eletrificação ao processo de desenvolvimento sócio-econômico.

2.1 Algumas experiências internacionais

A eletrificação de localidades rurais na China, segundo Yisheng, Mínying e Zhen (2004), é preocupação governamental desde 1950. No entanto, apenas configurou-se como uma política direta governamental na década de 1990, com a inclusão do tema de forma clara no

Nono Plano Quinquenal, sendo incluída nos dois planos subseqüentes como pontos primordiais para o desenvolvimento rural no país.

Desde a referida década, os dados sobre o aumento no número de residências com eletricidade no meio rural na China apresentaram números exponenciais de crescimento, quando dados iniciais do governo contabilizavam cerca de 30 milhões de pessoas ainda sem acesso à energia elétrica. Atualmente a taxa de eletrificação rural na China é de 99%, chegando a oito milhões o número de pessoas ainda sem eletricidade (WORLD ENERGY OUTLOOK, 2008)⁵.

Neste processo, a participação de cooperativas foi imprescindível. Incentivadas pelos governos central e estaduais através de subsídios, em diversos casos promoveram a eletrificação para as comunidades a que pertenciam.

As esferas governamentais incentivavam principalmente três tipos de eletrificação: interligação com o sistema, utilização de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) e de pequenas centrais térmicas a carvão, transformando tais cooperativas em geradoras, distribuidoras e gestoras da eletrificação em suas respectivas áreas, objetivando principalmente, com o processo, incentivar o desenvolvimento e a modernização da agricultura (YISHENG, MINYING e ZHEN, 2004).

Apesar dos resultados positivos, a utilização de combustíveis não renováveis para a geração de energia elétrica nas localidades rurais cresceu na mesma proporção, se tornado ainda mais predominante (MARTINOT, 2009), o que acabou por aumentar a pressão para que o país diversificasse sua matriz energética a partir de fontes renováveis proporcionais ao nível do crescimento econômico registrado (TREVISAN, 2009).

Assim, segundo Martinot (2009), Zhang *et al.* (2009), Barnes e Foley (2004) e Liming e Polard (2000), o governo chinês, desde a década de 1990, mas principalmente a partir da

⁵ Este valor, embora oficial, é bastante divergente. Liming (2008), cita como um valor mais realístico cerca de 30 milhões de habitantes.

década seguinte, tem direcionado políticas e programas para a diversificação da matriz energética no processo de eletrificação das localidades rurais, objetivando finalmente promover a substituição de parte da geração a partir de fontes não-renováveis e ainda a universalização para esta parcela da população.

Em 2001 o governo lançou o programa *Sending Electricity to Township*, atualmente em uma segunda etapa, que já proporcionou a eletrificação de 1.000 localidades entre vilarejos e cidades até o ano de 2003, contabilizando a instalação de 20 MW a partir de sistemas fotovoltaicos e 200 MW provenientes de PCH's, e prevendo a eletrificação de mais 20.000 vilarejos até 2010 (ZHANG, YANG, CHEN e CHEN, 2009; CAVALIERO *et al*, 2004).

Tal programa, em conjunto com a *Renewable Energy Law* de janeiro de 2006, incentiva a geração e o uso de fontes renováveis. Os incentivos configuram-se em financiamentos com baixas taxas de juros e uma série de benefícios fiscais, tais como a redução no imposto de importação para componentes de painéis fotovoltaicos (12%) e sistemas eólicos (3%), incluindo ainda a participação dos governos estaduais com benefícios como, por exemplo, subsídios aos custos de O & M e isenção de impostos para a agricultura (LIMING, 2008; MARTINOT, 2009).

Já em 2006, o número de sistemas solares individuais instalados foi estimado em 600 a 650 mil, contabilizando 70MW, enquanto a energia elétrica gerada a partir de PCH's não interligadas a rede ultrapassou 290 MW (LIMING, 2008; MARTINOT, 2009).

Assim, o financiamento do processo de eletrificação rural, de acordo com Barnes e Foley (2004), foi e é realizado principalmente pelo governo federal, mas com participações expressivas, dos governos estaduais (provinciais), municipais, agricultores locais (cooperativas) e bancos, além de incentivos indiretos, como subsídios à compra de materiais para a construção de PCH's. Os valores exatos divergem, existindo estimativas que variam de 600 milhões a mais de 2 bilhões de dólares (MARTINOT, 2009). O problema reside nas tarifas praticadas, ainda diferenciadas para o meio rural e expressivamente maiores que a tarifa urbana, devido principalmente à estrutura regulatória

de eletrificação, que em diversos casos é de inteira responsabilidade das cooperativas, o que implica em iniciativas governamentais para diminuir tal disparidade (BARNES e FOLEY, 2004).

A China realiza diversos projetos em colaboração com organismos internacionais para a eletrificação rural, dentre estes, Limming (2009) destaca “the solar village Project”, “wind power project in China’s Hubei”, “clean energy research project”, “the Brightness Program” e “CERUPT:Inner Mongolia Huitengxile wind power project”.

No caso da Índia, há um ministério que trata diretamente da eletrificação rural, o *Ministry of Non-conventional Energy Sources*, através do *Integrated Rural Energy Programme - IREP*. Entretanto, o país possui um alto número de pessoas excluídas eletricamente em comunidades isoladas, chegando este número, em 2008, a cerca de 26 milhões de habitantes (LIMING, 2008; CAVALIERO *et al*, 2004).

O IREP, em vigor desde janeiro de 2003, prevê a eletrificação de comunidades isoladas, selecionadas conforme critérios específicos definidos pelo governo. O programa prioriza a utilização da energia elétrica para fins produtivos e melhoria na qualidade de vida, incentivando para tanto a participação da população residente e a utilização de fontes alternativas como caminho prioritário para o processo de eletrificação (THE NATIONAL PORTAL OF ÍNDIA, 2009).

O objetivo do governo é fomentar a utilização de fontes renováveis de forma distribuída para localidades isoladas, proporcionando um desenvolvimento para estas. Os investimentos governamentais focam principalmente na utilização de painéis fotovoltaicos e gaseificadores, e em subsídios para o desenvolvimento da agricultura nas localidades eletrificadas. Tais investimentos são divididos igualmente entre o governo central e os governos municipais (THE NATIONAL PORTAL OF ÍNDIA, 2009).

A Índia possui ainda diversos programas de financiamento em convênio com países e instituições bancárias internacionais que incluem a eletrificação rural, como o “Optimizing

development of small hydel resources in hilly areas”, “Indian hybrid energy project world renewable spiritual trust”, “India renewable resources development project”, “Second renewable energy project”, “India renewable energy development project” e “The Commercializing Renewable Energy in India” (LIMING, 2009)..

2.2 A experiência brasileira

Assim como na China e Índia, programas de eletrificação rural têm sido implementados pelo governo federal brasileiro para o atendimento de comunidades isoladas. Dentre os mais recentes destacam-se o Prodeem, o PLC e LpT.

O Prodeem, criado em 1994, era coordenado pelo Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético (DNDE), vinculado ao Ministério das Minas e Energia (MME), e tinha como responsável técnico o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), vinculado à Eletrobrás (VARELLA *et al*, 2008). Seu objetivo era promover o suprimento de energia às comunidades isoladas, especificamente às instituições e unidades comunitárias, tais como escolas, postos de saúde, associações, etc.; utilizando, para tanto, fontes renováveis de energia disponíveis em cada localidade (PCH, biomassa e energias solar e eólica) (Ribeiro *et al*, 1999).

No entanto, na prática verificou-se o predomínio do aproveitamento da energia solar, direcionado para atender o bombeamento d’água e a iluminação através de sistemas fotovoltaicos. De fato, desde junho de 1996 até o final de 2001, foram instalados aproximadamente nove mil sistemas fotovoltaicos, divididos em cinco fases de geração de energia elétrica e uma de bombeamento de água (VARELLA *et al*. 2008).

Apesar de destinado ao atendimento comunitário, o Prodeem não previa e nem dispunha de instrumentos específicos para promover a sinergia entre a eletrificação e o desenvolvimento sócio-econômico das comunidades. Esse foi um dos pontos avaliados no processo de reestruturação do Programa, iniciado em 1998. Assim, desde o final de 2001, o Prodeem passou a incorporar a preocupação com a transformação do mercado de eletrificação rural

descentralizada, apoiando o desenvolvimento de modelos locais de gestão dos serviços de energia elétrica adaptados às necessidades domésticas e produtivas das populações, dispersas em áreas não atendidas pela rede de distribuição (CAVALIERO, 2003).

Com a instituição do LpT, o Prodeem foi incorporado ao seu escopo, objetivando enquadrá-lo ao processo de desenvolvimento das comunidades isoladas (VARELLA *et al*, 2008).

Outro programa de destaque foi o PLC, criado em 1999 com a meta de, até o ano de 2002, promover a eletrificação de um milhão de propriedades rurais, notadamente as pequenas e médias, em um período de 4 anos. Com isto esperava-se aumentar o índice de eletrificação rural de 33% para 50% (CEPEL, 2000).

O atendimento deveria ter como principal objetivo criar condições para um possível desenvolvimento sócio-econômico do interior rural do país, sendo os recursos para o financiamento dos projetos provenientes da Reserva Global de Reversão – RGR - e do Uso de Bem Público no período de 1999 e 2002. Esses recursos eram utilizados através de empréstimos às concessionárias de energia elétrica e às cooperativas de eletrificação rural (SILVA E CAVALIERO, 2001).

O PLC representou um grande esforço governamental para combater a exclusão elétrica no interior do país. Entretanto, segundo Viana (2008):

“A falta de um gestor e um comando legal capaz de definir e estabelecer as responsabilidades de metas de universalização, além da escassez de recursos necessários para a expansão da distribuição, impediram a plena universalização dos serviços de energia (VIANA, 2008. p. 14).

Com a criação da Lei nº. 10.438/2002, após a crise do fornecimento de energia elétrica vivida em 2001, foram instituídos alguns instrumentos para promover a universalização do serviço público de energia elétrica, como programas de eletrificação das concessionárias locais e culminando com a criação do LpT.

2.3 Programa Luz Para Todos - LpT

Tendo como principal objetivo diminuir a população excluída eletricamente no país, o Governo Federal lançou, em 2003, o LpT, através do Decreto n° 4.873, alterado em abril de 2008 pelo Decreto n° 6.442. O objetivo do Programa é:

“(…) garantir o acesso ao serviço público de energia elétrica à parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não possui acesso a esse serviço público; melhorar a prestação de serviços à população beneficiada, intensificar o ritmo de atendimento e mitigar o potencial impacto tarifário, por meio da alocação de recursos subvencionados e pelo complemento de recursos financiados.” (MME, 2009b)

O governo também espera “utilizar a energia como vetor de desenvolvimento social e econômico destas comunidades, contribuindo para a redução da pobreza e aumento da renda familiar” (MME, 2009). O Programa vislumbra inicialmente a implantação através da extensão de redes, sistemas de geração descentralizados com redes isoladas e sistemas individuais (CAVALCANTE e CARTAXO, 2008), elegendo alguns critérios para definir prioridades no atendimento de energia elétrica. Dentre esses critérios estão os projetos que enfoquem o uso produtivo da energia elétrica e que fomentem o desenvolvimento local integrado e os projetos para o desenvolvimento da agricultura familiar ou de atividades de artesanato de base familiar (MME, 2009a).

Além disso, objetiva-se vincular o LpT com programas anteriores de eletrificação e com programas atuais de desenvolvimento, principalmente se tratando de agricultura familiar. Isso pode ser verificado quando o mesmo prioriza o atendimento às comunidades e povoados rurais já atendidos, por exemplo, pelo Prodeem aos assentamentos rurais e aos pequenos e médios agricultores. Um viés desenvolvimentista também pode ser observado quando o LpT cita como prioridade o atendimento aos municípios com baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e aos projetos que enfoquem o uso produtivo da energia elétrica para fomentar o desenvolvimento local entre outros (MME, 2009a).

2.3.1 Metodologia e organização do LpT

De acordo com o Programa, os investimentos são realizados principalmente pelo governo federal e pelos governos estaduais. A parte referente ao governo federal é advinda da Conta

de Desenvolvimento Energético – CDE e da Reserva Global de Reversão - RGR e está condicionada a uma contrapartida mínima disponibilizada pelos governos estaduais. Estes devem participar do programa com investimentos a título de subvenção econômica⁶, computados juntos com os federais. Para as prefeituras municipais a participação é facultativa, ocorrendo, quando for o caso, da mesma forma que a do governo estadual. A participação dos três atores principais, governo federal, governos estaduais e concessionárias é definido como sendo 80%, 10% e 10% respectivamente (MME, 2009b).

Os principais agentes executores devem ser as concessionárias e permissionárias de energia elétricas e, quando pertinente, cooperativas de eletrificação rural. Estas são responsáveis, a título de fundo perdido, pela instalação do “Kit Iluminação”, o qual deverá conter um ponto de luz por cômodo, não excedendo o número de três no total, e dois pontos de tomada, além da instalação do medidor e demais aspectos técnicos (MME, 2009b).

Mesmo com o andamento do Programa, a eletrificação de novas localidades, principalmente comunidades isoladas localizadas na região Amazônica, ficou aquém do esperado, totalizando ainda mais de 100 mil domicílios não contemplados. Para o Estado do Amazonas, por exemplo, até 2008 apenas 24% do total previsto havia sido concluído (DI LASCIO E BARRETO, 2009).

Em 2009 o governo federal decidiu criar a condição de “projetos especiais” dentro do LpT. Esses projetos são voltados para regiões onde não seja possível uma extensão de linhas de transmissão e que possuam baixos níveis de demanda. Nestes casos, o Programa incentiva a geração distribuída (GD), desde “que propiciem o atendimento de comunidades isoladas, preferencialmente da Amazônia legal, que não possam ser atendidas por extensão de rede elétrica convencional, devido a limitações financeiras, técnicas ou ambientais” (MME, 2009a). Consideram-se sistemas alternativos para a geração, segundo o Programa, as mini e micro central hidroelétrica, os sistemas hidrocinéticos, as usinas termoelétrica (UTE) a biocombustíveis ou gás natural, as usinas fotovoltaicas, as usinas eólicas e os sistemas híbridos (solar, eólica, biomassa, hídrica e/ou Diesel) (MME, 2009a).

⁶ Investimento não-reembolsável.

A configuração do programa continua a mesma que a anterior, com as mesmas obrigações mínimas de instalação residencial e tendo como principal agente executor a concessionária pertinente à localidade. Outro ponto que não foi alterado refere-se ao prazo para a execução do LpT, cuja meta de eletrificação permanece 2010. A lógica organizacional do LpT encontra-se apresentada na Figura 2.1.

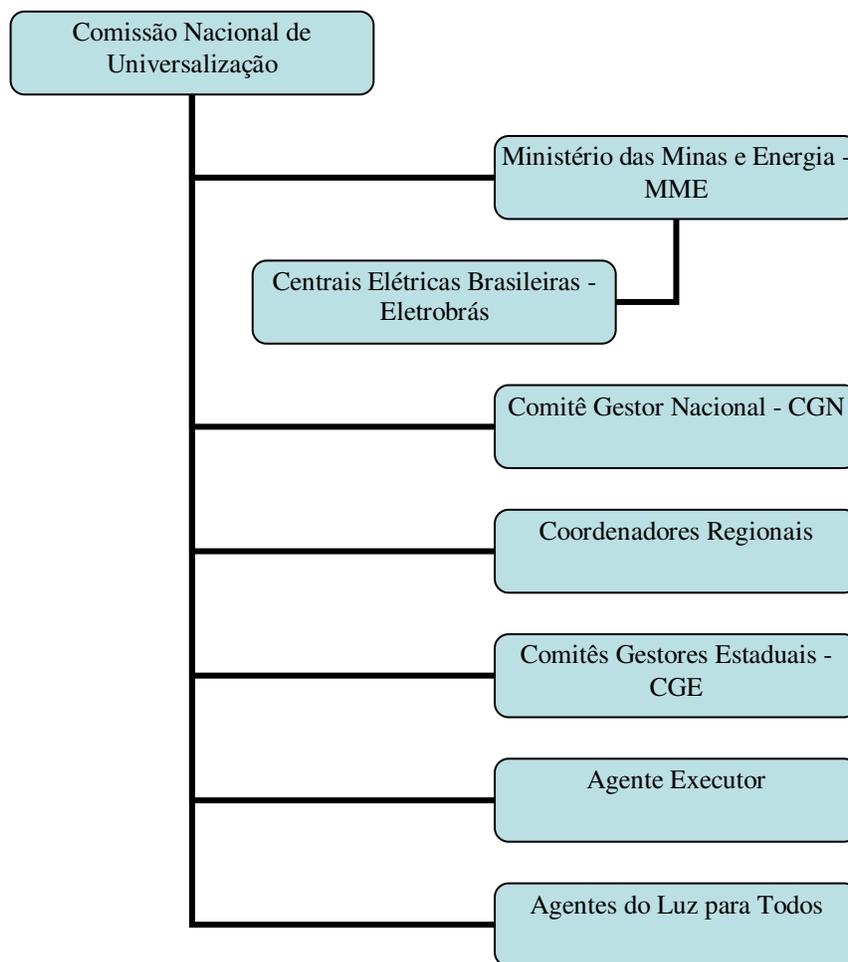


Figura 2. 1 Estrutura organizacional do LpT

Fonte: Elaboração a partir de MME, 2009b.

As responsabilidades de cada ator são resumidas a seguir (MME, 2009b), frisando que esta não é uma configuração fechada, incluindo-se demais atores quando for o caso.

- Comissão Nacional de Universalização: formada por treze ministros, pelo presidente do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), pelo presidente do Fórum de Secretários de Estado para Assuntos de Energia e pelo Diretor-Geral da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Tem como principal atribuição o estabelecimento de diretrizes para o uso de energia elétrica como vetor de desenvolvimento social;
- Ministério das Minas e Energia (MME): cuja principal atribuição é a de coordenar o LpT, estabelecendo políticas para viabilizar o programa. É função do MME também liberar verbas, necessárias para que a Centrais Elétricas do Brasil (Eletrobrás) firme contratos com os Agentes Executores, e acompanhar o andamento destes.
- Comitê Gestor Nacional (CGN): formado por representantes das concessionárias federais de geração e distribuição de energia elétrica, além de representantes da ANEEL, Organização de Cooperativas Brasileiras (OCB) e coordenadores regionais. Recebe e avalia relatórios, informações e dados fornecidos pelos Comitês Gestores Estaduais (CGEs), analisando problemas e propondo soluções. Além disso, tem como função fiscalizar o atendimento de metas regionais e o acompanhamento orçamentário do programa;
- Coordenadores Regionais: formados por representantes da Centrais Elétricas do Norte do Brasil (Eletronorte), Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), FURNAS Centrais Elétricas e Eletrosul Centrais Elétricas. Tem como função prover a estrutura física e logística aos CGEs, garantir a implantação das diretrizes oriundas do MME, informando este acerca do andamento das ações do programa, e contratar os Agentes do LpT;
- CGE: formado por representantes do MME, do governo estadual, da agência reguladora estadual, da associação dos municípios do estado, das concessionárias de distribuição e de geração e das cooperativas de eletrificação rural, esta última quando existir e for agente executor. Tem como função avaliar as demandas locais e definir as obras de eletrificação a serem efetuadas;
- Eletrobrás: tem como função analisar técnica e financeiramente os programas de obras apresentados pelos Agentes Executores, liberando ou não os recursos financeiros dos projetos para estes;

- Agente Executor: tem como função levantar e receber as demandas de sua área de concessão e/ou atuação e elaborar o programa de obras, de acordo com as metas estabelecidas pelo LpT e dando prioridade para as obras priorizadas pelo CGE;
- Agentes do LpT: têm como principal função receber as demandas provenientes dos municípios, comunidades e moradores, repassando-as aos CGEs.

2.3.2 Considerações sobre o LpT

Mesmo com a adoção do Programa, atualmente as menores taxas de eletrificação rural do país encontram-se nos estados do Pará (15%), Acre (17%), Amapá (21%) e Roraima (23%), todos na região Amazônica, enquanto o índice nacional é de 70,7%. Os mesmo dados ainda não contemplam as 7.000 comunidades isoladas cadastradas existentes no Estado do Amazonas (CORREIA, 2010). Embora tenha representado o esforço do governo federal ao englobar todos os ministérios; propor a formação de redes e definir metas para o atendimento, o LpT precisa ser discutido e revisto para que os objetivos almejados sejam atendidos, especialmente na região Amazônica.

Assim, analisando os diversos aspectos do Programa, identificam-se três pontos que exigem uma reavaliação. O primeiro é deles é a própria estimativa de recursos disponíveis para promover a universalização dos serviços através do LpT. Nesse sentido, vale comentar que, analisando o Programa, identificam-se duas fases bem distintas: a primeira, iniciada quando da criação do programa, ainda em 2003, e a segunda, iniciada em 2008.

A primeira é caracterizada por programas de extensão de linhas de transmissão e distribuição, contemplando principalmente a população excluída eletricamente das regiões Sudeste e Nordeste. A segunda fase já se concentrou na adequação do programa para as características inerentes às comunidades isoladas pertencentes ao Sistema Isolado, e inicialmente possuía estratégias bem definidas, como exemplifica-se no edital CT-Energ 02/2003, que possuía como objetivo principal a sinergia entre o processo de geração de energia elétrica e o desenvolvimento socioambiental para as comunidades isoladas. Tal iniciativa, entretanto, acabou não tendo continuidade com o decorrer do programa. Segundo

estimativas de Di Lascio e Barreto (2009), seriam necessários cerca de 8 bilhões de reais para a universalização do atendimento só para as comunidades do interior da região Amazônica, sendo que este é o valor destinado ao programa como um todo, de âmbito nacional.

O segundo ponto refere-se ao incentivo à GD para o atendimento dessas comunidades, conforme comentado anteriormente. Várias são as definições apresentadas para a GD, conforme pode ser visto nos estudos da Califórnia Energy Commission (1996), Hollanda (2003), Camargo (2004), Lora e Haddad (2006), Severino (2008), ANEEL (2009) e do Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE (2009). Assim, dentro do contexto das comunidades isoladas e desta tese, simplifica-se a definição de GD como uma geração não-interligada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), localizada próximo ao centro consumidor e com potência adequada a cada realidade.

A adoção da GD está geralmente associada a menores custos econômicos quando comparados com a interligação de uma região com SIN. Nesses casos, o suprimento de energia elétrica é realizado com base no melhor custo-benefício econômico relacionado à localidade em questão, sendo esta opção, geralmente, pela geração através de usinas termelétricas a óleo Diesel ou óleo combustível, no caso de grandes e médias demandas; e grupos ou motores geradores a partir de óleo Diesel, para menores demandas.

No entanto, vale comentar esse sistema de geração térmica possui custos relativamente mais elevados que o sistema hidroelétrico do SIN, o que originou a criação da Conta de Consumo de Combustíveis (CCC), durante o período de equalização tarifária no País. Esse mecanismo, inicialmente destinado a todas as regiões do País, buscou compensar essa diferença de custos ao consumidor. Somente com a reestruturação do setor elétrico brasileiro é que a CCC, já desmembrada entre regiões através de subcontas, foi gradativamente sendo retirada, restando atualmente apenas àquela destinada aos Sistemas Isolados - chamada de CCC-ISOL (CAVALIERO, 2003).

Entretanto, no caso das comunidades isoladas, nas quais em alguns casos os próprios moradores compram o combustível necessário para a geração de energia elétrica, os recursos da CCC-ISOL não podem ser aproveitados, já que o combustível para o funcionamento do grupo gerador não é fornecido pela concessionária de energia local. Com isso, a geração não se dá de forma ininterrupta. Contribuem também para este cenário de atendimento a falta de manutenção adequada do motor-gerador e idade avançada de muitos, gerando perda de eficiência energética; e a falta de interesse econômico por parte da concessionária local em atender à demanda energética dessas comunidades, já que é relativamente baixa (CORREIA, 2010)⁷.

Assim, no contexto dos Sistemas Isolados, para a concessionária local a instalação de novas ligações para comunidades e residências isoladas, seguindo a regulamentação do LpT quanto ao uso de fontes alternativas, e a obrigação em arcar com parte dos custos de instalação e todo o custo de operação e manutenção (O&M) dessas ligações agrava a sua saúde econômica e financeira. Esse fato, somado à definição de prazos específicos para o cumprimento das metas, acaba estimulando a concessionária responsável a seguir a mesma sistemática de suprimento elétrico adotada tradicionalmente, a saber, a utilização de motores geradores a óleo Diesel (TEIXEIRA e CAVALIERO, 2005)

Por fim, outro ponto a ser analisado é a relação energia & desenvolvimento sócio-econômico que o Programa busca promover. Como comentado anteriormente, o LpT apresenta, ainda que institucionalmente, uma preocupação em relacionar a importância da energia elétrica como vetor de desenvolvimento das comunidades isoladas. No entanto, na prática, muito pouco tem sido feito para que de fato essa relação seja promovida, verificando-se uma preocupação maior em simplesmente promover o atendimento e atingir as metas estipuladas (GABRIEL LOPES, 2009).

Segundo Teixeira (2006), o Programa não proporciona uma concreta vinculação entre energia e desenvolvimento, havendo a expectativa de que apenas fornecendo eletricidade

⁷ CORREIA, J. de C. **Número de Comunidades Isoladas no Estado do Amazonas e Análise do Programa Luz para Todos**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por frazao@fem.unicamp.br em 06/01/2010.

haverá naturalmente uma melhoria da qualidade de vida da população beneficiada, o que do ponto de vista sociológico é discutível. Além disso, a baixa renda dessas comunidades faz com que o Programa gere altos índices de inadimplência nas concessionárias de energia elétrica, já que a energia fornecida torna-se um custo a mais.

Assim, o atendimento de energia elétrica em comunidades isoladas deveria ser realizado para garantir o seu desenvolvimento sócio-econômico, o que em princípio seria verificado através da melhoria da renda familiar, especificamente através da execução de atividades econômicas produtivas. Conforme comenta Gabriel Lopes (2009) “espera-se tornar essas comunidades capazes de pagar os custos efetivos desse atendimento, promover a sustentabilidade ambiental e desonerar a sociedade como um todo”.

2.4 Energia e desenvolvimento para comunidades isoladas

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos visando auxiliar no atendimento de energia elétrica em comunidades isoladas no Brasil e buscando inseri-lo num contexto mais amplo de desenvolvimento sócio-econômico. A seguir, comenta-se sobre alguns dos mais recentes.

Souza (2000) propôs em sua tese que o modelo de planejamento para o suprimento de eletricidade para o interior Amazônico deve ser pautado no planejamento integrado de recursos (PIR) principalmente para mercados já atendidos, e realizado utilizando uma abordagem multiobjetiva, ou seja, baseado em técnicas de otimização na escolha de tecnologias melhor avaliadas a localidade em questão. Realizou um debate acerca das diretrizes ideais para o direcionamento de decisões no planejamento energético para a mesma região, destacando os seguintes pontos: a obrigatória participação governamental; um enfoque em um planejamento mais adequado para a região, incorporando incertezas e risco acerca das alternativas energéticas elegíveis; e políticas que proporcionem um direcionamento da eletrificação com o desenvolvimento para a Amazônia. O autor frisou

que as comunidades isoladas⁸ “não recebem os estímulos adequados para evoluírem e se consolidarem”. (SOUZA, 2000).

Cartaxo (2000) avaliou formas de geração alternativas para a região Amazônica, utilizando um estudo de caso na comunidade de Vila de Campinas, no Estado do Amazonas. Para isso, utilizou-se de análise econômica e de conceitos advindos do Planejamento Integrado de Recursos – PIR. Ao final, conclui que embora os custos econômicos para a geração partir de fontes renováveis ainda não sejam competitivos, estas fontes se tornam alternativas plausíveis para a geração em regiões em que a demanda é considerada de baixa renda, caso das comunidades isoladas. A autora afirma que:

“Igualmente grave é dissociar energia de desenvolvimento, pois apesar de admitir o conceito de que o bem estar que ela proporciona é direito de todo cidadão, este mesmo cidadão precisa estar consciente de que esta energia tem um custo e que ele pode pagar por ela, pois da mesma forma que conduz ao conforto, alavanca progresso” (Cartaxo, 2000).

Figueiredo (2003) propôs em sua tese de doutorado a adoção de uma política de desenvolvimento regional por macro regiões na Amazônia, utilizando como estudo de caso do Estado do Amazonas. Segundo o autor, a política de desenvolvimento, além de abarcar a questão energética para a região, deve dar ênfase também à geração de empregos.

Cavaliero (2003) estudou mecanismos regulatórios para o incentivo à GD para as comunidades isoladas da Amazônia, exemplificando políticas que busquem tal fim, além de também sugerir que deve existir uma ligação entre desenvolvimento e energia para a região.

Camargo (2004) comparou o custo de geração para GD a partir de um sistema formado por reformador de etanol/célula a combustível no suprimento de energia elétrica na comunidade isolada Pico do Amor, no Estado do Mato Grosso.

Teixeira (2006), através do conceito de desenvolvimento endógeno, buscou aproveitar potenciais locais para a promoção do desenvolvimento social, concluindo que

⁸ Designada pelo mesmo autor como “Mercado disperso”.

investimentos pontuais, como apenas a eletrificação de uma comunidade, não é suficiente para dar bases ao seu desenvolvimento.

Ferreira (2007) realizou uma avaliação multiobjetiva a partir de um estudo de caso na comunidade “Vila de Arixi”, no Estado do Amazonas. A autora analisou que o processo de eletrificação deve incorporar, além dos custos econômicos, a melhor opção quanto à geração de renda localmente, interligando esta com a geração de energia elétrica para a região. Defendeu ainda que o direcionamento de qualquer projeto para eletrificação deve ter sempre um viés desenvolvimentista, e não somente técnico-econômico.

Teixeira *et al* (2008) defendeu que o processo deve ser direcionado levando sempre em consideração o potencial local para o desenvolvimento, devendo ser aproveitado tanto para a regionalização do processo quanto para, sempre que possível, a geração de energia elétrica. Seguindo o mesmo viés, indicou-se que é necessário não apenas a eletrificação, e sim um conjunto de investimentos em diversas áreas, realizados de forma conjunta.

Souza (2008) propôs a gaseificação do caroço de açaí como matéria-prima para a geração de energia elétrica em uma comunidade do interior do Estado do Amazonas, concluindo que esta se mostra viável. O mesmo autor apresentou um modelo alternativo de negócios para a geração de energia elétrica no referido estado, cujos resultados se mostraram satisfatórios principalmente do ponto de vista social, quando relacionado ao início de um processo de desenvolvimento para as comunidades envolvidas.

Gabriel Lopes (2009) realizou uma comparação entre o custo de geração a partir da reforma do hidrogênio utilizando célula a combustível a base de etanol e da utilização de painéis fotovoltaicos para a comunidade de Pico do Amor, no Estado do Mato Grosso. Ao final concluiu que a primeira torna-se competitiva para baixas demandas e que embora o impacto do custo da geração de energia elétrica seja grande para uma comunidade isolada, é possível para esta arcar com o custo de geração, desde que seja beneficiada com um programa para a geração de renda.

Como se pode verificar, esses estudos e projetos desenvolvidos para as comunidades isoladas têm em comum, principalmente, dois pontos: a relação imprescindível entre o processo de eletrificação e o processo de desenvolvimento econômico e o aproveitamento do potencial energético local para o suprimento de energia elétrica. Analisando um pouco mais, ressalta-se claramente um aspecto fundamental: o aproveitamento das potencialidades locais, ou seja, os potenciais humano, econômico, energético, etc. Esse aspecto é uma das premissas do modelo de desenvolvimento endógeno, apresentado no Capítulo 3, a seguir.

Capítulo 3

O Modelo de desenvolvimento endógeno e os elementos aplicáveis às comunidades isoladas

Na última década do século passado acentuaram-se as discussões, tanto no meio acadêmico quanto nas rodadas de negociação dos grandes blocos econômicos (União Européia, Mercosul, etc.), sobre os modelos de desenvolvimento adotados e as novas propostas existentes. O objetivo maior era entender as grandes disparidades entre regiões e nações quanto ao crescimento econômico, mesmo dispondo de relativas condições de igualdade quanto aos fatores produtivos (TEIXEIRA, 2006).

Uma das propostas discutidas foi o modelo de desenvolvimento endógeno, ou seja, de dentro para fora. Neste modelo, o desenvolvimento de uma região está diretamente ligado ao potencial de seus fatores internos e as relações sociais no processo de desenvolvimento regional e local (BOISIER, 1989).

É justamente dentro desse contexto que se poderia considerar o modelo de desenvolvimento endógeno como uma alternativa para as comunidades isoladas, uma vez que se busca promover o desenvolvimento a partir dos interesses locais. No entanto, ao levar em conta a influência externa ao processo, já se observa que o modelo estritamente endógeno não pode ser aplicado em sua íntegra para o contexto dessa tese. Ademais, considerando as peculiaridades das comunidades isoladas, torna-se necessário avaliar quais os elementos do desenvolvimento endógeno podem ser utilizados nesse contexto específico.

Assim, o presente capítulo busca adequar elementos pertinentes ao conceito de desenvolvimento endógeno à realidade das comunidades isoladas. Para tanto, apresentam-se as características gerais do modelo e, em seguida, um ajustamento dos elementos pertinentes à realidade das comunidades isoladas.

3.1 Contextualização do Modelo de Desenvolvimento Endógeno

Segundo Figueiredo (2004), o modelo de crescimento econômico e de desenvolvimento adotado a partir do fim da Segunda Guerra Mundial, especialmente nos países da América Latina, apresenta um cunho exógeno. Sua característica principal é a defesa por um constante aumento no nível de poupança, ocasionando um aumento no nível de investimentos (FIGUEIREDO, 2004).

Um exemplo de sua aplicação, como política econômica de desenvolvimento no Brasil, é a Zona Franca de Manaus (ZFM), na capital do Estado do Amazonas, criada com o objetivo principal de diminuir as disparidades regionais e promover o desenvolvimento para a região Amazônica (BENTES, 2000). O modelo ZFM é baseado em subsídios e incentivos fiscais para a atração de indústrias, visando a extinção destes, no longo prazo, ao mesmo tempo em que se espera que a região procure se tornar competitiva e auto-suficiente (SERÁFICO e SERÁFICO, 2005).

Este modelo de desenvolvimento, que Vazquez Barquero (2002) denomina de modelo “de cima para baixo”, tende a ser mais oneroso para o Estado e a sociedade como um todo, tanto no curto quanto no médio e longo prazo. A razão está na necessidade constante de incentivos e subsídios fiscais, tanto por parte do governo federal quanto do governo estadual, para se manter (BEDUSCHI FILHO e ABRAMOVAY, 2004). No entanto, por mais que tenha sido satisfatória a evolução da ZFM em uma visão macroeconômica, especialmente para a cidade de Manaus, o modelo não serviu para alavancar o desenvolvimento do interior dos estados da região Norte, inclusive do Amazonas (BENTES, 2000).

Figueiredo (2004) afirma que “(...) a política regional deveria se concentrar em nivelar o capital humano e a infra-estrutura das regiões. Crítico para a redução das desigualdades seria o estímulo à tecnologia nas regiões mais atrasadas”. (FIGUEIREDO, 2004. p. 21).

Dentro desse contexto, outras propostas de modelos para balizar o desenvolvimento econômico de um país, região ou localidade, vêm sendo levantadas, tais como o modelo de desenvolvimento sustentável e o modelo de desenvolvimento local endógeno (VAZQUÉZ BARQUERO, 2002; MORAES, 2003 e ROMEIRO, 1999).

Tais autores defendem a adoção de características de um modelo de desenvolvimento endógeno (ou seja, de dentro para fora) para a formulação de políticas regionais no país. Tal modelo visa estimular o aproveitamento de produtos e conhecimentos locais, já que esta é a vantagem comparativa que o país, região ou mesmo localidade possui em relação às outras. Os incentivos são necessários, mas ao utilizar as vantagens comparativas locais para seu benefício, a região pode adquirir maturidade para se tornar competitiva no médio e longo prazo (VAZQUEZ BARQUERO, 2002; FIGUEIREDO, 2004; TEIXEIRA, 2006).

Entretanto, a idéia de “endógeno” deve ser bem mais abrangente, enquadrando-se na definição de Vazquez Barqueiro (2001) de Desenvolvimento Endógeno⁹. Logo, como no mesmo autor, em Boisier (1989) e Amaral Filho (1997), o conceito de desenvolvimento é entendido como crescimento, pois associa uma série de variáveis locais ao início ou retomada de um processo de crescimento e, neste caso, desenvolvimento, fato que, como experiências no interior de países como a Espanha, Itália e mesmo no Brasil comprovam, vincularam-se diretamente a um crescimento endógeno¹⁰.

Ainda segundo Vazquez Barquero (2001) “(...) em suma, o desenvolvimento endógeno pode ser visto como um processo de crescimento econômico e de mudança estrutural,

⁹ Será utilizado Desenvolvimento Endógeno como sinônimo de Desenvolvimento Local, como conferiu Barros *et al* (2006).

¹⁰ Conferir Vazquez Barquero (2001) e Amaral Filho (1997).

liderado pela comunidade local ao utilizar seu potencial de desenvolvimento (...)” (VAZQUÉZ BARQUERO, 2001 pág. 39).

Tal modelo pressupõe também um alinhamento com fatores sociais além dos econômicos (AROCENA, 2002), o que faria com que o principal objetivo do processo de desenvolvimento não fosse transformar a localidade unicamente em um negócio rentável, mas ir além, promovendo a melhoria da qualidade de vida da população residente através da melhoria dos serviços sociais (HAMEL, 1990 *apud* MOURA, 1998).

Nesse contexto, Veiga (2005), Veiga (2006) e Moura (1998) incluem decisivamente a participação das esferas governamentais no processo, se não como único financiador, como um agente para catalisar interesses e investimentos, já que segundo Veiga (2001), “O que mais faz falta é um arranjo institucional que ajude articulações intermunicipais”.

Moura (1998) justifica a adoção deste modelo mesmo para localidades com baixa densidade populacional, como as comunidades isoladas. A autora afirma que:

(...) ao se falar de desenvolvimento local, alude-se a práticas que têm como palco a localidade - vista enquanto uma região, cidade, ou outras unidades menores - e como atores/empreendedores organizações e grupos do lugar, estejam eles situados nas esferas pública, privada e/ou quase pública.

Assim, um aprofundamento das características do modelo de desenvolvimento endógeno é apresentado a seguir.

3.2 Características gerais do Modelo Endógeno

Há duas dimensões no desenvolvimento regional endógeno. A primeira é a dimensão econômica, na qual a sociedade local utiliza sua capacidade para organizar os fatores produtivos da região. A segunda é a dimensão sócio-cultural, na qual o território, os valores e as instituições locais servem de base para o desenvolvimento da região. Assim, “o desenvolvimento endógeno pode ser visto como um processo de crescimento econômico e de mudança estrutural, liderado pela comunidade local ao utilizar seu potencial de

desenvolvimento, que leva à melhoria do nível de vida da população” (VAZQUÉZ BARQUERO, 2002).

Moraes (2003) afirma que:

“Neste caminho, a principal contribuição da teoria endogenista foi verificar como as instituições e os fatores de produção, atualmente decisivos para o desenvolvimento, tais como capital social, capital humano, conhecimento, pesquisa e desenvolvimento e a informação, poderiam ser gerenciados de dentro para fora e não mais de forma exógena.”

Assim, o desenvolvimento endógeno se baseia em fatores importantes, dos quais mencionam-se a localidade, o capital humano, a infra-estrutura, o marco regulatório, o potencial energético e produtivo local e a formação de redes.

- A localidade

Se no caso do modelo de desenvolvimento exógeno, baseado na atração de indústrias multinacionais para a região sem aproveitar o potencial e o conhecimento local, se finda por não promover a relação do habitante com o território (BEDUSCHI FILHO e ABRAMOVAY, 2004; TEIXEIRA, 2006), no caso do desenvolvimento endógeno, promover essa relação é a base do modelo.

A idéia de um desenvolvimento de dentro para fora em uma localidade ou região está diretamente condicionada pelo território. A utilização do território deve ser entendida como uma variável em um processo amplo. Este, até então considerado apenas um espaço econômico, passa a se tornar vetor principal do processo a ser iniciado, implicando na análise de seus aspectos sociais, institucionais e ambientais (BOISIER, 1989). Dessa forma, é preciso fornecer melhorias nos aspectos citados, visando o aproveitamento da vantagem comparativa que tal localidade possui.

- Capital Humano

Boisier (1989) considera como um dos principais fatores internos a organização social, importante para que, em conjunto com a cultura local, se possa condicionar os processos de

mudança estrutural, respondendo às condições necessárias ao início do processo de desenvolvimento.

Algumas questões podem ser incluídas nesse sistema sociocultural, como, por exemplo, a ética e o esforço no trabalho, o desenvolvimento de uma capacidade empresarial, etc. Esses fatores podem explicar o funcionamento dos mercados locais de trabalho e a capacidade de resposta das comunidades frente às mudanças tecnológicas e aos desafios provocados pelo aumento da concorrência nos mercados (Vazquez Barquero, 2001).

Nesse sentido, Piore & Sabel (1984) destaca o talento empresarial aliado a algum “agente”, individual ou coletivo, capaz de atuar como catalisador para mobilizar o potencial autônomo e um sistema produtivo flexível. Nota-se que para aproveitá-lo, é necessária a sistemática qualificação e melhoria do capital humano. Para tanto, são necessários investimentos, principalmente de ordem pública, em cursos profissionalizantes, direcionados para as atividades econômicas características de cada região ou que poderão ser desenvolvidas; e no intercâmbio com outras instituições para aprimorar os conhecimentos, como por exemplo, com cooperativas agrícolas que já realizam a produção e beneficiamento de um produto específico, etc.

- Infra-estrutura

Para a realidade brasileira, segundo Moura (1998), a participação do governo torna-se imprescindível para o início do processo de desenvolvimento, cabendo principalmente a ele a responsabilidade pelo provimento dos serviços básicos e adequados de saneamento, água, energia elétrica, transportes, etc., ainda que não sejam fornecidos com máxima excelência.

Todos esses serviços de infra-estrutura básica são fundamentais para gerar economias de escala e um potencial local capaz de atrair investimentos públicos ou privados (PIORE & SABEL, 1984). Além disso, Vazquez Barquero (2001) considera que os investimentos em infra-estrutura básica deveriam ser realizados de forma conjunta.

- Marco regulatório

Um marco regulatório propício para o estabelecimento de indústrias locais, assim como as condições para que estas sejam concorrentes tanto no mercado nacional quanto internacional, é outro fator importante que deve estar definido para que o processo de desenvolvimento seja promovido. Assim, com condições favoráveis, a possibilidade de empresas exógenas à localidade se instalarem na região, no médio e longo prazo, torna-se grande. Vale ressaltar que não se deve, segundo Garófoli (1992) *apud* Amaral Filho (1997), tornar o modelo uma ortodoxia, já que segundo o mesmo autor o objetivo final é:

“(...) um processo de transformação, fortalecimento e qualificação das estruturas internas de uma região. Isso deve ser processado no sentido de criar um ambiente ótimo e atrativo para capturar e consolidar um desenvolvimento originalmente local, e/ou permitir a atração e localização de novas atividades econômicas numa perspectiva de economia aberta (e mesmo globalizada) e de sustentabilidade.” (AMARAL FILHO, 1997. pág. 44)

- Aproveitamento do potencial energético e produtivo local

Como a idéia principal do modelo de desenvolvimento endógeno é utilizar a localidade como um fator decisivo para o início do processo, deve-se prioritariamente buscar o aproveitamento local, unindo o conhecimento técnico ao científico. Para tanto, é necessário, em alguns casos, o uso ou a difusão de novas tecnologias, tanto no setor produtivo quanto no setor energético ou na parte organizacional geral, o que mostra a importância da pesquisa e desenvolvimento (P&D) (Vazquez Barquero, 2001).

É importante também comentar que, quando se propõe esse aproveitamento local, busca-se elencar o maior número possível de potencialidades para serem investidas. Nesse sentido, ressalva-se que, como o modelo não deve ser generalizante, não se deve atrair um único tipo de investimento, como, por exemplo, agropecuária ou extrativismo, para uma região e um conglomerado de indústrias para outra; e sim, se apresentar na combinação produtiva que estiver disponível.

- Formação de redes

Um fator importante da teoria do desenvolvimento endógeno refere-se à formação do sistema de empresas locais e a interligação entre estas e os demais atores locais. Esse

sistema de relações, cujo conteúdo está relacionado a bens materiais, informação ou tecnologia, é, segundo Malecki e Tootle, (1996), uma boa definição de rede.

Veiga (2001), Vazquéz Barquero (2001), Amaral Filho (1997) e Veiga (2006) defendem que, assim como todos os fatores relacionados anteriormente, a criação e amadurecimento de redes durante o processo é essencial. Assim, ao definir a importância da formação de redes para o processo, Vazquéz Barquero (2001) afirma, ainda, que “o crescimento econômico não reside no tamanho das unidades produtivas e sim na formação de sistemas de empresas – de redes de empresas - que permitam obter economias de escala e de escopo e reduzir os custos de transação”.

Analisando todas essas características sob o ponto de vista das comunidades isoladas, fica evidente que elas não são lá encontradas. Mesmo em localidades com potencial para o crescimento endógeno, características próprias, como por exemplo a geografia local, a falta de infra-estrutura básica e mesmo de qualificação do capital humano, etc. são fatores importantes que precisam ser atendidos nessas comunidades. Por isso, defende-se a possibilidade do aproveitamento de elementos do modelo de desenvolvimento endógeno para a promoção do desenvolvimento em comunidades isoladas, desde que estes sejam devidamente adequados para a realidade dessas comunidades.

3.3 Adequação de elementos do modelo de desenvolvimento endógeno para as comunidades isoladas

Como mencionado, o desenvolvimento endógeno baseia-se na execução de políticas de fortalecimento e qualificação de estruturas internas, visando a consolidação de um desenvolvimento originalmente local, a partir da criação de condições sociais e econômicas para a geração e atração de novas atividades produtivas, estimulando-se as potencialidades endógenas ou fatores internos (Vazquéz Barquero, 2002; Amaral, 1997).

Neste contexto, Teixeira (2006) considera que, na alternativa de promover o desenvolvimento endógeno em comunidades isoladas, são necessários fatores estruturantes

e fatores condicionantes. Os fatores estruturantes incluem a geração de energia elétrica; a construção ou modernização de hospitais, postos de saúde e escolas; a construção de uma estrutura portuária nas sedes dos municípios para servir como ponto de escoamento de produtos e pessoas nas comunidades isoladas; criação da rede de distribuição de água ou poços artesianos e da rede de saneamento, etc. Já os fatores condicionantes referem-se à melhoria das instituições públicas de acesso ao conhecimento tanto na capital quanto nas sedes dos municípios e nas comunidades isoladas; acesso à informação e investimentos em capital humano e em pesquisa e desenvolvimento; etc.

Para garantir que esses fatores sejam atendidos, Teixeira e Cavaliero (2006) sugerem a atuação em conjunto de três atores específicos: a própria comunidade, o poder público e as instituições de ensino e pesquisa. Como já comentado, a comunidade tem papel fundamental no processo de desenvolvimento. É trabalho dos comunitários organizarem-se em associações, mostrando unidade nas decisões que a estas couberem (TEIXEIRA, 2006). A ausência de tal organização não necessariamente inviabiliza o projeto, porém pode deixá-lo lento e oneroso, já que as decisões não serão representativas e as próprias reivindicações não serão levadas em conjunto à tona. Assim, a formalização é um passo que deve ser tomado o mais rápido possível, já que a criação de cooperativas ou demais formas de organização produtiva depende de uma figura jurídica.

O segundo ator é o poder público através das esferas municipal, estadual e federal e seus respectivos órgãos pertinentes. Sua atuação pode ser exemplificada através da criação de linhas de financiamento especificamente destinadas ao fomento da agricultura sustentável, da pesquisa e desenvolvimento de tecnologia e da promoção de programas de desenvolvimento, ou, ainda, através de liberação recursos através de agências de fomento específicas, como as fundações de amparo à pesquisa dos estados, a exemplo da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM); e como a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM). A criação ou ampliação de linhas de financiamento através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) também é alternativa viável para a incubação de empresas ou para o desenvolvimento de tecnologias.

E o terceiro ator são as instituições acadêmicas e de pesquisa. Nos estudos e projetos desenvolvidos em comunidades isoladas elas têm sido responsáveis pelo levantamento sócio-econômico, energético e ambiental das localidades; pela indicação das potencialidades locais passíveis de aproveitamento; pelo desenvolvimento ou a adequação de tecnologias para a região; e pela implantação e avaliação técnica dos sistemas de geração de eletricidade instalados. É importante mencionar que o levantamento de potencialidades energéticas e econômicas deve ser feito com o objetivo de fornecer um leque de opções, de forma a auxiliar na tomada de decisão junto à comunidade. Esse fato reforça a importância da organização comunitária para agilizar e, muitas vezes, viabilizar o processo.

Teixeira e Cavaliero (2006) consideraram que, além de definir o papel de cada ator no processo, é fundamental também determinar o arranjo institucional pertinente. Na Figura 3.1 encontra-se o diagrama representando a relação entre esses três atores.

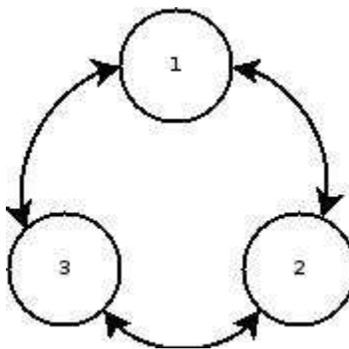


Figura 3. 1 Diagrama adequado das relações entre os atores envolvidos em um processo de desenvolvimento endógeno

Fonte: Teixeira e Cavaliero, 2006.

Onde:

- 1 indica as esferas governamentais;
- 2 as comunidades isoladas;
- 3 as instituições de pesquisa;

Como se pode verificar, esse arranjo implica num grande poder decisório para as comunidades isoladas, colocando ainda as esferas governamentais com o mesmo poder que as instituições acadêmicas e de pesquisa responsáveis pelas tecnologias necessárias. Porém,

é preciso um pensamento realístico. Grande parte de suas lideranças comunitárias não possui experiência política nem instrução necessária. E ainda, há de se ressaltar o grande abismo que é a chegada da opinião de uma comunidade isolada ao Governo Federal e vice-versa (TEIXEIRA, 2006). É importante que o processo se realize com trocas e diálogos constantes, com uma liderança clara.

Outro ponto importante no arranjo apresentado é a necessidade de definir redes de participação para a implantação do projeto. Por isso, a análise da cadeia produtiva a ser utilizada durante o processo deve ser pré-requisito, a fim de especificar detalhadamente a participação de cada agente. O objetivo é definir metas e garantir a participação efetiva dos atores nas fases a que lhes couberem, seja na fase de estudos preliminares ou nas fases de implantação do processo, já que o princípio da estrutura das redes é que a ação seja conjunta.

Com relação, ainda, às cadeias produtivas, é fundamental também que um estudo individualizado seja realizado em cada comunidade, uma vez que as especificidades de cada uma, tais como a disponibilidade de cada produto a ser aproveitado, a demanda no mercado, etc., podem levar ao aproveitamento de potencialidades diferentes. Somente dessa forma, e não padronizando, é que será possível obter um melhor aproveitamento das cadeias.

Analisando os fatores estruturantes e condicionantes, no caso específico das comunidades isoladas, os fatores estruturantes do processo são os que podem demandar maiores investimentos. Os problemas ligados à infra-estrutura nestas localidades vão desde a geração de energia elétrica até uma rede de saneamento básico e distribuição de água, ou no mínimo a construção de um poço artesiano.

No entanto, Teixeira e Cavaliero (2006) mencionam que a forma atual de investimentos em infra-estrutura geralmente privilegia apenas um fator em detrimento dos outros, como ocorre, por exemplo, no caso da geração de energia elétrica a partir do LpT, no qual não se

verifica o elo entre a energia e outros fatores estruturantes necessários para desenvolver a comunidade isolada.

Assim, os investimentos em infra-estrutura deveriam ser realizados de forma conjunta, não elegendo um como principal. No caso específico da geração de energia elétrica, a Figura 3.2 ilustra a importância equivalente desse fator em relação aos demais.

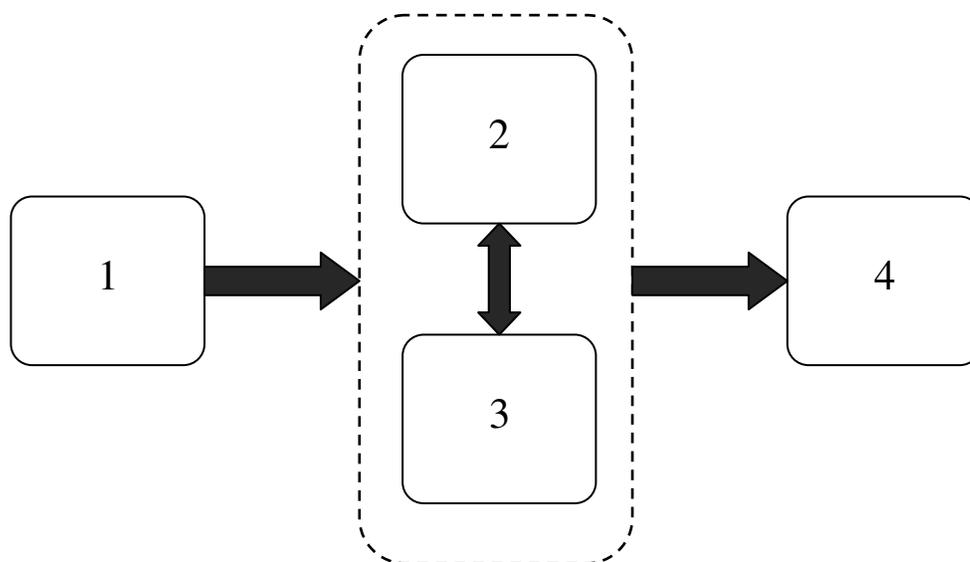


Figura 3. 2 Diagrama de Investimentos em Cadeia

Fonte: Elaborado a partir de Teixeira e Cavaliero (2006)

Onde:

- 1 são os investimentos;
- 2 os fatores estruturantes;
- 3 os fatores condicionantes;
- 4 o início do processo de desenvolvimento

Direcionar os investimentos para os gargalos das cadeias produtivas também é uma medida importante para viabilizar a comercialização dos produtos regionais e contribuir para o desenvolvimento das comunidades. Nesse sentido, Teixeira (2006) acredita que amenizar um ou outro gargalo não traga resultados tão satisfatórios. O ideal seria que os investimentos fossem aplicados em o máximo de fatores possíveis, de forma a atender os pontos fracos, inclusive a geração de energia elétrica.

O objetivo é que, ao final do processo se forneça uma infra-estrutura mínima pra que a comunidades possa ter condições de promover seu desenvolvimento, ou seja, no médio e longo prazo encaminhar o projeto de forma independente.

Dentro desse contexto, e considerando a prioridade no aproveitamento energético local, o modelo de planejamento que busca elencar todas as potencialidades de forma sistematizada, incluindo também os custos sócio-ambientais é o Planejamento Integrado de Recursos apresentado a seguir.

Capítulo 4

O PIR e os elementos aplicáveis ao atendimento de comunidades isoladas

A essência do modelo de desenvolvimento endógeno é o aproveitamento prioritário, e não exclusivo, das potencialidades locais, sejam elas humanas, econômicas e/ou energéticas. Considerando especificamente o atendimento de energia elétrica em comunidades isoladas, a forma tradicional de geração, através do uso de motores geradores a óleo Diesel, pode não ser necessariamente a única opção de suprimento, uma vez que as potencialidades energéticas locais, e as respectivas tecnologias para o seu aproveitamento, precisam ser levantadas e avaliadas para se verificar a sua real viabilidade econômica.

Dentro desse contexto, o modelo de planejamento energético que, entre outros objetivos, busca avaliar os sistemas de suprimento mais adequados, tanto do ponto de vista econômico, quanto social e ambiental, é o PIR. Assim, neste capítulo apresentam-se as características gerais do PIR e alguns elementos, a ele pertinente, aplicáveis ao atendimento das comunidades isoladas.

4.1 O PIR

De acordo com Dortolina *et al* (2004), o modelo de planejamento energético utilizado em larga escala privilegia a oferta em detrimento à demanda, de forma a sempre antecipar um possível crescimento desta e, em conseqüência, aumentando constantemente a primeira. Esta visão de planejamento, *a priori* não contempla fatores como eficiência energética,

conservação de energia e impactos ambientais, já que atende exclusivamente a uma necessidade econômica. Este planejamento, segundo o mesmo autor, se baseia nas economias de escala geradas com a utilização da fonte de energia com o menor custo de produção, o que, via-de-regra, se refere mundialmente aos derivados do petróleo.

A partir principalmente do início da década de 1980, países como Estados Unidos e Japão passaram a procurar formas alternativas para o planejamento energético até então realizado. As constantes altas no preço dos derivados de petróleo, a falta de uma maior eficiência energética e as pressões sociais quanto aos prejuízos ambientais justificaram tal busca.

Apresentou-se como alternativa, um modelo de planejamento energético mais amplo, que contemplasse, além de fatores econômicos, também sociais e ambientais, e que fornecesse o maior número de alternativas energéticas para que se pudesse tomar a decisão por àquela que trouxesse benefícios econômicos, sociais, energéticos e ambientais para a região.

Este modelo é o PIR, que de acordo com Cartaxo (2000) “se delinea pela integração dos recursos naturais disponíveis, o uso final da energia, o meio ambiente, e o potencial de investimentos daquele país (...)”. Segundo Leite (2006), a principal característica do PIR é:

“(...) considerar, em seus estudos, uma ampla gama de opções para expandir os serviços de eletricidade ou gás canalizado, avaliando um grande número de alternativas de geração *vis-à-vis* aos recursos alternativos de produção, importação, transporte, distribuição e gerenciamento pelo lado da demanda (GLD), internalizando custos sociais e ambientais associados às diferentes opções.” (LEITE, 2006 p. 21).

O PIR é um modelo de planejamento baseado em uma reunião de métodos e avaliações, tanto pelo lado da demanda quanto pelo lado da oferta. Baseia-se na escolha através de um leque de opções, que deve ser fornecido de acordo com os métodos e avaliações realizados, de forma a obter a melhor alternativa para o suprimento energético e gerenciamento de recursos hídricos e de gás.

A “escolha pela melhor opção” poderá ser realizada por todos os atores envolvidos no processo e sob diferentes aspectos. Pode-se incluir como objetivo, por exemplo, a melhor

opção energética do ponto de vista ambiental, ou seja, considerando os possíveis prejuízos ambientais decorrentes do uso de uma ou outra fonte de energia. Isso torna necessário identificar, dentro de cada opção a ser fornecida, os custos ambientais a esta inerentes, chamados de externalidades, e internalizá-los no cálculo do custo final, de tal forma que se obtenha o real custo de geração, considerando todos os aspectos relevantes para a região (UDAETA, 1997).

Em regiões remotas e sem uma geração confiável de energia elétrica nos países em desenvolvimento, o PIR, de acordo com Udaeta (1997) deve adquirir contornos mais claros de sustentabilidade, trazendo em seu bojo uma consciência ambiental para a localidade em questão (PAZZINI, 2003).

No Brasil, o conceito de PIR vem sendo trabalhado em meios acadêmicos e é apresentado como alternativa para cidades que possuem, principalmente, um mercado relevante e concessionárias privatizadas, sendo também adotado, por exemplo, no âmbito das bacias hidrográficas, como em Dorileo e Bajay (2008)¹¹. Para a região Amazônica, Souza (2000)¹², apresenta um estudo para o suprimento de energia elétrica em comunidades isoladas utilizando o PIR, especificamente quanto a mercados já consolidados.

4.2 Características gerais do PIR

Como forma de efetivamente planejar a utilização dos recursos energéticos, inicialmente para a geração de energia elétrica, um primeiro passo, tanto para o poder público, através do órgão pertinente, quanto para concessionárias privadas, é uma análise e projeção de mercado. Almeja-se, dentro de cada realidade distinta, observar aspectos iniciais de variáveis sociais, ambientais e econômicas, objetivando o planejamento mais adequado para a eletrificação, ampliação desta, ou a tomada de atitudes que privilegiem a eficiência energética. Assim, o PIR considera alguns aspectos importantes da região a ser analisada, tais como a intensidade energética, o índice de desenvolvimento econômico, a análise e

¹¹ Especificamente o caso da bacia hidrográfica do rio Cuiabá, no Estado do Mato Grosso.

¹² Comentado no Capítulo 2.

projeção do mercado consumidor, os processos migratórios, as questões ambientais e a interligação de todos esses aspectos.

- a) a intensidade energética - representa a relação entre o consumo de energia e o Produto Interno Bruto (PIB) do país ou região. Teixeira (2002) menciona que “Este índice diminui com o aumento do desenvolvimento humano, ao passo que a produtividade [também] aumenta”. A análise a partir do PIB torna-se apenas quantitativa e, ao associar-se ao consumo energético, pode gerar, em alguns, casos distorções caso a análise não seja bastante pontual. Isto se deve às diferenças de consumo e de renda mesmo entre cidades e estados.
- b) o índice de desenvolvimento econômico, mensurado através de índices como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Isto serve principalmente para mensurar o nível e a forma como a energia deve ser utilizada para cada localidade, como por exemplo, vetor para o desenvolvimento ou somente para uma melhoria na qualidade de vida.
- c) a análise e projeção do mercado consumidor – ou seja, associado à demanda de energia. Jannuzzi e Swisher (1997) comentam que o modelo econométrico foi utilizado em grande escala no mercado de energia elétrica até meados da década de 1980 por ser de fácil aplicação, necessitar de uma menor quantidade de dados gerais e possuir uma boa base estatística. Sua utilização baseia-se na Equação 3.1:

$$E=aY^{\alpha} P^{-\beta} \quad (\text{Equação 3.1})$$

Onde:

E é a demanda de energia;

Y é a renda;

P é o preço da energia;

α é a elasticidade energia-renda

β é elasticidade energia-preço

Segundo os mesmos autores, “O modelo econométrico utiliza dados do passado para estimar estatisticamente (por meio de regressão, por exemplo) parâmetros α (elasticidade energia-renda) e β (elasticidade energia-preço)”. A elasticidade é variável importante e quantifica a variação no consumo de energia, geralmente em valores agregados, em função de uma variação no preço da energia (elasticidade energia-preço) ou na renda do consumidor (elasticidade energia-renda) (SOUZA, 1996).

Ao analisar apenas o histórico de utilização da energia elétrica em determinado lugar, o modelo exclui, por exemplo, mudanças tecnológicas e de consumo, não associadas exclusivamente a preços ou renda (JANNUZZI e SWISHER, 1997). Desta forma, para análise e projeção do mercado consumidor de energia elétrica, de acordo com Souza (1996), uma separação entre as classes residencial, industrial e comercial e de serviços, torna-se necessária como forma de visualizar, com maior clareza, a análise de demanda de certa localidade. Assim, deve-se especificar os tipos de uso final de energia para cada classe e suas respectivas necessidades.

Estes modelos, difundidos em larga escala na atualidade, são conhecidos como *bottom-up*, que segundo Jannuzzi e Swisher (1997) tem como principal objetivo “criar uma descrição quantitativa da estrutura tecnológica de conversão e do uso da energia”. Como referencial, deve ser criado um cenário base para uma futura comparação. A análise deve ser feita observando as seguintes divisões: análise das demandas de água e de energia; demanda de água e demandas de eletricidade e GLP setorializadas (setor residencial, setor industrial, setor comercial e setor agropecuário).

- d) os processos migratórios - esse aspecto, aliado aos já mencionados, serve principalmente para projetar um cenário futuro, com uma maior demanda por energia elétrica e, desta forma, planejar com antecedência programas de eficiência energética e uso racional de energia.

e) as questões ambientais - que devem ser levadas em consideração para uma possível expansão na oferta de energia elétrica ou, ainda, para a substituição da fonte de energia utilizada, quando da possibilidade de fornecimento dessa a um melhor custo-benefício. Como se trata de mensurar externalidades, não existe uma metodologia aceita inteiramente. Como exemplo, pode-se citar, segundo Jannuzzi e Swisher (1997):

- Codificação de valor subjetivo através de uma análise multidisciplinar para valorar os custos ambientais inerentes ao processo. Mesmo que seja uma avaliação inexata e, na maioria das vezes, incompleta, torna-se uma forma importante de mensuração, de valoração monetária para o custo ambiental inerente ao processo.
- Cálculo direto, no qual, segundo os mesmo autores:

O procedimento mais detalhado e abrangente, e também o mais difícil, é estimar diretamente os custos para a saúde e outros impactos da poluição em termos monetários. Para determinar custos referentes à saúde, o método requer estimar o tratamento dos poluentes desde a sua fonte de produção, o efeito dos diferentes poluentes sobre a saúde, o valor econômico das doenças e das mortes prematuras. (...) Uma questão importante sempre observada nos riscos ambientais e de saúde é que o valor do dano deveria incluir, não somente o custo do que é perdido, mas também o quanto se pagaria para evitar o dano. Este valor deve ser consideravelmente maior que somente o custo do dano, e é mais comparável com o valor de mercado dos bens econômicos produzidos às custas de impactos ambientais (...) (JANNUZZI e SWISHER, 1997).

f) a interligação entre esses aspectos – que é um diferencial do PIR e não exclui o processo de geração, distribuição e transmissão de energia elétrica do todo social, econômico e ambiental a que efetivamente pertence.

Aprofundando o aspecto de análise e projeção do mercado consumidor, mencionado anteriormente, o PIR apresenta uma outra característica marcante que é a inclusão de medidas para o gerenciamento pelo lado da demanda (GLD). O GLD se refere a processos de minimização dos custos econômicos de forma a não expandir continuamente a oferta de, por exemplo, energia elétrica. O intuito é identificar e investir em programas que efetivamente promovam uma redução e uma utilização mais eficiente da energia elétrica. Enquadram-se neste caso iniciativas como:

- Programas de Eficiência Energética: que visam adotar tecnologias mais eficientes do ponto de vista energético. No Brasil existe, desde 1991, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), programa federal que tem como objetivo “promover a eficiência energética, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população e eficiência dos bens e serviços, reduzindo os impactos ambientais” (Eletrobrás, 2009). São contemplados programas de eficiência energética em edificações, equipamentos, indústria, saneamento ambiental e prédios públicos, além de programas específicos para gestão energética municipal (Procel GEM), informação e cidadania (Procel Educação) e Eficiência Energética na Iluminação Pública e Sinalização Semafórica (Procel Reluz) (ELETROBRÁS, 2009).
- Gerenciamento da Carga: voltado para as concessionárias de energia elétrica, reúne medidas para modificar o perfil de carga. Aliado às estratégias de GLD, o intuito maior não é reduzir o consumo de carga, podendo este até mesmo aumentar, mas modificar a carga em determinadas situações, como horários de pico de demanda. Medidas que podem ser adotadas neste sentido, de acordo com Jannuzzi e Swisher (1997) são: a substituição de lâmpadas ineficientes; o uso de aquecimento solar e motores eficientes; mudanças na estrutura tarifária, como, por exemplo, a aplicação de uma tarifa específica para o consumo em horários de pico; o controle direto de carga e o uso de tecnologias específicas para cada situação, como painéis solares.

Assim, para que o GLD seja posto em prática é necessária uma ampla base de dados, com perfis de consumo de cada classe de forma separada (industrial, residencial e de serviços) além de estratégias para a adoção de tecnologias de acordo com o uso final.

Apesar dos méritos do GLD, nem todas as estratégias de implantação podem ser realizadas de forma ampla, uma vez que se apresentam relativamente mais caras. Um exemplo é o uso de tecnologias energeticamente mais eficientes. Apesar das últimas serem mais eficientes, apresentam um preço mais elevado que as primeiras, dificultando o seu uso maciço, especialmente no setor residencial. No entanto, deve-se ressaltar que essa análise se

restringe apenas ao horizonte de curto prazo e especificamente ao custo de aquisição da tecnologia. No médio e longo prazo, algumas tecnologias eficientes apresentam-se menos custosas, uma vez que inclui a demanda reduzida de energia, e seu respectivo preço, ao longo de sua vida útil (JANNUZZI e SWISHER, 1997).

4.3 Etapas do PIR

Segundo Udaeta (1997) devem ser observadas algumas etapas na elaboração do PIR, tais como:

- Mapeamento regional - cujo intuito principal é formar (ou reforçar) uma base de dados confiável que permita analisar mais de uma fonte de energia para a geração de eletricidade e determinar a melhor forma de geração (ou aumento desta) para a localidade em questão;
- Determinação de recursos e demandas regionais - já especificadas anteriormente as formas de se realizar uma análise e projeção da demanda, adiciona-se nesta fase um arcabouço maior para a base de dados que está sendo criada ou já está disponível;
- Participação dos envolvidos-interessados - como forma de incluir todos os atores envolvidos no processo, de sorte que se obtenha o melhor resultado. Importante ressaltar que estes atores envolvidos no processo variam de acordo com a localidade a que se proponha a utilização do PIR, concluindo-se que não se deve generalizar e nem diminuir a participação de um ator diretamente interessado no processo;
- Composição de cenários - a partir de uma consistente base de dados e com a participação de todos os atores envolvidos deve-se buscar a melhor alternativa que inclua ferramentas específicas de acordo com a Avaliação de Custos Completos, comentada posteriormente. Com a escolha feita, a composição de cenários é realizada levando em consideração um horizonte de médio e longo prazo, o potencial crescimento de demanda, de custos ambientais, sociais e econômicos, etc.
- Análise sócio-econômica - ao se propor uma análise sócio-econômica no planejamento vislumbra-se dar uma sobrevida maior ao processo, incluindo neste um acompanhamento constante e por um maior período de tempo possível. Neste

ponto, a análise social passa a ser peça-chave, procurando responder perguntas como: o planejamento serviu ao que se propôs? Se não, qual o motivo do fracasso? Entende-se, por exemplo, que se melhoria da qualidade de vida está associada a um nível cada vez menor de poluição e utilização consciente de recursos naturais, a análise econômica passa cada vez mais a ser baseada em aspectos sociais e ambientais e não o contrário.

Considerando que uma das principais características do PIR é a inserção de outros custos para o planejamento energético de uma região, percebe-se que a sua proposta ressalta uma mudança na análise econômica do modelo de suprimento, deixando de condicionar a escolha apenas ao custo econômico da geração e passando a utilizar como critério o menor custo total, ou seja, custos econômicos, custos ambientais e sociais (UDAETA, 1997). Assim, mesmo que a alternativa viável seja a melhor em uma variável (ou custo), apenas uma análise completa dos demais custos, determinará se ela é realmente a melhor opção.

Uma das ferramentas que permite avaliar as opções tecnológicas com base nos custos totais é a Avaliação de Custos Completa (ACC). Nela, os custos sociais e ambientais, associados aos impactos decorrentes do uso de uma fonte de geração de energia elétrica, são mensurados e adicionados ao custo econômico da geração, ampliando a tradicional análise de custos.

Para efeito de mensuração e/ou valoração, classificam-se os custos totais em (JANNUZZI e SWISHER, 1997).

- Diretos (ou internos): referentes àqueles em que é possível uma mensuração a partir de um memorial de cálculo baseado em preços de transação de mercado. Incluem, no caso do fornecimento de energia elétrica, os custos inerentes à instalação, geração, distribuição e manutenção. Podem ainda ser incluídos determinados custos ambientais, como por exemplo, a emissão de gases de efeito estufa, desde que se obtenha consenso sobre o nível aceitável.

- Indiretos (ou externos): são custos que não são passíveis de uma mensuração direta por instrumentos de livre mercado, mas influenciam os usuários ou mesmo o fornecedor do produto, no caso, os consumidores e as concessionárias de energia elétrica. Embora não exista consenso acerca das formas de valoração e mensuração de alguns desses custos ambientais, é importante que estes sejam incluídos na ACC. Critérios de mensuração ou valoração ambiental acerca da disposição a pagar para a preservação de uma floresta são exemplos de custos indiretos.

A mensuração dos custos depende de alguns fatores importantes. Como podem ser buscados vários objetivos em cada variável econômica, ambiental e social, deve-se inicialmente definir qual(is) se deseja(m) atingir para que se estime os custos inerentes e decorrentes do processo. A partir dessa definição, deve-se classificar os níveis de aceitação ou viabilidade para que o custo total para cada aproveitamento energético possível em dada região seja valorado.

Deve-se deixar claro que se trata de uma *valoração* de critérios que, por vezes, são subjetivos, atribuindo-se pesos a estes, como pode ocorrer com variáveis sociais e ambientais. Os níveis de aceitação podem ser: viável, viável com restrições, praticamente inviável e inviável. De acordo com Ferreira (2007), Souza (2000), Udaeta (1997) e Boarati et al (2003), a idéia é identificar com valores percentuais cada um dos níveis, do melhor para o pior, como segue no exemplo da Tabela 4.1.

Tabela 4. 1 Níveis de Viabilidade

	Viável	Viável com Restrições	Praticamente Inviável	Inviável
Percentual	100	75	50	25

Fonte: Adaptado de Boarati et al (2003)

Boarati et al (2003) resume:

O Valor percentual (...) 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 consequência a maior pontuação da usina hidrelétrica ou termelétrica com gás natural que está sendo avaliada segundo os Custos Completos. (BOARATI ET AL, 2003)

Conforme sugere Souza (2000) e Ferreira (2007), tais percentuais devem ser interligados com uma Análise MultiObjetiva, fornecendo-se pesos para a três variáveis como um todo. Como forma de simplificar, sugere-se que estes pesos sejam fornecidos também para as variáveis macros da avaliação, como segue no exemplo da Tabela 4.2. Ressalta-se, ainda, que o peso a ser atribuído varia de acordo com o objetivo da avaliação, podendo o resultado final da análise ser distinto de acordo com tal escolha, configurando-se como um *juízo de valor* por parte do avaliador, já que neste passo pode-se fornecer uma importância maior para o custo que, na avaliação, for considerado o mais importante.

Tabela 4. 2 Variáveis e Níveis de Viabilidade

Variável Macro	Peso	Viável	Viável com Restrições	Praticamente Inviável	Inviável
Custo Econômico	3	100	75	50	25
Custo Ambiental	4				
Custo Social	5				

Fonte: Elaboração Própria

Finalmente, deve-se normalizar os custos, de forma a terem estes pesos iguais na avaliação. No exemplo dado acima, imagina-se, por exemplo, que o fator “custo econômico” possua mais elementos que o fator “custo ambiental”. Dessa forma torna-se necessária uma normalização destes, tornando mais clara a visualização e ponderação. Para visualizar melhor as etapas da ACC, a Figura 4.1 mostra o processo de mensuração dos custos envolvidos na análise.

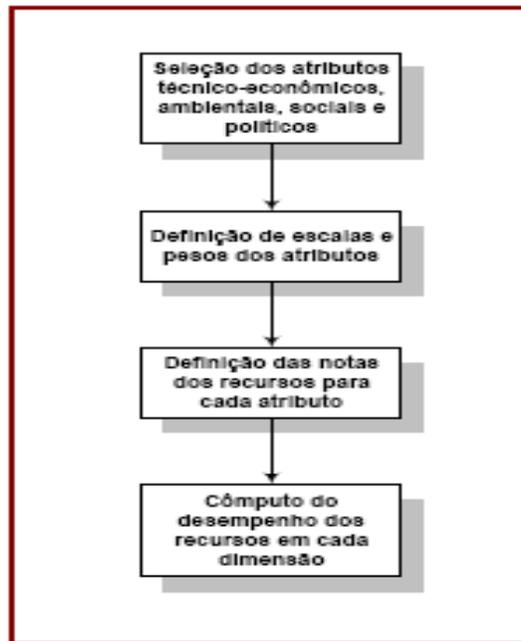


Figura 4. 1 Processo Hierárquico de ACC

Fonte: Fujii, 2006

4.4 Elementos do PIR para o atendimento das comunidades isoladas

Analisando as características do PIR, dentro do contexto das comunidades isoladas, podem-se elencar alguns elementos aplicáveis para o seu atendimento de energia elétrica.

Uma delas é a análise socioambiental da comunidade, que irá auxiliar na definição das demandas energéticas da população e na estimativa da demanda de energia elétrica no curto, médio e longo prazo. Para essa análise futura devem-se levar em consideração fatores próprios do lado econômico, como, por exemplo, variações de crescimento; e suas conseqüências diretas, como o aumento do mercado consumidor, tanto residencial quanto industrial.

Vale lembrar que as medidas de conservação de energia e eficiência energética para o médio e longo prazo também devem ser consideradas. Tudo isto deve ser feito a partir de um histórico ou de uma estimativa de utilização de energia elétrica através da metodologia

do uso final, assim como o tipo e a finalidade para o seu emprego¹³. A estimativa da demanda de eletricidade com base no uso final é uma das premissas do PIR.

Outra premissa enfatiza a necessidade de analisar todas as fontes de energia possíveis de serem utilizadas para a geração de energia elétrica, incluindo não apenas os aspectos econômicos e tecnológicos, mas principalmente os aspectos sociais e ambientais. O enfoque do PIR está justamente na análise dos custos totais para a tomada de decisão do modelo de planejamento energético adequado para dada comunidade isolada, o que exige a estimativa dos custos sociais e ambientais das opções, incluindo possíveis externalidades positivas ou negativas decorrentes do processo¹⁴.

Assim, o PIR adequado às comunidades isoladas deve levar em conta o aproveitamento das fontes de energia, locais ou não, buscando, dessa forma, promover um planejamento mais sustentável. Mais uma vez, o diagnóstico socioambiental e energético se mostra de fundamental importância, identificando características tais como: proximidade de rios, condições dos ventos (velocidade), níveis médios de radiação solar, etc. Além disso, alguns subprodutos ou rejeitos do processo de produção selecionado, como por exemplo, bagaço de cana-de-açúcar e castanhas podres, também podem vir a se constituir como fonte de energia relevante e deverão ser inseridos na análise do PIR.

Dentro desse contexto, fica evidente que a GD continua sendo uma alternativa importante para o atendimento elétrico de comunidades, diferindo um pouco no nível de capacidade instalada. Assim, torna-se muito conveniente e mais simples dispor de um banco de dados dos projetos experimentais desenvolvidos com as tecnologias propostas, bem como dos centros de referências de tais fontes e tecnologias.

Observa-se que, até esse momento, o PIR não incluiu as variáveis “custo econômico” e “custo ambiental”, restringindo-se ainda ao aspecto técnico e tecnológico do planejamento. Somente após a avaliação e formação do leque de fontes de energia e tecnologias passíveis

¹³ Metodologia especificada anteriormente.

¹⁴ Metodologia de cálculo comentada anteriormente.

de aproveitamento é que, então, deve-se realizar uma análise desses custos, a partir, por exemplo, da ACC, já mencionada.

Além de se caracterizar como um modelo de planejamento mais completo do ponto de vista técnico e tecnológico, o PIR tem como grande mérito permitir a seleção do modelo de geração mais condizente com outros aspectos, a saber, os sociais e ambientais. Assim, dependendo do aspecto que se privilegie na análise, não necessariamente a opção de menor custo econômico será a escolhida.

Considerando os elementos do PIR aqui comentados e baseado nos elementos do modelo de desenvolvimento endógeno apresentados no capítulo anterior, no Capítulo 5 parte-se para a proposição de um procedimento que promova a eletrificação inserida dentro de um contexto maior, ou seja, de um efetivo desenvolvimento sócio-econômico das comunidades isoladas.

Capítulo 5

Proposta para a eletrificação em comunidades isoladas

5.1 Introdução

Nos capítulos anteriores foram apresentados os conceitos e identificados alguns elementos importantes para uma proposta de desenvolvimento de comunidades isoladas baseado no aproveitamento das potencialidades locais, de forma endógena. Em seguida, identificou-se também elementos do PIR que podem auxiliar na tomada de decisão do(s) sistema(s) de suprimento de energia elétrica mais adequados para atender essas comunidades, tanto economicamente quanto socialmente e ambientalmente.

Vale comentar que as idéias e metodologias de um planejamento energético baseado no PIR, embora incluam em todo o seu processo um viés claro de sustentabilidade, não deve ser usado como um fim, e sim como um meio em um processo maior, que é o desenvolvimento econômico. É o PIR que tem que estar incluído no processo de desenvolvimento, e não o contrário. Por isso é que se propõe que o PIR seja parte integrante de um programa maior, que contemple a energia como um dos muitos fatores fundamentais para promover desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida para as comunidades isoladas.

Quando se menciona a melhoria da qualidade de vida para as comunidades isoladas, não se pode tratar apenas do fornecimento de energia elétrica, mas também de energia térmica, por

exemplo, como para a cocção de alimentos, já que nessas comunidades ainda se utiliza fornos a lenha dentro das residências, conferindo um impacto à saúde das famílias¹⁵.

Assim, nesse capítulo apresenta-se uma proposta de procedimento, estruturado em etapas, que englobe os elementos mencionados e que auxilie o processo de eletrificação à efetivamente contribuir para atingir um objetivo mais amplo, que é o desenvolvimento socioambiental das comunidades isoladas. Vale comentar que essa proposta é fruto das observações e resultados obtidos dos projetos de pesquisa desenvolvidos por pesquisadores das áreas de exatas e de humanas. Esse caráter interdisciplinar proporciona uma alta e desejável troca de experiências entre profissionais de diferentes áreas para auxiliar na interligação entre os fatores econômicos, técnicos e sociais de um processo de eletrificação, análise ambiental e desenvolvimento tecnológico.

Um dos projetos de pesquisa que auxiliou na elaboração do procedimento proposto foi o próprio projeto desenvolvido na comunidade Pico do Amor, utilizado como estudo de caso nessa tese. O escopo do projeto de pesquisa já incluiu algumas etapas do procedimento e ao longo do seu desenvolvimento pôde-se avaliar a sua execução e seus resultados. Assim, o próprio projeto de pesquisa serviu como balizador para a elaboração do planejamento por etapas proposto. Ao final, espera-se que este procedimento possa auxiliar na elaboração e execução de políticas governamentais para comunidades isoladas.

5.2 Etapas de desenvolvimento endógeno para comunidades isoladas

As etapas desse procedimento podem ser visualizadas na Figura 5.1. Destaca-se que, considerando as peculiaridades sociais, econômicas, energéticas e ambientais da região, não se espera que os resultados das etapas propostas sejam os mesmos para todas as comunidades isoladas. Justamente ao contrário, espera-se que para cada etapa atinjam-se resultados relativamente diferentes, decorrentes do contexto próprio de cada comunidade. O que serão semelhantes em todos os processos são os questionamentos, ou seja, os fatores necessários para promover o desenvolvimento.

¹⁵ Nesse sentido conferir SOUZA, R. C. R. et. al. (2008). **NERAM: Modelo de Negócio de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas na Amazônia**. Relatório final. Manaus, 2008

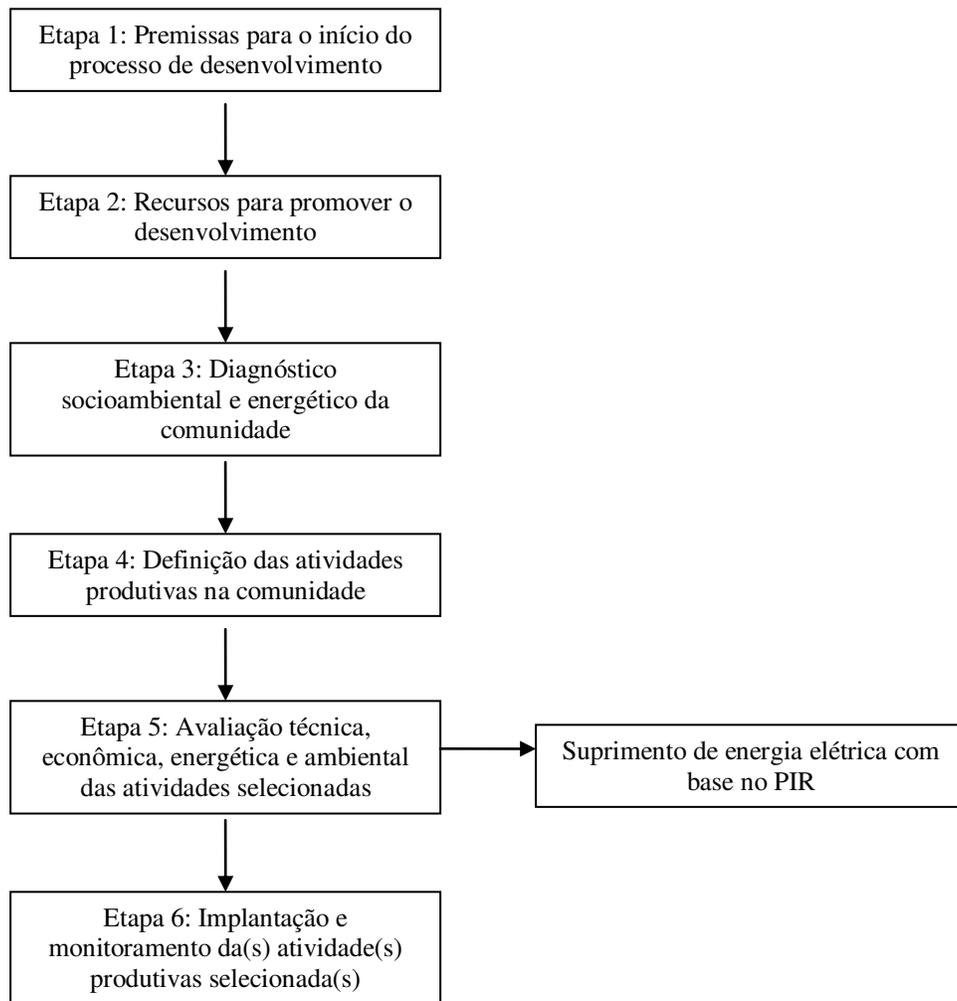


Figura 5. 1 Fluxograma de Etapas para o Desenvolvimento Endógeno para Comunidades Isoladas

Fonte: Elaboração própria.

5.2.1 Etapa 1: Premissas para o início do processo de desenvolvimento

Ferreira e Pilla (2004) e Teixeira e Cavaliero (2006) identificaram que existe um requisito fundamental, ou primeiro passo, para qualquer projeto que envolva comunidades isoladas: a vontade e a participação da própria comunidade. A experiência em outros projetos mostrou que é fundamental sempre respeitar a vontade da comunidade (CAVALIERO, 2003). Isso implica dizer que a vontade da comunidade é soberana, inclusive se ela decidir que não

quer se desenvolver ou não quer realizar atividades produtivas para promover a geração de renda.

Assim, deve-se sempre esperar uma resposta negativa da comunidade quanto ao processo de desenvolvimento proposto. E neste caso, a pergunta inicial sobre o objetivo do planejamento também é respondida de forma negativa. Todavia, o fato de não desejar o desenvolvimento proposto não implica negar-lhes o acesso à energia elétrica. Implica apenas em repensar o planejamento energético, direcionando-o para o interesse da comunidade, que na hipótese mais simples destina a energia elétrica para o atendimento residencial e poderá ou não promover alguma melhoria da qualidade de vida da população.

Considerando, então, que a comunidade tem total interesse em se desenvolver e está comprometida com o processo, existe um ponto importante que precisa ser esclarecido: o modelo de desenvolvimento é o mesmo para todas as comunidades?

Teixeira e Cavaliero (2006) já alertaram para o erro na generalização de qualquer modelo em situações tão peculiares quanto às normalmente verificadas nas comunidades isoladas. Isso porque, dentro das especificidades de cada região, abre-se espaço para características diferentes entre as próprias comunidades. Algumas comunidades vivem da pesca, outras do extrativismo, outras da agricultura e etc. Diferem também quanto à localização física, podendo ou não estar perto de rios e lagos. Essas e outras características devem ser levadas em conta no processo de desenvolvimento e na análise baseada na ferramenta do PIR. Assim como o processo de PIR deve ser adequado a cada situação, da mesma forma o é o planejamento para o desenvolvimento econômico da comunidade.

5.2.2 Etapa 2: Recursos para promover o desenvolvimento

Recursos humanos e financeiros são fundamentais em qualquer modelo de desenvolvimento, inclusive no desenvolvimento endógeno. A necessidade de oferecer vários serviços para a comunidade exige a participação de muitos atores ao longo do processo. Governo Federal, Estados e Municípios precisam trabalhar em sintonia,

auxiliando na obtenção de investimentos, organizando programas e projetos, viabilizando trâmites burocráticos, etc. A coordenação desses programas e projetos deve ficar a cargo de um grupo multidisciplinar, uma vez que o processo de desenvolvimento abrange várias áreas do conhecimento. As instituições de ensino e pesquisa possuem alguns grupos de pesquisa multidisciplinares com larga experiência em projetos sociais, biomédicos e tecnológicos para tender populações carentes os quais poderiam auxiliar na coordenação desses programas.

No entanto, o principal ator é a população local. Como já mencionado por Teixeira e Cavaliero (2006), o envolvimento dela em todas as etapas do processo é primordial para que o projeto de desenvolvimento seja exitoso e por isso ela é um dos principais recursos necessários no processo de desenvolvimento (recurso humano). Nos projetos em que o engajamento da comunidade foi intensivo, o processo também se deu de forma mais profunda. A comunidade que participou ativamente desde o início, atuando junto com os coordenadores do projeto de eletrificação, solicitando informações sobre a tecnologia usada e os procedimentos para a manutenção básica dos sistemas, conseguiu usufruir de fato da energia elétrica gerada. (DI LASCIO E BARRETO, 2009).

Com relação aos recursos financeiros, verificou anteriormente que as especificidades destas comunidades exige que aporte de capital para atender fatores estruturantes e condicionantes seja distintos. Assim, os investimentos não deveriam se concentrar apenas no fornecimento de energia elétrica, mas também nos serviços de saneamento básico, saúde, educação, etc., não dando exclusividade para um ou para outro fator de desenvolvimento. O conceito de *cunhas*¹⁶ descrito na Figura 5.2, aqui adaptado para a natureza dos investimentos, ilustra a distribuição de recursos. Pode-se perceber que todos os investimentos possuem o mesmo peso, o que indica claramente a importância igualitária de todos, sem restrição.

¹⁶ Conceito adaptado de Pacala e Socolow (2004)

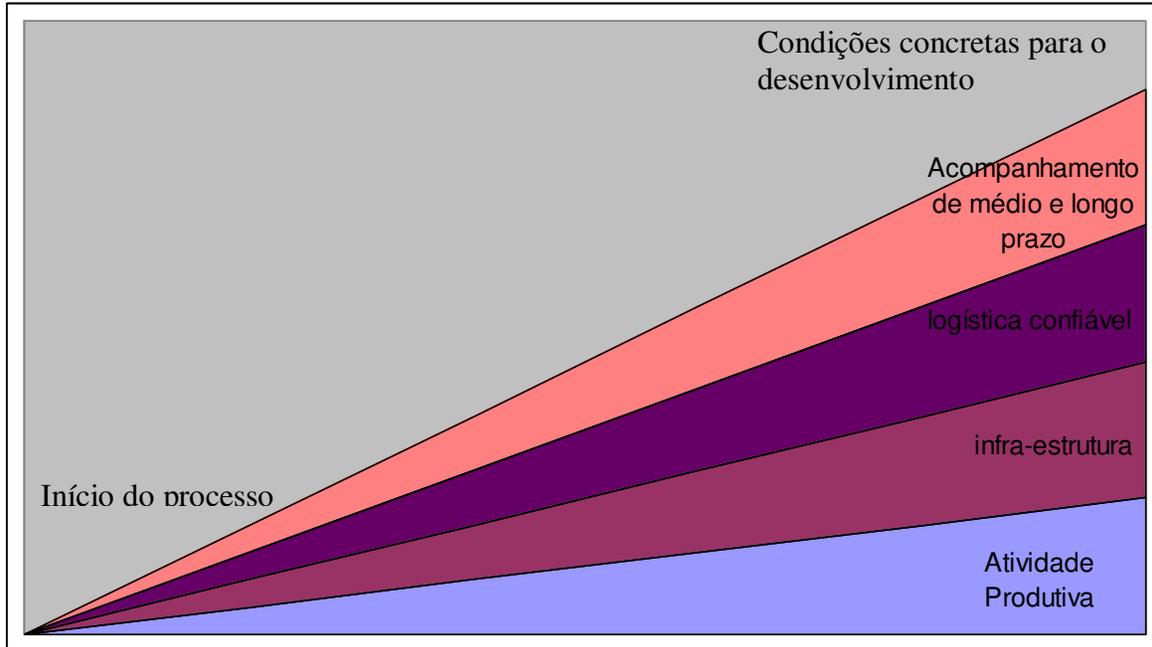


Figura 5. 2 Cunhas para Investimentos em comunidades isoladas

Fonte: Adaptado de Pacala e Socolow (2004)

Embora todos os fatores possuam grandezas idênticas, existem alguns que são de mais fácil atendimento que outros. Este é o caso, por exemplo, do fator *logística confiável*, que não pode ser resolvido em curto prazo. Porém, é necessário e desejável que no médio prazo esteja encaminhado, pelo menos de forma parcial, já que ele se configura como um dos gargalos do processo de comercialização do produto e, conseqüentemente, de geração de renda.

Outro ponto em comum entre todos os fatores é que eles são vistos como responsabilidades, *a priori*, das esferas governamentais¹⁷, o que exige o comprometimento e a atuação conjuntos dos poderes federal, estadual e municipal. Em alguns fatores a responsabilidade é completa, se estendendo até a execução direta do serviço, como é o caso da construção da infra-estrutura básica para a comunidade. Em outros a participação pode ser limitada, sendo o atendimento dos serviços delegado a empresas privadas através de concessão, como ocorre na construção de postos de abastecimentos em rodovias. A expectativa é que, com o desenvolvimento de atividades produtivas e a melhoria da renda familiar, essas

¹⁷ Mesmo a geração de energia elétrica, que nos sistemas isolados é de responsabilidade da Eletronorte e Eletrobrás.

comunidades se tornem um mercado atrativo para empresas privadas e que, no longo prazo, a participação dos seus investimentos seja cada vez maior. Vale lembrar que o tempo necessário para que isso aconteça será distinto entre as comunidades, uma vez que o processo de desenvolvimento também trará resultados distintos entre elas.

Assim, acredita-se que, de forma isolada, os fatores descritos na Figura 5.2 não servirão como efetivo fomento para o desenvolvimento das comunidades isoladas, dando apenas respostas pontuais. Isso sugere, então, identificar as necessidades de cada comunidade, o que somente será possível a partir de sua caracterização.

5.2.3 Etapa 3: Diagnóstico sócio-econômico e energético da comunidade

O diagnóstico sócio-ambiental e energético é o resultado do levantamento e da análise das características sociais, econômicas, ambientais e energéticas da comunidade isolada e que podem ser obtidas em duas etapas: a primeira, através de um levantamento bibliográfico a partir de informações coletadas em acervos, monografias, Internet, etc.; e a segunda, em pesquisa de campo, com a aplicação de questionários com os moradores.

Informações tais como número de habitantes; infra-estrutura geral (saneamento, saúde, etc.); atividade econômica principal, renda, etc. são fundamentais para identificar as condições gerais antes do projeto de desenvolvimento ser implantado, sendo possível utilizá-las como parâmetros de comparação ao longo do processo e, desta forma, analisar os resultados finais. Além disso, elas servirão para os estudos de projeção e demanda futura dos serviços de energia elétrica.

O diagnóstico pode ser realizado por pesquisadores multidisciplinares, preferencialmente de universidades locais, que em parceria com funcionários do governo estadual e da prefeitura local poderão se organizar em equipes regionais. O número de pesquisadores deve atender a grandeza da região e a equipe deve possuir prazo e metas de cumprimento do levantamento.

Por fim o monitoramento do processo deve ser realizado com alguma regularidade, como por exemplo, uma vez por ano, de forma a acompanhar e avaliar o processo de desenvolvimento. Considerando que esse monitoramento pode apresentar um custo elevado, sugere-se a capacitação de equipes locais, vinculadas às universidades da região para tornar o acompanhamento possível.

5.2.4 Etapa 4: Definição das atividades produtivas na comunidade

Promover a execução de atividade(s) produtiva(s) é um fator fundamental a ser buscado em qualquer processo de desenvolvimento. Considerando ainda que um dos vetores primordiais é o fornecimento de energia elétrica, fica evidente a necessidade das comunidades gerarem uma renda familiar para suportar o custo da geração da eletricidade, que, inclusive, tende a ser relativamente mais elevado quando comparado com o custo no SIN, conforme já comentou-se.

Entretanto, se o objetivo inicial é gerar renda, as atividades econômicas passíveis de aproveitamento não deveriam se limitar apenas à fornecer a matéria-prima *in natura*, como sempre ocorre, para o processo produtivo, e sim agregar algum valor ao produto, de forma a preferir maior renda. Por isso, nessa etapa deve-se levantar todos os produtos finais com potencial de aproveitamento.

Esse levantamento deve ser realizado junto com a comunidade já que ela tem maiores conhecimentos práticos do potencial local. A partir daí, cabe à comunidade a escolha da(s) atividade(s) a serem desenvolvidas. Essa é uma etapa de grande importância, pois deve-se incentivar os moradores a participar da decisão acerca do que irão produzir, garantindo que a(s) atividade(s) selecionada(s) efetivamente promova(m) o desenvolvimento econômico da comunidade.

5.2.5 Etapa 5: Avaliação técnica, econômica, energética e ambiental da(s) atividade(s) produtivas selecionada(s)

Ainda sob a coordenação da equipe multidisciplinar é realizada uma avaliação preliminar dos aspectos produtivo, social, energético, ambiental e econômico da(s) atividade(s) selecionada(s).

Sob o ponto de vista produtivo, é aprofundado o estudo sobre o processo completo de produção, envolvendo as três principais etapas: a obtenção dos insumos; o processo de produção e beneficiamento; e a comercialização do produto final. Para a primeira etapa é necessário realizar o levantamento dos insumos necessários, a definição da escala de produção, a demanda de serviços, como água, saneamento, energia elétrica, e etc. Para a segunda etapa é importante também analisar o processo adequado de produção, definir a demanda de serviços, realizar o levantamento dos equipamentos disponíveis para dada escala de produção, etc. E por fim, para a última etapa é necessário identificar o mercado de consumo do produto final, analisar a logística de distribuição, etc.

Os benefícios sociais previstos com o desenvolvimento da(s) atividade(s) produtiva(s) podem ser avaliados com o fornecimento dos serviços de infra-estrutura, tais como saneamento, água potável, saúde, educação, transporte, e outros; organização social e produtiva, através da formação de associações ou cooperativas; etc. Daí a importância do diagnóstico sócio-econômico e energético realizado logo no início do processo.

A demanda energética, composta pela demanda individual (das residências) e a coletiva (do atendimento de serviços de infra-estrutura e das atividades produtivas), poderá ser estimada a partir dos aspectos técnicos, econômicos e sociais. Essa estimativa será a base para a realização do PIR na comunidade.

Ainda que o PIR realizado possa ser direcionado para a escolha do sistema que cause o menor impacto ambiental possível, a(s) própria(s) atividade(s) pode(m) causar impactos de ordem diversa. Especificamente para o caso das comunidades isoladas da região Amazônica, o que pode ser chamado de custo amazônico não pode ser excluído, já que se pretende um processo ambientalmente mais correto. Para tanto, técnicas como o extrativismo manejado devem ser consideradas, assim como uma geração de energia

elétrica ambientalmente correta e um balanço positivo de emissões de gases de efeito estufa. Tudo isso confere ao PIR uma produção de conhecimento importante do ponto de vista energético, tecnológico, social, econômico e ambiental. No caso específico das mudanças climáticas, é importante comentar que, apesar dos benefícios que o uso de algumas fontes de energia podem proporcionar para a redução das emissões de CO₂, esses valores são relativamente pequenos, dada a escala do sistema de geração usado. No entanto, ao considerar a possibilidade de somar o potencial de redução de muitas comunidades isoladas, através da modalidade de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) Programático, o montante se torna relativamente maior.

Com base nos estudos técnicos, sociais, energéticos e ambientais será possível estimar os recursos necessários para promover o desenvolvimento na comunidade. Assim, do ponto de vista econômico, avalia-se qual o montante de recursos necessários para viabilizar a(s) atividade(s) e promover os benefícios sociais, especificando o custo do insumo energético necessário, o custo do sistema de geração de energia elétrica, o custo de produção do produto, o preço de comercialização, a geração de renda, etc. Vale aqui ressaltar que, os benefícios ambientais advindos do processo asseguram um diferencial para o produto gerado, dando contornos sustentáveis e agregando um maior valor ainda ao produto final.

O nível de detalhamento dos aspectos elencados deverá variar de acordo com a comunidade pesquisada, devendo sempre contemplar a realidade local. Por exemplo, em uma comunidade que pratique a piscicultura, deve-se incluir a variável pertinente ao manejo do pescado. Outra situação diz respeito à legislação ambiental existente para a atividade agrícola e madeireira, a qual pode especificar a área máxima plantada e alternativas de manejo.

Vale considerar que estimativas incluem um grau de incerteza inerente, principalmente quando se relaciona ao custo ambiental associado ao processo. Entretanto, dentro do contexto de planejamento, o principal objetivo é fornecer um bom banco de dados ao início do processo, inclusive identificando claramente os gargalos que necessitam ser priorizados para que o processo não seja interrompido.

5.2.6 Etapa 6: Implantação e monitoramento da(s) atividade(s) produtivas selecionada(s)

Após a viabilização dos recursos, inicia-se o processo de implantação das atividades na comunidade. Esse processo engloba várias sub-etapas, tais como a encomenda e aquisição dos equipamentos usados diretamente nas atividades, bem como os demais equipamentos necessários para o sistema de geração de energia elétrica, de bombeamento d'água, de saneamento, de educação (escolas, professores, carteiras, etc.), de saúde, etc.

Ao mesmo tempo, é necessário também a obtenção dos insumos, que irão variar de acordo com a(s) atividade(s) selecionada(s), o que no caso da atividade agrícola, por exemplo, está relacionada ao plantio e colheita dos produtos. A sub-etapa seguinte refere-se à instalação dos sistemas e o início da operação das atividades produtivas. Nesse momento, os impactos ambientais previstos são analisados para que se comprove ou não o seu surgimento, bem como o surgimento de outros que não foram inicialmente estimados.

Com toda a cadeia de produção implantada, parte-se para a sub-etapa de comercialização dos produtos. Aqui, da mesma forma que os impactos ambientais na sub-etapa anterior, verificam-se as estimativas econômicas, associadas principalmente à renda familiar.

E por fim, a última sub-etapa corresponde ao monitoramento das atividades produtivas na comunidade, necessária para avaliar o andamento do processo e, quando for o caso, auxiliar no ajuste do processo de desenvolvimento.

No intuito de avaliar o procedimento proposto, apresenta-se no Capítulo 6 um estudo de caso realizado com a comunidade Pico do Amor, localizada no Estado do Mato Grosso. A seleção dessa comunidade se deveu ao desenvolvimento do projeto de P&D realizado entre a ELETRONORTE, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), o qual permitiu estimar, através de outros estudos, como de Gabriel Lopes (2009), a melhoria da renda familiar com a receita dos produtos

comercializados em Cuiabá e o custo de geração a partir de um sistema alternativo composto por um reformador de etanol e célula a combustível.

Capítulo 6

Estudo de Caso na Comunidade Pico do Amor/MT

Com base no procedimento proposto anteriormente, apresenta-se nesse capítulo um estudo de caso com o projeto de pesquisa desenvolvido na comunidade Pico do Amor, localizada no município de Cuiabá, Estado do Mato Grosso.

O projeto, intitulado “Geração de Energia Elétrica a partir de Etanol e Célula a Combustível no Sistema Isolado do Mato Grosso” fez parte da Carteira Interna de projetos de P&D da ELETRONORTE e foi executado pela UNICAMP e pela UFMT. Tratando-se de um projeto de P&D de uma empresa geradora de energia elétrica, seu objetivo principal foi promover o atendimento energético demonstrativo de uma localidade isolada a partir da tecnologia de célula a combustível utilizando um sistema de reforma de etanol e purificação de hidrogênio.

No entanto, além de envolver o aspecto energético, os aspectos econômico, social e ambiental da comunidade também foram contemplados. Assim, ao projeto foi dado um viés desenvolvimentista, planejando o aproveitamento de uma potencialidade local para a geração de renda a partir da geração de energia elétrica proposta para a comunidade.

Todas as informações sobre o projeto apresentados a seguir são resultados diretos do desenvolvimento do projeto de pesquisa. A partir do item 6.2 é realizada a análise do projeto no contexto da proposta de procedimento para incluir o fornecimento de energia

elétrica, delineado através do PIR, no contexto de desenvolvimento socioeconômico da comunidade.

6.1 O projeto de P&D em Pico do Amor/MT

De acordo com a Lei 9991/2000, as empresas de geração de energia elétrica são obrigadas a investir 1% de sua receita operacional líquida (ROL) em projetos de P&D. Os recursos equivalentes a esse 1% são distribuídos para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), o programa de P&D regulado pela ANEEL e para o MME, nas proporções de 40%, 40% e 20%, respectivamente (ANEEL, 2009).

A ELETRONORTE tem realizado os investimentos exigidos em lei e, ainda, criou uma Carteira Interna de Projetos de P&D, visando ampliar os estudos e pesquisas na área de geração de energia elétrica. Foi dentro dessa Carteira que se executou o projeto “Geração de Energia Elétrica a partir de Etanol e Célula a Combustível no Sistema Isolado do Mato Grosso”, sob responsabilidade do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE) da Unicamp, e da UFMT, através do Núcleo Interdisciplinar de Estudos em Planejamento Energético (NIEPE), entre outubro de 2005 e abril de 2008.

O projeto foi concebido para promover o atendimento energético de unidades comunitárias em uma localidade isolada utilizando uma tecnologia ainda não testada *in loco*: o sistema reformador de etanol-purificador de hidrogênio (com capacidade de produção de hidrogênio suficiente e com qualidade) acompanhado da célula a combustível tipo PEM (*Proton Exchange Membrane*) de 5 kW de potência máxima.

Embora o foco do projeto tenha sido o desenvolvimento, implantação e operação do sistema de geração, adequado à origem dos recursos investidos, foram inseridas etapas para definir o uso produtivo da energia elétrica a ser gerada na comunidade. Por isso, o projeto foi além do simples fornecimento de energia elétrica, ou seja, buscou promover o desenvolvimento sustentável da comunidade, ainda que em estágio inicial, foram firmadas parcerias com outras entidades e instituições, a saber: a Secretaria de Indústria, Comércio,

Minas e Energia de Mato Grosso (SICME), o Sistema da Federação das Indústrias no Estado do Mato Grosso (sistema FIEMT), o Sindicato das Indústrias Sucroalcooleiras do Estado do Mato Grosso (SINDALCOOL/MT), a Prefeitura Municipal de Cuiabá e as Centrais Elétricas Matogrossenses (CEMAT).

6.1.1 Características gerais do projeto

A justificativa da realização desse projeto de P&D foi centrada no contingente de famílias que não tem acesso à energia elétrica, o que segundo o mapa da exclusão elétrica no país estão majoritariamente nas localidades de menor IDH e nas famílias de baixa renda. Cerca de 90% dessas famílias têm renda inferior a três salários-mínimos e 80% estão no meio rural. Isto quer dizer que a falta de energia elétrica é apenas uma das muitas carências por que passam tais famílias (CAVALIERO *et al*, 2008).

A razão para o não atendimento destas comunidades com energia elétrica passa principalmente pelo aspecto econômico. Normalmente elas se encontram em regiões de difícil acesso, apresentam-se dispersas umas das outras e possuem demanda energética muito baixa, inviabilizando economicamente a adoção de soluções tradicionais de atendimento de energia elétrica, como as extensões de redes de distribuição. Mesmo as comunidades que apresentam características similares e são atendidas com energia elétrica, o são através do uso de motores geradores operando com óleo Diesel. Este tipo de suprimento possui custos de manutenção e operação elevados, em função da aquisição e transporte por longas distâncias ou com uma logística pouco peculiar, situação esta que ainda se agrava do ponto de vista energético quando se constata que o óleo Diesel é utilizado em motores-geradores antigos e pouco eficientes (CAVALIERO *et al*, 2008).

Aliado a este aspecto, existe ainda o aspecto ambiental, uma vez que boa parte das famílias se encontra no sistema isolado da região Amazônica, onde as questões ambientais passam a ser consideradas de forma determinante em vista de toda a problemática que ela suscita nacional e internacionalmente. Neste contexto, a busca por novas formas de suprimento, principalmente baseadas nos recursos energéticos locais e preferencialmente renováveis,

torna-se um fator imprescindível diante dos conhecidos impactos ambientais, tanto locais quanto mundiais, do uso de combustíveis fósseis (TEIXEIRA, 2006).

Assim, diante dos aspectos econômicos, energéticos, sociais e ambientais peculiares, o atendimento com energia elétrica nessas comunidades deveria caminhar no sentido da sustentabilidade econômica, energética, social e ambiental. Do ponto de vista econômico, esta sustentabilidade se iniciaria com a definição dos objetivos específicos para o uso da energia, como o desenvolvimento de atividades econômicas produtivas que requeressem eletricidade; e comercialização dos respectivos produtos que fossem viáveis; e finalizaria, no médio e longo prazo, com uma melhoria da renda familiar e, conseqüentemente, a capacidade de efetuar o pagamento pela energia elétrica fornecida (CAVALIERO *et al*, 2008).

Do ponto de vista energético, o uso de recursos energéticos locais, no caso o etanol, evitaria a importação de combustíveis de regiões distantes; poderia reduzir o custo de manutenção e operação, o que é adequado para uma comunidade que possui baixa renda familiar; e poderia promover a geração de empregos na própria comunidade, evitando ainda a migração de população destas comunidades para as grandes cidades, como normalmente ocorre.

Do ponto de vista social, a melhoria da qualidade de vida das comunidades deve ser a meta principal, o que poderia ser verificado com os benefícios socioeconômicos decorrentes do desenvolvimento de atividades produtivas, somente possíveis com o fornecimento de energia elétrica.

Assim, os aspectos técnico, energético, social, econômico e ambiental foram contemplados no projeto através da execução de várias etapas ao longo de dois anos, conforme pode ser visto na Tabela 6.1. Os aspectos técnicos e energéticos foram avaliados através do chamado Projeto Técnico, enquanto que os aspectos social, econômico e ambiental, através do Projeto Sócio-ambiental.

Tabela 6. 1 Cronograma do projeto

Mês / Ano 01		Ciclo: 2004 / 2005											
Nº	Etapa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01	A Tecnologia de Geração de Hidrogênio a partir da Reforma de Etanol	■	■										
02	Levantamento das Características Sócio-econômicas, Ambientais e Energéticas da Localidade Isolada	■	■	■	■								
03	Caracterização do Sistema Reformador de Etanol/Purificador de Hidrogênio		■										
04	Processo de Encomenda do Sistema Reformador de Etanol/ Purificador de Hidrogênio e da Célula a Combustível			■	■								
05	Análise da Caracterização Sócio-econômica, Ambiental e Energética da Localidade Isolada					■	■						
06	Diagnóstico da Situação Sócio-econômica, Ambiental e Energética da Localidade Isolada							■					
07	Acompanhamento do Processo de Integração do Sistema Reformador de Etanol/Purificador de Hidrogênio				■	■	■	■	■				
08	Discussão com a Comunidade das Propostas de Desenvolvimento Local								■	■			
09	Construção da Infra-estrutura Elétrica e Física para o Sistema									■	■	■	
10	Testes de Operação do Sistema Reformador de Etanol/Purificador de Hidrogênio									■	■	■	
11	Relatório Parcial da Caracterização Sócio-econômica, Ambiental e Energética da Localidade Isolada											■	■
12	Relatório Parcial de Operação do Reformador de Etanol e Purificador de Hidrogênio												■
Mês / Ano 02		Ciclo: 2004 / 2005											
Nº	Etapa	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01	Implantação do Sistema Energético	■											
02	Formação da População na Operação e Manutenção do Sistema	■	■										
03	Acompanhamento do Funcionamento do Sistema	■	■	■	■	■	■	■	■				
04	Acompanhamento da Localidade Isolada quanto ao Fornecimento de Energia Elétrica	■	■	■	■	■	■	■	■				
05	Aprimoramento do Sistema Reformador-Purificador-Célula a Combustível									■			
06	Operação Final do Sistema										■	■	■
07	Análise do Acompanhamento da Localidade Isolada									■	■		

Fonte: Cavaliero, 2005.

6.1.1.1 Projeto Técnico

O projeto envolveu a instalação de um sistema de geração de energia elétrica a partir de um reformador de etanol e de uma célula a combustível. O seu caráter inovador foi centrado em dois pontos: o uso de uma tecnologia desenvolvida no Brasil, no caso o reformador de etanol/purificador de hidrogênio; e a adoção da tecnologia de célula a combustível para o fornecimento de energia elétrica em comunidades isoladas (CAVALIERO *et al*, 2008).

No primeiro caso, apesar do processo de reforma de combustíveis fósseis ser amplamente difundido e utilizado, não se pode dizer o mesmo do processo de reforma de etanol, cuja tecnologia ainda se encontra em estágio de desenvolvimento. Até o momento existe apenas uma empresa que oferece protótipos de reformadores de etanol, empresa esta totalmente brasileira. Assim, o uso de uma tecnologia nacional poderia estimular o estabelecimento de uma capacidade nacional de fabricação de reformadores de etanol voltados para a produção de hidrogênio com qualidade para uso em células a combustível, o que traria uma vantagem tecnológica importante para o Brasil no uso promissor das células na geração de energia elétrica. É importante lembrar que já existe no país uma infra-estrutura desenvolvida de produção, transporte e comercialização de etanol, especialmente em Mato Grosso, o que o torna uma fonte energética de relativa competitividade econômica. O uso desta tecnologia propiciará também o seu desenvolvimento no país, que tem sido objeto de um grande esforço envolvendo os principais centros de pesquisa nacionais (CAVALIERO *et al*, 2008).

No segundo caso, o uso da célula a combustível na geração distribuída já vem sendo realizado com sucesso em alguns países, inclusive no Brasil, porém não há registros do seu uso em localidades isoladas, especialmente em regiões de grande importância ambiental como é o caso do Estado do Mato Grosso, inserido na Amazônia Legal (CAVALIERO *et al*, 2008).

Para a realização do Projeto Técnico participaram pesquisadores do Laboratório de Hidrogênio do Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW), do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE), da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM), todos da UNICAMP; e do Núcleo Interdisciplinar de Estudos em Planejamento Energético (NIEPE) da UFMT (CAVALIERO *et al*, 2008).

6.1.1.2 Projeto Socioambiental

O principal aspecto desse projeto de P&D foi o sócio-econômico, pois objetivou proporcionar reais possibilidades de desenvolvimento econômico da comunidade Pico do Amor, a partir do atendimento com energia elétrica. Isto porque o modelo de planejamento energético atual se mostra limitado para atender comunidades isoladas, ao priorizar apenas o suprimento de energia elétrica e não levar em consideração características energéticas (baixa demanda), sociais (condições de infra-estrutura precária), econômicas (baixa renda) e ambientais (interesse nacional e internacional para a preservação), que são distintas das grandes cidades e capitais (CAVALIERO *et al*, 2008).

Felizmente, esse não é único modelo que pode ser adotado para estas comunidades, existindo propostas nas quais o desenvolvimento econômico e social que cada comunidade pretende para si é definido previamente, sendo a energia elétrica um dos componentes necessários para a sua viabilização. Desta forma, não se estaria priorizando o fornecimento de energia elétrica, mas sim o desenvolvimento social e econômico das comunidades, de tal forma que se pudesse, no médio e longo prazo, garantir um suprimento contínuo e de qualidade; torná-las capazes de pagar os custos efetivos deste atendimento; promover a sustentabilidade sócio-ambiental e desonerar a sociedade como um todo (através da redução da Conta de Consumo de Combustíveis – CCC) (TEIXEIRA E CAVALIERO, 2006).

Neste sentido, o Projeto Socioambiental, do qual participaram pesquisadores do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM/UNICAMP), da FEM/UNICAMP e do NIEPE/UFMT, se apresentou como um estudo inicial para o processo de desenvolvimento da comunidade Pico do Amor, partindo da caracterização socioeconômica e ambiental antes da execução do projeto, quando a comunidade não tinha energia elétrica nem outros serviços básicos de infra-estrutura; passando pela participação ativa da comunidade quanto ao desenvolvimento social e econômico que ela pretende para si, especialmente da definição das atividades econômicas produtivas que tem interesse em executar com a

energia elétrica gerada pelo sistema; e, finalizando, com a análise de todos os benefícios socioeconômicos decorrentes do projeto na comunidade (CAVALIERO *et al*, 2008).

6.1.2 Desenvolvimento e resultados do projeto

Como em praticamente todo projeto de pesquisa aplicada, o Projeto Técnico acabou sofrendo alguns atrasos no cronograma, resultantes de fatores diversos, como o atraso na construção da área no qual está implantado o sistema de geração. Por isso, o projeto, que havia previsto 24 meses de execução, teve esse prazo estendido por mais seis meses, totalizando 30 meses, de forma a garantir a execução de todas as etapas previstas.

Tecnicamente, o projeto representou um grande avanço nos estudos sobre a tecnologia de reforma de etanol e sobre a aplicação da tecnologia de célula a combustível para atendimento de sistemas isolados. Nesse sentido, destaca-se o conhecimento adquirido na operação do sistema completo de geração. Os testes de operação indicaram que a demanda de energia elétrica do reformador era maior do que a especificada, fazendo com que a energia elétrica a ser gerada pela célula a combustível, para qualquer faixa de produção de hidrogênio, fosse inferior à energia demandada pelo reformador/purificador, tornando a aplicação do sistema completo impossível em comunidades isoladas, sem disponibilidade de outra fonte de eletricidade, como era o caso da comunidade Pico do Amor.

Vale comentar ainda que, apesar da célula a combustível possuir uma potência máxima de 5 kW, existe uma demanda de energia elétrica do próprio sistema de produção de hidrogênio que precisa ser atendida durante a operação (estimada em torno de 2 kW), o que ao final disponibilizaria uma potência de cerca de 3 kW para o atendimento das cargas previstas na comunidade. No entanto, nos ensaios finais constatou-se um consumo interno da ordem da energia gerada, não havendo, com o sistema originalmente projetado, eletricidade disponível para a comunidade (CAVALIERO *et al*, 2008).

Assim, a equipe técnica do projeto, juntamente com a empresa fornecedora do reformador, propôs e realizou uma série de aprimoramentos que conseguiram melhorar o balanço

elétrico do sistema de geração. Tratando-se de um projeto de P&D em que foi utilizado um protótipo de reformador de etanol, alguns aprimoramentos ainda deverão ser realizados para que o sistema completo opere por longos períodos de tempo (CAVALIERO *et al*, 2008).

Em relação ao Projeto Socioambiental, ocorreu um pequeno atraso logo em seu início, quando da alteração da comunidade a ser atendida, mas que ao final não influenciou na realização das etapas posteriores e no cronograma previsto. Foi realizado o diagnóstico socioambiental da comunidade antes e após a implantação do sistema de geração e selecionado, junto com os moradores, as atividades econômicas que eles têm (ou teriam) interesse em desenvolver com a energia elétrica fornecida. Esse último foi, sem dúvida, um dos mais importantes resultados obtidos, já que o projeto buscou realizar um estudo preliminar de um novo modelo de planejamento energético, completamente diferente do que vem sendo realizado até o momento em comunidades isoladas (CAVALIERO *et al*, 2008).

No entanto, considerando que o processo de desenvolvimento sócio-econômico leva algum tempo para ser atingido, muito ainda há que ser executado, especialmente no que se refere ao desenvolvimento e implantação das atividades econômicas produtivas que a própria comunidade pretende para melhorar a sua renda familiar e, no futuro, poder arcar com os reais custos da energia elétrica gerada (CAVALIERO *et al*, 2008).

6.2 Aplicação do procedimento proposto no projeto de Pico do Amor/MT

A partir do procedimento proposto, foi avaliado o enquadramento do projeto nas etapas especificadas no Capítulo 5.

6.2.1 Etapa 1: Interesse no processo de desenvolvimento

O primeiro ponto a ser observado refere-se à origem do projeto e seu objetivo. A proposta foi submetida à ELETRONORTE e inserido dentro da Carteira Interna de Projeto de P&D,

ou seja, especificamente de projetos tecnológicos. Assim, fica evidente a prioridade do projeto, como se pode comprovar no seu objetivo principal “(...) promover o atendimento energético demonstrativo de uma localidade isolada a partir da tecnologia de células a combustível utilizando um sistema de reforma de etanol e purificação de hidrogênio.” (CAVALIERO *et al*, 2008). O diferencial do projeto foi a inserção de etapas visando uma análise dos aspectos sociais, econômicos e ambiental da comunidade, criando um viés desenvolvimentista, ainda que num nível secundário, uma vez que o foco foi tecnológico.

O projeto foi inserido em um contexto diferente do que se propõe para atender comunidades isoladas, ou seja, priorizar o seu desenvolvimento e promover os fatores condicionantes necessários, entre eles a energia elétrica. Deve-se lembrar que não existe no momento nenhum programa governamental especificamente criado com o propósito de efetivamente promover o desenvolvimento socioeconômico dessas comunidades, o que muitas vezes acaba gerando ações de setores que não deveriam ser os responsáveis por esse programa. Como resultado, tem-se uma empresa do setor elétrico buscando promover o desenvolvimento socioeconômico, quando na verdade não é de sua incumbência tal ação, ainda que a empresa seja federal.

Dentro desse contexto, apesar de não ter ocorrido na trajetória que se deseja e propõe, o projeto tem grandes méritos e buscou os artifícios que existem para colocar em prática o objetivo de melhorar a qualidade de vida dessa comunidade.

Como relação à comunidade, inicialmente foi selecionada a comunidade de São Fabiano, pertencente ao Município de Porto Esperidião - Mesorregião Sudoeste do Estado do Mato Grosso, para a implantação do projeto. No entanto, essa comunidade foi incluída no LpT e seria eletrificada pela CEMAT até o final de 2006, tornando inviável a proposta de projeto em São Fabiano. Com isso, foi necessário selecionar outra comunidade e realizar a nova obtenção de dados, com o projeto já em andamento e com a conseqüente perda dos já levantados para São Fabiano.

Após reuniões entre a equipe do NIEPE/UFMT e do gerente de projeto da ELETRONORTE é que foi selecionada a comunidade Pico do Amor, localizada a 95 km de Cuiabá.

6.2.2 Etapa 2: Recursos para promover o desenvolvimento

Nesta etapa analisam-se os recursos necessários para que o processo de desenvolvimento se inicie: recursos humanos e recursos financeiros.

Os recursos humanos incluem três atores: a população, o poder público e instituições de ensino. No caso da população, pôde-se constatar o seu interesse e engajamento ao longo do desenvolvimento do projeto através das várias pesquisas de campo realizadas pela equipe socioambiental e técnica.

Com relação ao poder público, verificou-se também uma grande participação através das esferas federal, estadual e municipal. Enquanto o projeto de geração de energia elétrica era desenvolvido junto à uma concessionária federal, os governos estadual e municipal se engajaram em promover os fatores estruturantes, tais como fornecimento de água e construção de um centro comunitário; e condicionantes, como a regularização fundiária e criação de uma associação de pequenos produtores (Associação dos Pequenos Produtores Rurais Família Arruda na Comunidade “Pico do Amor” – APPPICO), que a comunidade necessitava.

Deve-se ressaltar que o projeto somente previa o aspecto técnico e tecnológico do fornecimento de energia elétrica e não todos os outros benefícios que foram obtidos das esferas estadual e municipal. Os benefícios obtidos são resultado do esforço e determinação da equipe do NIEPE/UFMT, que conseguiu envolver o Governo do Estado do Mato Grosso, a Prefeitura Municipal de Cuiabá, o SINDÁLCOOL e o sistema FIEMT.

A participação das instituições de ensino se traduziu na coordenação e execução das etapas do Projeto Técnico e Sócio-econômico, como sugere a metodologia aqui proposta. Como o

projeto envolveu várias áreas, a formação de uma equipe multidisciplinar foi fundamental para que o mesmo pudesse ser efetivo e atingisse o seu objetivo, como de fato ocorreu.

Com relação aos recursos financeiros, a ELETRONORTE financiou as etapas elencadas no projeto, o qual não poderia incluir o atendimento de outros serviços de infra-estrutura pois ele foi desenvolvido no âmbito da Carteira Interna de P&D da empresa. E neste contexto, não caberia financiar os fatores estruturantes e condicionantes. Isso só confirmou a idéia de que a proposta de eletrificação de comunidades isoladas, no formato do LpT, está inserido em um contexto equivocado, no qual se privilegia o suprimento, quando na verdade deveria estar inserido em um contexto mais amplo, da esfera federal, que contemplasse todos os fatores. Uma proposta interessante seria a designação de um único órgão federal responsável para atender as comunidades isoladas e que, através de vários mecanismos, objetivasse o desenvolvimento e não apenas o suprimento.

Apesar de não ter sido inserido no projeto a viabilização de alguns serviços de infra-estrutura, eles foram atendidos pela ação conjunta da equipe do projeto com as outras esferas governamentais, como melhorias na estrada que liga a comunidade à Cuiabá. No entanto, deve-se ter em mente que muito ainda precisa ser feito e que outros serviços importantes, como saneamento básico, condições de transporte, etc. devem ser providenciados para a comunidade.

6.2.3 Etapa 3: Diagnóstico socioambiental e energético da comunidade

Com a mudança da comunidade a ser contemplada, de São Fabiano para Pico do Amor, foi necessário realizar nova pesquisa para obtenção de dados, com a conseqüente perda dos já levantados para São Fabiano. Segundo Cavaliero et al (2008), um primeiro levantamento foi realizado através de fontes e web sites oficiais, como prefeitura local e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em seguida através de contatos com órgãos estaduais e municipais para, posteriormente, serem aprofundadas as informações na pesquisa de campo, a qual incluiu a aplicação de um questionário com cada uma das oito famílias que compõe a comunidade e a realização de reuniões com os moradores.

A caracterização, análise e diagnóstico sócio-econômico e energético da comunidade Pico do Amor estava prevista no projeto e permitiu conhecer mais a comunidade e suas necessidades. O resultado do diagnóstico antes do projeto ser implantado indicou os serviços de infra-estrutura mais urgentes, as atividades produtivas que já eram realizadas e os serviços de energia elétrica que eram demandados.

Assim, segundo Gabriel Lopes (2009), no que se refere à educação, existia na comunidade apenas uma escola de ensino fundamental do primeiro ao quarto ano e era característico um elevado índice de analfabetismo entre os adultos. Quanto ao atendimento à saúde, não existia nenhum posto na comunidade e nem visitas regulares de médicos de outras comunidades, o que fazia com que os moradores utilizassem a unidade de saúde disponível no assentamento Coivaras (povoado próximo à comunidade) e, no caso de emergência, tivessem que se deslocar para Cuiabá.

Quanto à infra-estrutura, verificou-se a existência de fossas, na maioria dos casos coberta apenas por pedaços de madeira. A higiene pessoal era feita com a mesma água coletada para o preparo de comidas e para o consumo direto. Quanto aos resíduos sólidos domésticos, verificou-se que em 100% dos casos este era jogado a céu aberto, relatando-se em pouquíssimos casos a queima desses resíduos (CAVALIERO *et al*, 2008).

Os moradores residiam em casas de barro, alvenaria e pau-a-pique. As casas não possuíam tanque reservatório de água, sendo obtida diretamente através de mina ou nascentes, em alguns casos distantes das residências, o que tornava difícil e cansativo a sua obtenção (GABRIEL LOPES, 2009).

Os meios de transporte utilizados eram a bicicleta, principalmente pelos jovens; e o cavalo e carro de boi pela população adulta. Para se deslocar até Cuiabá iam de bicicleta ou a cavalo até o assentamento de Coivaras e de lá pegavam um ônibus para o destino final, o que tornava a ida até a capital do Estado muito custosa e um programa exclusivo de adultos (CAVALIERO *et al*, 2008).

A principal atividade econômica praticada pela comunidade era a agricultura, destacando-se a produção de banana como a única para fins comerciais. O restante dos produtos agrícolas ¹⁸ destinava-se apenas à subsistência ou para servir de ração animal. Foi registrada ainda a criação de animais, como aves e bovinos, porém apenas para alimentação própria ou para o transporte. O escoamento da produção de banana era feito de duas formas: através da venda direta, em comunidade vizinha, o que implicava em levar os produtos em carros de boi; e através da venda a um atravessador, o que segundo os moradores era mais prático, porém menos rentável (GABRIEL LOPES, 2009).

Algumas famílias se beneficiavam de programas governamentais da esfera federal, como o Bolsa Escola e/ou o Programa de Erradicação do Trabalho Infantil – PET, configurando-os como a segunda fonte de renda das famílias (GABRIEL LOPES, 2009).

Gabriel Lopes (2009) ainda comenta que o uso da energia se limitava à iluminação, através de velas, lanternas e candeeiros, já que a comunidade não possuía energia elétrica; e à cocção de alimentos em fogão a lenha e a gás. A energia acondicionada em baterias e pilhas também era utilizada em equipamentos de som e televisão. Quanto a uma futura demanda por eletrodomésticos e eletroeletrônicos na comunidade, 29,4% das famílias entrevistadas optaram por uma geladeira, 23,5% por ventiladores e o restante dividiu-se em aparelho de som, televisor, liquidificador e máquina de lavar roupa.

Ainda em relação ao uso particular de energia elétrica, foi sugerida por duas famílias a compra de trituradores de ração animal, além de ter sido constantemente especificado o uso para iluminação domiciliar, atendimento esse que não estava inserido no escopo do projeto. Quanto à possibilidade da comunidade ser beneficiada com a geração de energia elétrica em pontos de uso comum, todos os entrevistados se mostraram satisfeitos (CAVALIERO *et al.*, 2008).

¹⁸ Mandioca, arroz, feijão, milho, amendoim e mamão.

Ao final do projeto, foi realizada nova pesquisa de campo para avaliar a percepção da comunidade quanto às conseqüências verificadas com o projeto. Assim, a partir da aplicação de outro questionário e da compilação dos dados pela equipe socioambiental, pôde-se verificar que a comunidade avaliou o projeto como sendo “bom” e “muito bom” por vários motivos, entre eles a obtenção de maior atenção para os seus problemas junto à Prefeitura Municipal de Cuiabá, especialmente após a criação da APPPICO, o fornecimento de água potável e de energia elétrica, etc.

Embora não fosse obrigatória a inclusão do Projeto Socioambiental no projeto de pesquisa, ele foi inserido justamente para dar à energia elétrica fornecida um destino produtivo que viesse melhorar a condição econômica da comunidade, promovendo de fato o seu desenvolvimento. A inclusão de questões sócio-ambientais e econômicas em projeto de P&D de comunidades isoladas tem sido a alternativa encontrada por grupos de pesquisa para que, ao mesmo tempo em que possa desenvolver a tecnologia, se possa incluir uma análise de potencialidades locais. Na maioria dos casos o projeto acaba se limitando à análise, não conseguindo seguir para a implementação efetiva das atividades produtivas em função do escopo em que se encontra inserido (projetos de P&D tecnológicos), o que de fato ocorreu nesse projeto.

6.2.4 Etapa 4: Definição das atividades produtivas na comunidade

A definição das atividades produtivas a serem realizadas na comunidade deveriam servir de referencial para determinar a demanda de energia elétrica. No entanto, o projeto não foi desenvolvido dessa forma pelo próprio escopo em que está inserido. Assim, o inverso foi realizado, havendo a necessidade de se projetar o desenvolvimento de alguma atividade produtiva na comunidade a partir da geração de energia elétrica potencialmente disponível pelo projeto.

O diagnóstico sócio-econômico e energético explicitou quais as culturas que eram cultivadas na comunidade, tanto para fins comerciais como para a subsistência. A Tabela 6.2 discrimina essas culturas e indica também quantas famílias as realizavam.

Tabela 6. 2 Agricultura Comercial e de Subsistência

Culturas Cultivadas	Famílias Praticantes da Agricultura Comercial	Famílias Praticantes da Agricultura de Subsistência
Mandioca	-	1
Banana	8	8
Arroz	-	8
Feijão	1	8
Milho	2	8
Cana-de-açúcar	-	2
Amendoim	-	4
Mamão	-	1

Fonte: (Cavaliero et al., 2008)

Nota-se pela tabela que todas as famílias produziam comercialmente a banana. O escoamento dessa produção se dava, para a maioria das famílias, através de um atravessador, que, segundo os moradores, não pagava um preço justo. Apesar disso, os moradores argumentaram que essa era a melhor solução diante da inviabilidade de comercializar o produto na comunidade mais próxima, o assentamento Coivaras, ou na capital Cuiabá, já que demandaria tempo e capital que os mesmos não possuíam.

Em reunião, os próprios moradores acabaram por excluir sua principal atividade comercial, a banana, argumentando que não viam opções de industrialização. Após deliberação entre os pesquisadores e os moradores, resolveu-se pela escolha de dois produtos para um aprofundamento maior do processo produtivo, beneficiamento e comercialização: a mandioca, com o objetivo de produzir farinha e a cana-de-açúcar, com a finalidade de produzir rapadura. Deve-se ressaltar novamente a importância da comunidade selecionar as atividades que deseja desenvolver.

6.2.5 Etapa 5: Avaliação técnica, econômica, energética e ambiental da(s) atividade(s) produtivas selecionada(s)

Nessa etapa, sob a coordenação da equipe multidisciplinar, é realizada uma avaliação preliminar dos aspectos produtivo, social, energético, ambiental e econômico da(s)

atividade(s) selecionada(s). No caso do projeto, essa análise não estava prevista no seu escopo, porém foram realizadas durante e após a sua finalização por iniciativa e interesse da equipe socioambiental.

Após a escolha da comunidade pela comercialização de farinha de mandioca e rapadura, foi realizado pela equipe socioambiental um estudo sobre o processo completo de produção, envolvendo as três principais etapas: a obtenção dos insumos; o processo de produção e beneficiamento; e a comercialização do produto final. A partir desse estudo produtivo foi possível estimar a operação adequada da casa de farinha e da casa de engenho em função da energia elétrica disponível pelo sistema de geração do projeto, conforme pode-se verificar em Gabriel Lopes (2009).

A estimativa de demanda de energia elétrica levou em consideração apenas algumas unidades comunitárias, conforme o escopo do projeto. Assim, as demandas residenciais deveriam ser atendidas de outra forma, o que acabou acontecendo através da ação incansável do gerente de projeto da ELETRONORTE, que buscou dentro da empresa formas de atender aos moradores. Ao final do projeto não apenas cada residência, mas também o sistema de bombeamento d'água estava sendo suprido com energia elétrica a partir de painéis fotovoltaicos doados pela empresa.

O projeto já especificava desde o início qual o sistema de geração que seria utilizado e por isso não foi realizado o PIR na comunidade, nem mesmo na escolha do aproveitamento da energia solar fotovoltaica para o atendimento residencial.

As Tabelas 6.3 e 6.4 mostram os benefícios sociais, associados ao aumento da receita familiar, estimados para a comunidade com a comercialização da farinha de mandioca e da rapadura em Cuiabá. Gabriel Lopes (2009) estima também o custo da energia elétrica gerada através do projeto e qual o seu impacto na renda familiar de Pico do Amor. Já sob o ponto de vista ambiental, a análise se restringiu a identificar os impactos ambientais das duas atividades ao longo do processo produtivo. Vale ressaltar que os dados apresentados são estimativas e que as atividades produtivas não foram implantadas, pois não estavam

previstas no projeto. Além disso, os valores encontrados não levam em consideração o custo do investimento inicial, uma vez que os equipamentos foram adquiridos através do projeto de pesquisa.

Tabela 6. 3 Receita Bruta da Farinha de Mandioca

	Preço* (R\$)	Quantidade (kg)	Receita Bruta Anual Comunitária (R\$)	Receita Bruta Familiar (R\$)		
				Anual	Semestral	Mensal
Farinha de Mandioca	1,40	16.320	22.848,00	2.856,00	1.428,00	238,00

*Preço referenciado por Canavarros (2009) apud Gabriel Lopes, (2009)
Fonte: Adaptado de Gabriel Lopes, (2009)

Tabela 6. 4 Receita Bruta da Rapadura

	Preço* (R\$)	Quantidade (kg)	Receita Bruta Anual Comunitária (R\$)	Receita Bruta Familiar (R\$)		
				Anual	Semestral	Mensal
Rapadura	1,80	22.400	40.320,00	5.040,00	2.520,00	420,00

*Produtividade referenciada por Canavarros (2009) apud Gabriel Lopes, (2009)
Fonte: Adaptado de Gabriel Lopes, (2009)

6.2.6 Etapa 6: Implantação e monitoramento da(s) atividade(s) produtivas selecionada(s)

Essa é a última etapa da metodologia e tem como objetivo viabilizar a implantação das atividades e monitorar o processo de desenvolvimento da comunidade. Essa etapa não foi elencada no projeto, pois tratava-se de um projeto de P&D tecnológico no qual não se poderia incluir etapas de monitoramento de longo prazo da tecnologia, como seria desejável.

6.3 Avaliação final do projeto no contexto da metodologia proposta

Ao analisar as etapas do projeto de pesquisa de acordo com o fluxograma de etapas proposto no procedimento (Figura 5.1), observa-se uma inversão na seqüência de etapas, como visto na Figura 6.1. Isso mostra que a estrutura de desenvolvimento dos projetos de P&D das empresas de geração de energia elétrica, com o foco tecnológico, é diferente do procedimento em etapas aqui proposto para promover o desenvolvimento socioambiental das comunidades isoladas.

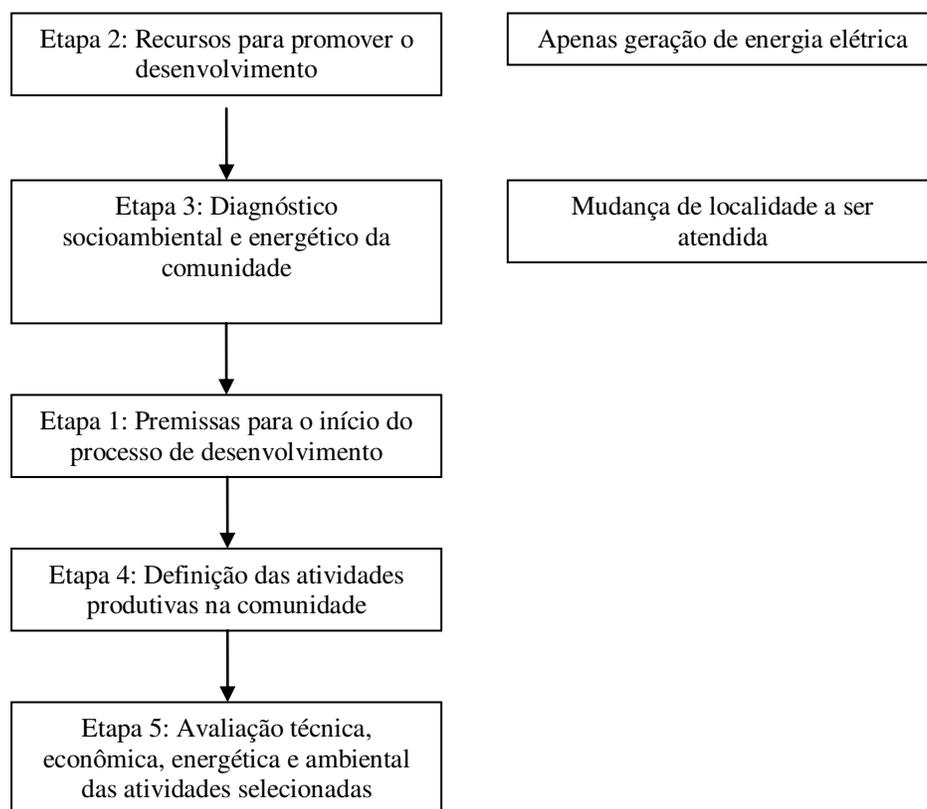


Figura 6. 1 Etapas de Desenvolvimento Endógeno para Comunidades Isoladas adequado ao estudo de caso na comunidade Pico do Amor/MT

Fonte: Elaboração Própria

Considerando as características dos programas e projetos de eletrificação de comunidades isoladas, projeto apresentou muitos diferenciais que devem ser destacados. O primeiro deles foi a inserção da análise socioambiental da comunidade. Justamente por estar inserido em um projeto de P&D tecnológico não é comum esse tipo de inserção já que o diagnóstico

resultante é relativamente menos importante em um processo tradicional de eletrificação, ao passo que se configura imprescindível para o processo de desenvolvimento.

Ainda dentro deste contexto, poder-se-ia chegar apenas ao objetivo principal do projeto, ou seja, o fornecimento de energia elétrica para unidades comunitárias a partir do sistema especificado. No entanto, o segundo diferencial do projeto foi o engajamento das esferas estadual e municipal no atendimento de outras necessidades da comunidade, provendo, dessa forma, outros fatores estruturantes e condicionantes fundamentais para o processo de desenvolvimento sócio-econômico.

O terceiro diferencial foi a inserção da etapa de seleção da atividade produtiva, também pouco comum em projetos de P&D do setor elétrico. Essa é uma etapa de suma importância, pois o grande passo para o desenvolvimento da comunidade é a melhoria de sua renda familiar. Essa melhoria só ocorreu com o desenvolvimento de atividades produtivas, preferencialmente aquelas que pudessem ser beneficiadas na comunidade e gerassem produtos com maior valor agregado.

Ao se analisar esses diferenciais, o ponto em comum é o fato de o projeto fazer parte da carteira de projetos de P&D de uma concessionária de energia elétrica, cujo foco é puramente técnico e tecnológico, exatamente como se sugere que seja. Portanto, um projeto de desenvolvimento sócio-econômico de comunidades isoladas não deveria estar inserido em um projeto de P&D do setor elétrico. Como o objetivo vai além da eletrificação, o que se deveria criar é um programa específico para promover o desenvolvimento dessas comunidades e não deixar sob a responsabilidade da concessionária de energia elétrica, ainda que federal, tal incumbência. É justamente nesse sentido que se critica o LpT, do governo federal.

Assim, a metodologia proposta nesta tese identifica a intervenção estatal como prioritária para promover o desenvolvimento das comunidades isoladas e sugere um programa organizado a partir de etapas bem definidas, em que a inicial é justamente viabilizar um estudo acerca das potencialidades energéticas e produtivas de cada comunidade isolada. E

dentro desse contexto é de se esperar que a adoção completa desse procedimento não pode ser levada a cabo neste estudo de caso e em nenhum outro em comunidades contempladas por projetos específicos de P&D tecnológico ou do programa LpT.

6.4 Realização do PIR na comunidade Pico do Amor

No projeto de Pico do Amor não foi realizado o planejamento nos moldes do PIR, já que o projeto tinha um objetivo tecnológico específico. Buscando avaliar a metodologia proposta, neste subtópico apresenta-se uma avaliação preliminar dos sistemas de geração adequados para o aproveitamento energético local, ou seja, disponíveis na comunidade.

Os aspectos relacionados à inclusão do PIR em um ambiente de desenvolvimento endógeno foram contemplados nas etapas propostas, citando-se como exemplo: mapeamento regional (Etapa 3), participação dos envolvidos-interessados (Etapas 1 e 2), análise sócio-ambiental e econômica da comunidade (Etapa 3), etc. Assim, realiza-se agora uma análise a partir de critérios técnicos próprios ao PIR, utilizando como base para tal análise a determinação de recursos e demandas regionais, o dimensionamento da demanda de energia elétrica e o gerenciamento pelo lado da demanda (GLD), nesse último caso especificamente quanto ao uso final e às medidas de eficiência energética.

Inicialmente, reitera-se que, ao fazer um estudo posterior ao projeto em questão, não se tem como objetivo analisar possíveis erros e acertos quanto ao projeto em si, já que, como mencionado, o principal viés do projeto foi o tecnológico. Objetiva-se, apenas, verificar se os passos tomados para a eletrificação proposta possuem traços, características ou metodologias referentes ao PIR.

6.4.1 Dimensionamento da Demanda

O PIR indica que o dimensionamento da demanda deve ser realizado observando não um histórico de consumo elétrico e/ou energético da localidade, o que viabilizaria, via-de-regra, um aumento constante na oferta de energia elétrica. Ao contrário, tal dimensionamento

deve ser realizado observando aspectos como gerenciamento de carga e análise da demanda com base no uso final.

Na Etapa 5, a própria inversão na ordem metodológica aqui proposta obrigou a equipe técnica do projeto a dimensionar a demanda para a oferta a ser disponibilizada para a atividade comunitária, totalizando os cerca de 3 kW que seriam disponibilizados pelo sistema de geração. Assim, foi necessário adotar atitudes inerentes aos conceitos e elementos do PIR, tais como medidas de conservação de energia e eficiência energética.

As Tabelas 6.5, 6.6, 6.7, 6.8 e 6.9 apresentam a estimativa de consumo energético para as atividades comunitárias escolhidas pelos próprios moradores, além de usos comunitários básicos.

Tabela 6. 5 Consumo estimado de energia elétrica para o centro comunitário

Centro comunitário	Horas de func./dia	Quantidade (unidades)	Potencia unitária (kW)	Consumo diário (kWh)
1) televisor	4	1	0,10	0,40
2) aparelho de DVD	4	1	0,10	0,40
3) Lâmpadas 25 W	4	9	0,03	0,90
4) Lâmpadas 15 W	4	2	0,02	0,12
5) Lâmpadas 11 W	4	2	0,01	0,08
6) Ventilador 100 W	4	1	0,10	0,40
7) Geladeira 500 W	12	1	0,50	6,00
TOTAL		17	0,85	8,30
TOTAL MENSAL (kWh)	249			

Fonte: Gabriel Lopes (2009)

Tabela 6. 6 Consumo estimado de energia elétrica para a iluminação pública

Equipamentos	Quantidade	Potência total (kW)	Operação (horas/dia)	Demanda de energia (kWh/dia)
Lâmpadas de 25 W	4	0,1	4	0,4
Total kWh(30 dias)	12,00			

Fonte: Gabriel Lopes (2009)

Tabela 6. 7 Consumo estimado de energia elétrica para a bomba de água

Equipamentos	Quantidade	kW	Horas/dia	kWh/dia
Bomba d'água 0,5 CV	1	0,37	3	1,11
Total kWh (30 dias)	33,30			

Fonte: Gabriel Lopes (2009)

Tabela 6. 8 Consumo estimado de energia elétrica para as atividades produtivas - Casa de Farinha

Equipamentos	Quantidade	Potência total (kW)	Operação (horas/dia)	Demanda de energia (kWh/dia)
Motor de 1,0 CV (Forno)	1	0,74	5	3,7
Ralador de 2 CV	1	1,47	5	7,35
Lâmpadas 25 W	2	0,05	2	0,1
Total		2,26		11,15
Total kWh(11 dias)	122,65			

Fonte: Gabriel Lopes (2009)

Tabela 6. 9 Consumo estimado de energia elétrica para as atividades produtivas - Casa de Engenho

Equipamentos	Quantidade	Potência total (kW)	Operação (horas/dia)	Demanda de energia (kWh/dia)
Engenho 1,5 CV	1	1,10	3 15	3,30
Lâmpadas 25 W	2	0,05	2	0,10
Total		1,15		3,40
Total kWh(11 dias)	37,40			

Fonte: Gabriel Lopes (2009)

Segundo Gabriel Lopes (2009), o funcionamento das casas de farinha e engenho levou em consideração o ciclo de cultivo e produção da mandioca e da cana-de-açúcar, fazendo com que cada atividade produtiva operasse 11 dias/mês. Observa-se que as atividades produtivas, respeitando a oferta de energia elétrica, complementam-se em um ciclo de 22 dias.

A Tabela 6.10 apresenta os equipamentos, a potência unitária de unidade e o número de horas de uso para as atividades produtivas escolhidas, configurando o dimensionamento final realizado para estimar a demanda da comunidade Pico do Amor.

Tabela 6. 10 Consumo estimado de energia elétrica total

Unidades Comunitárias	Horas de func./dia	Quantidade (unidades)	Potência unitária (kW)	Consumo mensal (kWh)	Consumo diário (kWh)
Iluminação Pública - 25 W - 4 horas/dia	4	4	0,10	12,00	1,60
Bomba d'água - 0,5 CV 3 horas	3	1	0,37	33,30	1,11
Centro comunitário	12	1	0,85	249,30	8,30
Casa da Farinha	5	1	2,24	122,65	11,15
Casa de Engenhos	3	1	1,13	37,40	5,60
TOTAL DO CONSUMO ESTIMADO			4,68	454,65	27,76

Fonte: Lopes (2009)

A forma como é apresentada, dimensionando a carga diretamente em função das horas de utilização, já é um aspecto do PIR. É comum, para as concessionárias que fazem novas ligações de energia elétrica, realizar o suprimento de acordo com o número de pontos de tomada e de luz, não realizando um estudo prévio de acordo com os usos finais de demanda.

A curva de carga com as demandas das atividades produtivas a partir da cana-de-açúcar e da mandioca estimada por Gabriel Lopes (2009) é apresentada na Figura 5.1.

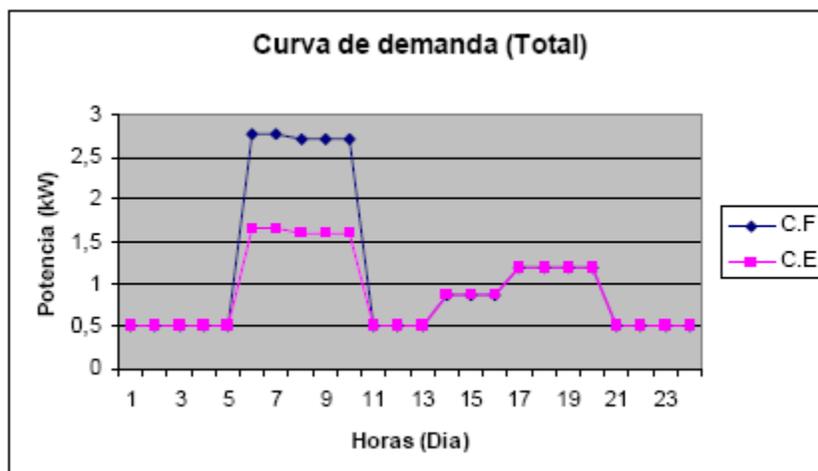


Figura 6. 2 Curva de consumo estimado Total

Fonte: Lopes (2009)

CF: Casa de farinha
CE: Casa de engenho.

É importante destacar alguns pontos relativos ao PIR e que foram incluídos no processo de GLD, tais como o gerenciamento de carga e a eficiência energética.

- Gerenciamento de carga – o dimensionamento da demanda observado na curva de demanda total (Figura 6.1) exigiu o uso de um banco de baterias que foi dimensionado por Lopes (2009) para respeitar a carga máxima disponibilizada pela oferta. Pode-se observar um controle para a demanda das duas atividades produtivas escolhidas, incluindo horários para cada utilização de algum equipamento a ser utilizado, tanto na atividade produtiva quanto na atividade comunitária. Observa-se também que os equipamentos possuem horários pré-estabelecidos e ao respeitá-los a demanda estimada está em concordância com os objetivos propostos, estabelecendo assim, além de um gerenciamento de carga confiável para a demanda sugerida, uma economia no consumo de energia elétrica.
- Eficiência energética – toda a estimativa realizada para a demanda da atividade produtiva obedeceu a critérios de eficiência energética, como por exemplo, a utilização de lâmpadas fluorescentes, mais eficientes que as incandescentes, apesar do preço mais elevado; de eletrodomésticos mais eficientes para o centro comunitário. Além de se adequar à capacidade de energia elétrica ofertada.

Ao finalizar o processo de dimensionamento da demanda para a comunidade Pico do Amor, volta-se agora à oferta de energia elétrica.

6.4.2 Avaliação da Tecnologia

Para a geração de energia elétrica fez-se uma análise a partir de custos econômicos e valoração de custos ambientais e sociais. Incluiu-se também uma avaliação multiobjetiva, definindo a variável “Sustentabilidade para a Comunidade”, relacionada com a capacidade de pagamento pelo serviço de energia elétrica com a implantação da atividade produtiva. A capacidade de pagamento é resultado da diferença entre a receita com a venda dos produtos e os gastos com a energia elétrica gerada a partir de cada tecnologia (custo do kWh gerado).

Considerando o potencial energético, local ou não, e os produtos que a comunidade já produz, que poderiam também ter algum aproveitamento energético, elegeu-se três fontes de energia possíveis de serem utilizadas para a geração de eletricidade na comunidade de Pico do Amor: etanol, através do processo de reforma e uso de células a combustível (CaC); energia solar fotovoltaica, a partir de painéis fotovoltaicos; óleo Diesel, usado em motores geradores.

A escolha pelo etanol se deve a alguns fatores, que foram usados como argumentos para a realização do projeto de P&D, tais como, a grande produção existente no Estado de Mato Grosso; a existência de uma infra-estrutura desenvolvida de produção, transporte e comercialização de etanol, o que o torna uma fonte energética de relativa competitividade econômica; a possibilidade de reduzir cada vez mais a dependência de derivados de petróleo; o potencial de reduzir as emissões de CO₂ para a atmosfera, com o uso de uma fonte renovável; etc. Já quanto à seleção específica da tecnologia de reforma e uso de CaC, os benefícios podem ser centrados no aspecto econômico, quando se compara esta opção tecnológica com a geração tradicional com óleo Diesel; no profundo conhecimento do Laboratório de Hidrogênio/UNICAMP quanto aos estudos sobre reforma de etanol e purificação do hidrogênio introduzido na célula a combustível; e na elevada eficiência elétrica, quando comparado com outros sistemas de geração.

Com relação o uso dos painéis fotovoltaicos, a escolha se baseou no aproveitamento da energia solar, típica da região. Essa tecnologia já se apresenta tecnicamente madura, ainda que não tenha atingido uma economia de escala que torne seu custo de geração competitivo com outras tecnologias tradicionais. No caso de comunidades isoladas, a relativa desvantagem quanto ao custo de geração se reduz bastante, já que a tecnologia tradicionalmente usada (motores geradores a óleo Diesel) apresenta um elevado custo de manutenção e operação.

E por fim, optou-se nessa avaliação inserir também o suprimento a partir de motores geradores por ser a tecnologia tradicionalmente usada em comunidades isoladas, pela relativa disponibilidade de óleo Diesel, já que a comunidade se localiza relativamente próximo de Cuiabá; e para avaliar a sua real competitividade frente às demais tecnologias ao inserir os custos sociais e ambientais.

A avaliação tecnológica foi realizada a partir de conceitos da ACC e de uma análise multiobjetiva, de tal forma que a melhor alternativa tecnológica será aquela que somar mais pontos nos critérios específicos escolhidos para a análise dos fatores econômico, ambiental e social.

As principais diferenças entre a ACC e a análise multiobjetiva são os pesos inerentes a cada avaliação. A definição de pesos é realizada de acordo com o juízo de valor a que a análise se propõe. Em uma avaliação por meio da ACC, torna-se necessária uma ponderação entre as variáveis incluídas na análise, de forma que todas tenham o mesmo percentual de participação no resultado final. Do contrário, não configura-se uma avaliação por meio da ACC e sim uma análise multiobjetiva, ao qual obtêm-se resultados diferentes de acordo com os pesos dados a cada variável (FERREIRA, 2007).

Como foram definidas três tecnologias para a análise, optou-se por sempre eleger, em cada critério, a melhor alternativa como a Viável, a segunda melhor como Viável com Restrições

e a pior como Inviável. A Tabela 6.11 apresenta os parâmetros usados para a valoração de cada tecnologia em cada fator (econômico, social e ambiental).

Tabela 6. 11 Parâmetros para a Valoração

	Viável	Viável com Restrições	Inviável
Valoração	10	7,5	5

Fonte: Elaboração Própria

Para o fator econômico utilizou-se como critério o custo de geração de energia elétrica contemplando os custos de instalação, operação e manutenção. Visualiza-se esta variável como a melhor explicativa para o fator econômico, já que um custo de geração menor torna-se a melhor alternativa tanto para o consumidor final quanto para a concessionária. A Tabela 6.12 apresenta os custos de geração de cada tecnologia.

Tabela 6. 12 Fator Econômico

Critério Econômico		
Critério	Tecnologia	Valor (R\$/kWh)
Custo de geração	Óleo Diesel	2,06 ¹⁹
	Célula a Combustível	2,30 ²⁰
	Sistema Fotovoltaico	4,19 ²¹

Fonte: Elaboração Própria

Para o fator ambiental elegeu-se como critérios a poluição sonora e a emissão de gases, CO₂ e poluentes, e particulados. Justifica-se a inclusão da redução de emissão desses gases e de particulados em função dos impactos sociais e ambientais atualmente identificados, tais como problemas respiratórios e mudanças climáticas. Quanto à poluição sonora,

¹⁹ Adaptado de Camargo e não computado o subsídio da CCC (2004).

²⁰ Gabriel Lopes. (2009)

²¹ Furlan (2008).

justifica-se por se tratar de GD, no qual a geração se dará muito perto das comunidades, podendo vir a impactar a saúde dos moradores. A Tabela 6.13 apresenta os valores e/ou valoração desses dois critérios.

Tabela 6. 13 Fator Ambiental

Critério Ambiental		
Tecnologia	Critérios	Valor
Óleo Diesel	Poluição sonora (decibéis – dB)	85
	Emissão de gases e particulados	altas
Célula a Combustível	Poluição sonora (dB)	75
	Emissão de gases e particulados	baixas
Sistema Fotovoltaico	Poluição sonora (dB)	-
	Emissão de gases e particulados	-

Fonte: Elaboração Própria

Para o critério social elegeu-se como critério a capacidade de pagamento visando analisar a possibilidade, com a implantação da atividade produtiva, da comunidade pagar pela energia gerada. O critério é valorado de acordo com o custo de geração da energia elétrica e o impacto desta na renda a ser gerada pelo processo produtivo implantado na comunidade. A Tabela 6.14 apresenta os valores para o fator social.

Tabela 6. 14 Fator Social

Critério Social		
Critério	Tecnologia	Valor
Capacidade atual de Pagamento	Óleo Diesel	Sim
	Célula a Combustível	Sim
	Sistema Fotovoltaico	Não

Fonte: Elaboração Própria

Ressalta-se mais uma vez que, com a definição de pesos tem-se um juízo de valor por parte do avaliador, dando mais ênfase a um determinado critério em detrimento a outro. Nessa tese foi dada ênfase aos critérios ambientais e social em detrimento ao critério econômico.

Diante da definição e da valoração dos critérios para cada fator e da identificação de viabilidade (parâmetros da Tabela 6.11) apresenta-se na Tabela 6.15 a ACC para as tecnologias apresentadas. Vale comentar que essa análise não incluiu pesos diferenciados

em função do número reduzido de critérios. Assim, objetivando simplificar o processo, buscou-se adequar os valores para as opções descritas na Tabela 6.11.

Tabela 6. 15 Avaliação de Custos Completos

Avaliação de Custos Completos				
Fatores	Crítérios	Óleo Diesel	Célula a Combustível	Sistema Fotovoltaico
Econômico	Custo de geração	10	7,5	5
Ambiental	Poluição sonora	5	7,5	10
	Emissão de gases e particulados	5	10	10
Social	Capacidade atual de pagamento	10	7,5	5
Total		30	32,5	30

Fonte: Elaboração Própria

Caso seja realizada uma análise multiobjetiva, como sugere Ferreira (2007) e Souza (2000), deve-se incluir pesos para cada critério de acordo com o objetivo a que se destina a análise. Com base nos resultados apresentados na Tabela 6.15, aplicam-se os pesos apresentados na Tabela 6.16.

Tabela 6. 16 Definição de Pesos

Definição de Pesos	
Variável	pesos
custo de geração	2
poluição sonora	3
emissão de gases poluentes e particulados	4
capacidade atual de pagamento	4

Fonte: Elaboração Própria

A definição de peso configura-se como o juízo de valor do avaliador. No caso específico da análise aqui proposta, objetivou-se dar uma ênfase maior aos fatores ambientais e sociais, fornecendo pesos maiores para estes. Assim, o resultado da avaliação multiobjetiva das tecnologias em cada fator é apresentada na Tabela 6.17.

Tabela 6. 17 Avaliação Multiobjetiva

Avaliação Multiobjetiva por Custos Totais					
Fatores	Critérios	Pesos	Óleo Diesel	Célula a Combustível	Sistema Fotovoltaico
Econômico	Custo de geração	2	20	15	10
Ambiental	Poluição sonora	3	15	22,5	30
	Emissão de gases e particulados	4	20	40	40
Social	Capacidade atual de pagamento	4	40	30	20
Total			95	107,5	100

Fonte: Elaboração Própria

6.4.3 Resultados da Avaliação

Os resultados obtidos na avaliação das tecnologias mostraram que a opção pelo uso do motor gerador se mostrou a mais viável economicamente sob o critério de custo de geração. A opção sistema fotovoltaico, embora seja uma tecnologia mais madura que a de célula, apresentou um custo de geração maior que a última. Nesses dois casos, o custo mais elevado se deve principalmente ao custo de investimento (equipamentos), relativamente maior que o custo de operação e manutenção. Ao passo que no caso dos motores gerados o inverso é verificado, ou seja, o custo de manutenção e operação é relativamente mais elevado que o de investimento.

O resultado do fator econômico interfere diretamente no fator social, uma vez que a capacidade de pagamento pela energia elétrica gerada está associada ao custo de geração. Quanto menor o custo, maior é o lucro da comunidade, uma vez que a receita se mantém relativamente constante, e maior é a capacidade dela pagar pela energia elétrica. Por isso, considerando esse critério, a opção motor gerador também se apresentou como a melhor opção.

Para o fator ambiental, mesmo com os reduzidos critérios utilizados, a opção motor gerador se mostrou a pior escolha, principalmente devido às emissões de gases e particulados. Já a melhor escolha foi o sistema fotovoltaico.

Para a avaliação total, levando em consideração todos os fatores e os pesos, a geração de eletricidade a partir da reforma do etanol e uso em CaC configurou-se como a melhor opção, seguida pelo sistema fotovoltaico e pelo motor gerador respectivamente. Isso confirma que quando se consideram fatores sociais e ambientais, segundo os critérios definidos, a tecnologia tradicional (motor gerador a óleo Diesel) não é a melhor opção. Assim, de fato, as fontes e tecnologias alternativas se tornam competitivas com a tradicional em comunidades isoladas.

A análise realizada levou em consideração apenas o atendimento da demanda energética das unidades comunitárias de Pico do Amor. Caso a eletrificação seja estendida também para suprir a demanda residencial, novos estudos devem ser feitos, uma vez que o aumento da demanda poderá impactar diretamente no fator econômico (custo de geração) e no fator social (capacidade de pagamento).

Capítulo 7

Conclusões e sugestões para trabalhos futuros

O fornecimento de energia elétrica das comunidades isoladas no Brasil vem sendo realizado principalmente a partir de programas governamentais, da mesma forma que em alguns países em desenvolvimento, como por exemplo a China e a Índia. Uma diferença importante no tratamento desse tema é a existência de um ministério específico para promover a eletrificação rural na Índia, o que não existe na China e nem no Brasil.

No caso brasileiro, a eletrificação rural para comunidades isoladas não possui uma autarquia diretamente responsável, estando esse processo inserido entre as ações do MME, como, por exemplo, através do Programa LpT atualmente em vigor. Criado pelo Governo Federal, o Programa tem como objetivo atender a população eletricamente excluída do país, definindo para isso metas de atendimento e critérios para dar prioridades à projetos de eletrificação.

No entanto, como foi verificado, para que o objetivo do LpT seja atendido, é necessária uma discussão e revisão de alguns pontos importante, tais como a estimativa de recursos financeiros disponíveis; os mecanismos de estímulo às concessionárias de energia elétrica que atendem às comunidades isoladas, especialmente da região Amazônica; e a relação energia & desenvolvimento proposto pelo Programa, considerado o principal ponto para o contexto desta tese.

Em seu bojo, o LpT apresenta, ainda que institucionalmente, uma preocupação em relacionar a importância da energia elétrica como vetor de desenvolvimento para as comunidades isoladas. Na prática o que se verifica é uma preocupação maior em simplesmente promover o atendimento e atingir as metas estipuladas do que em efetivamente promover o desenvolvimento. Isso porque o Programa foi formulado com a expectativa de que apenas fornecendo eletricidade haverá, naturalmente, uma melhoria da qualidade de vida da população beneficiada, o que é bastante discutível. Além disso, não se pode esquecer que a baixa renda dessas comunidades faz com que altos índices de inadimplência sejam verificados nas concessionárias de energia elétrica, já que a energia fornecida torna-se um custo a mais.

Logo, o atendimento de energia elétrica em comunidades isoladas deveria ser realizado para garantir o seu desenvolvimento sócio-econômico, o que em princípio seria verificado através da melhoria da renda familiar, especificamente através da execução de atividades econômicas produtivas, e da capacidade dela própria arcar com os custos efetivos desse atendimento.

Com isso, o foco passa a ser o desenvolvimento das comunidades isoladas e não o processo de eletrificação. Assim, sugere-se a criação de uma política de estado exclusiva para promover o desenvolvimento dessas comunidades, incluindo mecanismos para atender todos os serviços necessários, entre eles o fornecimento de energia elétrica, e coordenada por um órgão governamental criado especificamente para esse propósito.

Para contribuir nesse sentido, esta tese procurou formular um procedimento para inserir a eletrificação no contexto mais amplo de desenvolvimento das comunidades isoladas no Brasil, incluindo elementos do Planejamento Integrado de Recursos (PIR) e de um modelo de desenvolvimento endógeno.

A proposta do modelo de desenvolvimento endógeno como alternativa para essas comunidades se baseou principalmente na premissa do aproveitamento local. Justifica-se tal aproveitamento pelo conhecimento da população a ser beneficiada e pela vantagem

comparativa que a localidade possui em relação às demais. Nesse sentido, vale ressaltar que o aproveitamento não precisa ser exclusivamente local, mas sim, prioritariamente local. Sugere-se que sejam utilizadas potencialidades locais.

O modelo endógeno baseia-se na execução de políticas de fortalecimento e qualificação de estruturas internas visando à consolidação de um desenvolvimento originalmente local a partir da criação de condições sociais e econômicas para a geração e atração de novas atividades produtivas. Para tanto, fatores como a localidade, o capital humano, a infra-estrutura, o marco regulatório, o potencial energético e produtivo local e a formação de redes são necessários. Como nem todos esses fatores são encontrados em muitas comunidades isoladas, esses são os principais elementos do modelo que precisam ser atendidos.

Assim, investimentos em capital humano e monetário, este específico para a criação de uma infra-estrutura propícia para o início do processo, são fundamentais em um programa que contemple o desenvolvimento sócio-econômico para as comunidades isoladas. Os investimentos em capital humano devem ser direcionados para a melhoria e qualificação de mão-de-obra local, assim como o desenvolvimento de tecnologias também de forma local, como sugere um modelo de desenvolvimento endógeno. Isso sugere a participação ativa da comunidade em todo o processo, principalmente nas tomadas de decisão. Além desse ator local, outros atores importantes são o poder público, representado pelos órgãos das esferas federal, estadual e municipal; e as instituições de ensino. Aos primeiros cabe principalmente a disponibilização de recursos financeiros, enquanto que aos segundos cabe, entre outras ações, a proposição, organização e desenvolvimento das atividades previamente escolhidas pela comunidade.

Os investimentos em infra-estrutura, o qual corresponde a um dos principais fatores estruturantes, devem ser realizados em todos os aspectos necessários para o início do processo de desenvolvimento, não privilegiando um ou outro fator, como, por exemplo, a energia elétrica, já que a eletrificação, de forma isolada, poderá não garantir tal objetivo, como defendido nesta tese. Nesse sentido, em virtude das especificidades de cada

comunidade, deve-se tomar cuidado ao estimar o aporte financeiro necessário para a política a ser proposta e implantada. Assim, seria interessante a criação de um banco de dados com informações detalhadas das características socioambientais das comunidades para auxiliar nas decisões a serem tomadas, tanto do ponto de vista energético quanto produtivo e econômico, e nos cálculos de estimativa do recurso financeiro necessário.

Dentro do contexto de aproveitamento local e de eletrificação dessas comunidades, o sistema de suprimento tradicional, utilizando motores geradores a óleo Diesel, pode não ser a única opção de atendimento. Potencialidades energéticas locais alternativas, tais como biomassa, energia eólica, energia solar fotovoltaica e outras, passam a fazer parte do leque de escolhas, sendo necessário um levantamento em cada comunidade para avaliar a sua viabilidade. É justamente nesse contexto que se insere o PIR como uma alternativa de modelo de planejamento.

Além de permitir a inclusão de outras fontes no planejamento, ampliando as opções de suprimento, o PIR utiliza-se de ferramentas, como a ACC, para selecionar a opção mais adequada dependendo do critério definido, podendo ser o econômico, ambiental ou social. Esse é um elemento muito importante do PIR e que do ponto de vista das comunidades isoladas é bastante pertinente.

Outro elemento importante é a avaliação socioeconômica e energética da comunidade, que, inclusive, foi também indicada como uma etapa importante no contexto do desenvolvimento endógeno, através do banco de dados comentado. Essa avaliação poderá também auxiliar na identificação dos usos finais de interesse da comunidade, permitindo que medidas de gerenciamento do lado da demanda de energia possam ser implantadas.

Com base nos elementos reunidos, o procedimento para que nortear o processo de desenvolvimento socioeconômico das comunidades isoladas, incluindo o PIR como modelo para o fornecimento de energia elétrica foi formulado e avaliado através do estudo de caso na comunidade Pico do Amor/MT. Essa comunidade foi selecionada para ser atendida em suas necessidades comunitárias através de um projeto de P&D entre a Eletronorte, a

UNICAMP e a UFMT, com energia elétrica suprida por um sistema com reformador de etanol/purificador de hidrogênio/célula a combustível. Vale comentar que os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento do projeto auxiliaram no aprimoramento do procedimento nesta tese proposto.

Assim, na Etapa 1 (Interesse no processo de desenvolvimento) corroborou a idéia de que o desenvolvimento socioeconômico das comunidades não é o foco dos projetos de eletrificação, o que é condizente com o fato de que não existe no momento nenhum programa governamental especificamente criado com o propósito de efetivamente promover o desenvolvimento socioeconômico dessas comunidades. Isso acaba gerando ações de setores que não deveriam ser os responsáveis por esse programa. Como resultado, tem-se uma empresa do setor elétrico buscando promover o desenvolvimento socioeconômico, quando na verdade não é de sua incumbência tal ação, ainda que a empresa seja federal.

Já na Etapa 2 (Recursos para promover o desenvolvimento), concluiu-se que o projeto teve o grande mérito de conseguir englobar várias esferas do poder público, tanto federal quanto estadual e municipal; a comunidade e as instituições de ensino e pesquisa. Além disso, houve de fato uma grande interação entre os atores envolvidos, promovendo ganhos importantes para todos. Com relação aos recursos financeiros, a Eletronorte financiou as etapas elencadas no projeto, o qual não poderia incluir o atendimento de outros serviços de infra-estrutura além da energia elétrica pois foi desenvolvido no âmbito da Carteira Interna de P&D da empresa. Assim, os benefícios sociais e ambientais foram atingidos pela ação das universidades envolvidas e dos órgãos estaduais e municipais.

A Etapa 3 (Diagnóstico socioeconômico e energético da comunidade) estava no escopo do projeto e se mostrou de grande validade no planejamento da demanda de energia e serviu de referência para avaliar os benefícios do projeto, identificados em nova caracterização após a implantação do projeto. Além disso, esse diagnóstico ajudou a identificar as atividades produtivas que a comunidade tem interesse (Etapa 4) em desenvolver ou aprimorar. É importante comentar que o ideal seria que as atividades fossem identificadas

primeiramente, para então se fazer as proposições quanto ao sistema de suprimento de energia elétrica.

A etapa seguinte seria de Avaliação técnica, econômica, energética e ambiental das atividades produtivas (Etapa 5), o que infelizmente não estava inserido no projeto. Isso não impediu que algumas dessas avaliações fossem realizadas por iniciativa própria da equipe do projeto, produzindo resultados muito importantes, especificamente quanto à receita bruta estimada com a comercialização dos produtos para cada família da comunidade. Deve-se ressaltar os custos de investimento no sistema de geração foram todos financiados pela Eletronorte e não pela comunidade.

Como no projeto não foi proposto a realização do PIR, nesta tese foi realizado esse estudo com base nos resultados do projeto. Para os parâmetros da ACC foram definidos fatores econômicos, sociais e ambientais de três sistemas de suprimento: o sistema proveniente do projeto de P&D da Eletronorte (reformador de etanol/purificador de hidrogênio/célula combustível), sistema fotovoltaico e motores geradores a óleo Diesel.

Os resultados obtidos na avaliação das tecnologias mostraram que a opção pelo uso do motor gerador se mostrou a mais viável economicamente sob o critério de custo de geração. O interessante foi observar que o sistema fotovoltaico, embora seja uma tecnologia mais madura que a de célula, apresentou um custo de geração maior que essa. Nesses dois casos, o custo mais elevado se deve principalmente ao custo de investimento, ao passo que no caso dos motores gerados o inverso é verificado, ou seja, o custo de manutenção e operação é relativamente mais elevado que o de investimento.

O resultado do fator econômico interfere diretamente no fator social, uma vez que a capacidade de pagamento pela energia elétrica gerada está associada ao custo de geração. Por isso, considerando esse critério, a opção motor gerador também se apresentou como a melhor opção.

Para o fator ambiental, mesmo com os reduzidos critérios utilizados, a opção motor gerador se mostrou a pior escolha, principalmente devido às emissões de gases e particulados. Já a melhor escolha foi o sistema fotovoltaico.

Para a avaliação total, levando em consideração todos os fatores e os pesos, a geração de eletricidade a partir da reforma do etanol e uso em CaC configurou-se como a melhor opção, seguida pelo sistema fotovoltaico e pelo motor gerador respectivamente. Isso confirma que quando se consideram fatores sociais e ambientais, segundo os critérios definidos, a tecnologia tradicional (motor gerador a óleo Diesel) não é sempre a melhor opção. Assim, de fato, as fontes e tecnologias alternativas locais se tornam mais competitivas.

Tudo isso mostra que propostas para o desenvolvimento sócio-econômico para as comunidades isoladas devem ser estudadas independente de seu cunho político ou acadêmico. Todavia, para qualquer proposição a ser feita, um efetivo planejamento deve ser realizado e não adequações de programas e políticas com contemplem outras realidades. O importante é que o processo seja, de fato, direcionado para as comunidades isoladas, contemplando a realidade destas, assim como suas características próprias.

Assim, sugere-se para trabalhos futuros, o estudo da aplicação do procedimento proposto (etapas) em outras comunidades, preferencialmente de forma anterior à implantação do projeto, cujas realidades provavelmente serão distintas, como comunidades isoladas ribeirinhas de região Amazônica. Além disso, é importante um estudo aprofundado sobre a viabilidade jurídica da criação da autarquia ou órgão proposto para promover o desenvolvimento socioeconômico das comunidades isoladas, assim como a regulamentação da CCC-ISOL a fim de torná-la adequada à realidade das comunidades isoladas.

Referências Bibliográficas

AMARAL FILHO, J. do. **Desenvolvimento Regional Endógeno em um Ambiente Federalista**. Planejamento e Políticas públicas. Número 14. , 1997. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/pub/ppp/ppp14/amaralfilho.pdf>>. Acessado dia 12/10/2008;

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Decreto n.º 5.163, de 30 de julho de 2004**. Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <www.presidencia.gov.br/legislacao/>. Acessado dia 11/11/2009.

_____. **Manual do Programa do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica**. 15/11/2009. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/leitura_arquivo/arquivos/Manual%20PeD_2008.pdf>. Acessado dia 05/12/2009.

AROCENA J. **El Desarrollo Local: um desafio contemporâneo**. Taurus: Universidade Católica. Uruguai, 2002. Disponível no site: <http://www.neuquen.gov.ar/municipiovirtual/asistencia_tecnica/Arocena.pdf>. Acessado dia 10/02/2010.

BARNES, D.; FOLEY, G. **Rural Electrification in the Developing World: A Summary of Lessons From Successful Programs**. World Bank, Washington DC, 2004

BECKER, B. K. **Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários?** Revista Parcerias Estratégicas. n. 12. Setembro 2001. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, DF. Disponível no site: < <http://www.ufpa.br/epdir/images/docs/paper28.pdf>>. Acessado dia 16/06/2009.

BENTES, Rosalvo M. (2000). **A Terceira Crise: Análise da Instabilidade Econômica do Setor Primário, do Desemprego da Mão-de-Obra e da Redistribuição Espacial da População do Interior do Amazonas no Período 1943-1992**. [200-]. [s.n]. [s.n.].

BOARATI, J. H.; GRIMONI, J. A. B.; GALVÃO, L. C. R. **Modelo de Avaliação dos Custos Completos para Geração de Energia Elétrica**. In: V Latin-American Congress on Electricity Generation and Transmission - CLAGET, 2003, São Pedro - SP, 2003.

BOISIER, S. **Política Econômica, Organização Social e Desenvolvimento Regional**. In HADDAD, P. R. (Org.). Economia Regional: Teorias e Métodos de Análise. Fortaleza. BNB/ETENE, 1989.

BRASIL JÚNIOR. A. C. P. **Energia renovável para a Reserva do Maracá**. Apresentação efetuada durante o Seminário de Monitoramento dos Projetos Pilotos com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas. Programa CT-Energ/MME/CNPq-03/2003. MME.

BREDUSCHI FILHO, L. C.; ABRAMOVAY, R. **Desafios Para o Desenvolvimento das Regiões Rurais**. In: Nova Economia, n. 14. dezembro de 2004. p. 35-70. Belo Horizonte, MG

CALIFORNIA ENERGY COMMISSION. **Investing in renewable electricity generation in California**. In: Guidebook for Emerging Renewables Account, v. 3, 8. ed. Califórnia: 1996.

CARTAXO, Elisabeth Ferreira. **Fornecimento de serviço de energia elétrica para comunidades isoladas da Amazônia: reflexões a partir de um estudo de caso**. 2000. 184p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CAVALIERO, C. K. N. **Inserção de Mecanismos Regulatórios de Incentivo ao uso de Fontes Renováveis Alternativas de Energia no Setor Elétrico Brasileiro e no Caso Específico da Região Amazônica**. Campinas: FEM, UNICAMP, 2003. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

CAVALIERO, C. K. N., SILVA, E. P., DUARTE, P. TEIXEIRA, A. F. Mecanismos Regulatórios para a Geração de Energia Elétrica a partir de Fontes Renováveis Alternativas de Energia. **Relatório Final**. PNUD, MME, 2004.

CAVALIERO, C. K. N., SILVA, E. P., CANAVARROS, O. B., SEIXAS, S. R. CAL., DA SILVA, J. A., NEVES JUNIOR, N. P., CAMARGO, J. C., ESTEVES, G., CARPES, C. S. S., DE MELO, M. C., FERREIRA, E. J. DE ABREU., TEIXEIRA, A. F., DORILEO, I. L., LOPES, D. G., MARQUES, C. P. B., MARIN NETO, A. J., DE LIMA, M. C. G., FRAGA, J. E. S., NALIN, A. F. Geração de Energia Elétrica a Partir de Etanol e Célula a Combustível no Sistema Isolado de Mato Grosso. **Relatório de Acompanhamento da Execução do Projeto, relatório final**. Campinas, 2008. Eletronorte.

CAMARGO J. C. **O Etanol como Fonte de Hidrogênio para Células a Combustível na Geração Distribuída de Energia Elétrica**. 2004. 162 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CAVALVANTE, A. S.; CARTAXO, E. F. A **(In) Sustentabilidade da Implementação do Programa Luz Para Todos do Estado do Amazonas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGETICO, 6, 2008, Salvador. Anais.. Bahia: SBPC, 2008. v. 1, p. 1300-1314

CORREIA, J. de C. **Introdução dos Óleos Vegetais na Matriz Energética da Reserva Extrativista do Médio Juruá e a Valorização da Biodiversidade**: estudo de caso do óleo de andiroba. 2002. 173 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CORREIA, J. de C. **Atendimento Energético a Pequenas Comunidades Isoladas: Barreiras e Possibilidades**. In: T & C Amazônia, Ano III, n. 6, 2005.

DI LASCIO, M. A.; BARRETO, E. J. F. **Energia e Desenvolvimento Sustentável para a Amazônia Rural Brasileira: Eletrificação de Comunidades Isoladas**. Brasília: Ministério das Minas e Energia, 2009.

DORILEO, I. L.; BAJAY, S. V. **Elementos para um Planejamento Integrado de Recursos no Âmbito de Bacias Hidrográficas - Um estudo para a Bacia do Rio Cuiabá**. Anais.: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 6ª ed. Salvador. Bahia: SBPC, 2008.

DORTOLINA, C. A., BACALAO, N., NADIRA, R., DE ARIZON, P. **Integrated Resource Planning in Developing Countries – A Novel Practical Approach**. IEEE Power Engineering Society General Meeting. vol. 2. 2004. p 1243-1249

Eletrobrás - Centrais Elétricas Brasileiras S. A. **PROCEL INFO**. Disponível no site: <<http://www.eletrobras.com/pci/main.asp?TeamID={4CC4F5C8-DE07-4E50-9F61-CED15C904533}>>. Acessado dia 19/04/2009.

FERREIRA, E. J. A. **Propostas para o desenvolvimento socio-econômico e ambiental a partir do uso de energia elétrica na comunidade isolada Arixí/AM**. 2007. 114p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas

FERREIRA, M. J. G.; PILLA, A. T. F. de. **Caracterização de Comunidades Isoladas: Aplicação em Comunidade de UBATUBA/SP**. In: AGRENER GD 2004 - 5º Encontro de

Energia no Meio Rural e Geração Distribuída. Unicamp, Campinas. Disponível no site: <<http://www.nipeunicamp.org.br/agrener/anais/2004/Trabalho%2014.pdf?3bc2dbeb0a7bf779fe39c865b70b3b3f=550360b0f04758c341d3e2ab55ec5936>>. Acessado dia 04/01/2010

FIGUEIREDO, C. A. **Contribuições para o estabelecimento de políticas de desenvolvimento com impactos energéticos no sistema isolado do Estado do Amazonas**. 2003, 197p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FIGUEIREDO, L. **As novas teorias do crescimento econômico** – contribuições para a política regional. FACE/CEDEPLAR/UFMG, Ministério da Integração Nacional. Belo Horizonte, 2004

FUJII, R. J. **Modelo de Caracterização Sistêmica das Opções de Oferta Energética para o PIR**. 181 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FURLAN, A. L. **Análise Comparativa de Sistemas de Armazenamento de Energia Elétrica Fotovoltaica por meio de Baterias e Hidrogênio em Localidades Isoladas da Região Amazônica**. 2008. 118p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

GAROFOLI, G. **Les systèmes de petites entreprises: un cas paradigmatique de développement endogène**. In: BENKO, G. e LIPIETZ, A. (orgs.) *Les régions qui gagnent*.— Paris: 1992. *apud* AMARAL FILHO (1996)

HAMEL, Pierre. **Developpement Local: une nouvelle culture politique**. *Espaces Temps*., Paris, Association Espace Temps/CNL, (43-44): 43-49, 1990.

HOLLANDA, J. B. de. **O Potencial da Geração Distribuída**. In *Revista Eletricidade Moderna*. ano xxxii, n. 356. São Paulo: Aranda Editora, 2003.

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética. **O que é geração distribuída**. Disponível em: <www.inee.org.br>. Acessado dia 11/11/2009.

JANNUZZI, G. de M.; SWISHER, J.N.P. **Planejamento integrado dos recursos energéticos: Meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis**. Campinas: Autores Associados, 1997

LEITE, A. A. F. **Prospecção de Mercados Regionais de Energia, Associada a Planos Energéticos Nacionais e Projeções estaduais, como Contribuição a um Planejamento**

Integrado de Recursos em Bacias Hidrográficas. 2006, 328 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LIMING, H. **Financing Rural Renewable Energy: a comparison between China and India.** Renewable and Sustainable Energy Reviews. n. 13. p. 1096-1103, 2009.

LIMING, H.; POLLARD, D. **Development Strategies for Rural Renewable Energy in China and India: A Comparison.** International Journal of Applied Sustainable Development. Volume 1 Issue 1. 2000.

LÍZIA, F. **Diretrizes para Formulação de Políticas de Desenvolvimento Regional e de Ordenação do Território Brasileiro: as novas teorias do crescimento econômico – contribuição para a política regional.** Ministério da Integração. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais. Brasil, 2004

GABRIEL LOPES, D. (2009). **O Impacto da Energia Elétrica Proveniente do Reformador de Etanol e Célula a Combustível: Cenário para a PRomocão do Desenvolvimento Socioambiental da Comunidade "Pico do Amor"/MT.** 2009. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LOPES, D. G. (2009). **Análise Técnica e Econômica da Inserção da Tecnologia de Produção de Hidrogênio a Partir da Reforma de Etanol para Geração de Energia Elétrica com Células a Combustível.** 2009. 102p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LORA, E. E. S.; HADDAD, J. (Coord.). **Geração distribuída: aspectos tecnológicos, ambientais e institucionais.** Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

MALECKI, E. J., TOOTLE, D. (1996). **The Role of Networks in Small Firms Competitiveness.** International Journal of Technology Management, v.11, 1996.

MARTINOT, E. **Renewable Energy Information on Markets, Investment, and Future Pathways.** [2001]. Disponível no site: <<http://www.martinot.info/china.htm>>. Acessado dia 03/01/2010.

MME - Ministério das Minas e Energia (2009). **Programa Luz Para Todos.** Disponível no site: <http://www.mme.gov.br/programs_display.do?prg=8>. Acessado dia: 24/09/2009

_____(2009a). **Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica: Manual de Projetos Especiais**. Disponível no site: <<http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/documentos.asp>>. Acessado dia 24/09/2009.

_____(2009b). **Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica: Manual de Operacionalização do Luz para Todos**. Disponível no site: <<http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/documentos.asp>>. Acessado dia 24/09/2009.

MORAES, J. L. A. de. **Capital Social e Políticas Públicas para o Desenvolvimento Regional Sustentável**. Revista do Centro de Ciências Administrativas (UNIFOR), Fortaleza-CE, v. 9, n. 2, p. 196-204, 2003.

MOURA, S. A Gestão do Desenvolvimento Local: Estratégias e Possibilidades de Financiamento. Anais.. 22º Encontro da ANPAD. Foz do Iguaçu: ANPAD, 1998. Disponível no site:<<http://nutep.adm.ufrgs.br/pesquisas/DesenANPAD.html>>. Acessado dia 10/01/2010.

PACALA, S.; SOCOLOW, R. **Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies**. In: Science, vol. 305. Disponível no site: <www.sciencemag.org>. Acessado dia 09/04/2007.

PANTOJA, M. C. (2004). **A várzea do médio Amazonas e a sustentabilidade de um modo de vida**. In LIMA, Débora. Diversidade Sócio-ambiental nas várzeas dos rios Amazonas e Solimões: Perspectivas para o desenvolvimento da sustentabilidade. 2004. Manaus: Ed.Manaus, 2004.

PAZZINI, L. H. A. et al. **Um modelo do Planejamento Integrado de Recursos para a Energização Rural no Novo Cenário Elétrico Brasileiro**. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3, 2000, Campinas. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000002200000100018&lng=en&nrm=abn>. Acessado dia 02/03/2008.

PIORE, M. J.; SABEL, C. F. *The Second Industrial Divide*. Basic, Nova York, 1984.

RIBEIRO, C. M. et al. **Tecnologia Fotovoltaica: uma alternativa real para eletrificação rural no Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Energia, 8, 1999, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Planejamento Energético, 1999. v.3, p. 1501-1525.

ROMEIRO, A. R. **Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: notas preliminares**. Economica, Revista da UFF, v. 1, n. 1, 1999.

SERAFICO, J.; SERAFICO, M. A **Zona Franca de Manaus e o capitalismo no Brasil**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 19, n. 54, Agosto, 2005. Disponível no site: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000200006&lng=en&nrm=iso>. Acessado dia 19/01/2010.

SEVERINO, M. M. **Avaliação Técnico-Econômica de um Sistema Híbrido de Geração Distribuída para Atendimento a Comunidades Isoladas da Amazônia**. 2008. Tese (Doutorado) 335 p. Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília.

SILVA, E. P. da.; CAVALIERO, C. K. N. **Regulação Energética e Meio Ambiente: propostas para a região Amazônica Isolada**. Campinas: NIPE/Unicamp, 2001. 193 p.

SOUZA, R. C. R. **Planejamento do Suprimento de Energia Elétrica dos Sistemas Descentralizados na Amazônia incorporando Incertezas**. Manaus: ed. Universidade do Amazonas, 1996.

SOUZA, R. C. R.; SANTOS, E. C. S. dos. **Os Desafios da Regulação nos Sistemas Elétricos Isolados**. 2006. Disponível no site: <<http://cdeam.ufam.edu.br/index.php?pag=publicacoes&lnk=1>>. Acessado dia 14/07/2009.

SOUZA, R. C. R. **Planejamento do suprimento de eletricidade dos sistemas isolados na região Amazônica: Uma abordagem multiobjetiva**. 2000. 295 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOUZA, R. C. R. et. al. NERAM: Modelo de Negócio de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas na Amazônia. **Relatório final**. Ministério de Minas e Energia, 2008

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus (2003). **Potencialidades Regionais**. Disponível no site: <<http://www.suframa.gov.br/suf-publicacoes-projpotregionais.cfm>>. Acessado dia: 10/11/2008.

TEIXEIRA, A. E. . **Energia e desenvolvimento no Mercosul - outro enfoque**. Educação & Tecnologia, v. 6n.1/2, p. 18-26, 2002. Disponível no site: <<http://www2.cefetmg.br/dppg/revista/arqRev/revistan6v1-2-artigo3.pdf>>. Acessado dia 08/03/2008.

TEIXEIRA, A. E. **Energia e desenvolvimento no Mercosul - outro enfoque**. Educação & Tecnologia. v. 6n.1/2, p. 18-26, 2002. Disponível no site:

<<http://www2.cefetmg.br/dppg/revista/arqRev/revistan6v1-2-artigo3.pdf>>. Acessado dia 08/03/2008.

TEXEIRA, A. F. **Geração de Energia Elétrica em um Modelo de Desenvolvimento Endógeno para as Comunidades Isoladas do Interior do Estado do Amazonas.** 2006. 107p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

TEXEIRA, A. F.; CAVALIERO, C. K. N. **A Uma Revisão sobre a CCC como Política de Incentivo às Fontes Renováveis de Geração de Energia Elétrica para os Sistemas Isolados da Região Amazônica.** In: Congresso Brasileiro de Regulação, 4, 2005, Manaus/AM. *Anais...* Manaus: Associação Brasileira de Agências de Regulação, 2005. 1 CD.

TEXEIRA, A. F.; CAVALIERO, C. K. N. **A geração de energia elétrica em um modelo de desenvolvimento endógeno: possíveis soluções para as comunidades isoladas do interior do estado do Amazonas.** In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000100002&lng=en&nrm=abn>. Acessado dia 21/08/2008.

TEXEIRA, A. F. et. al. **O Planejamento Energético em um Ambiente de Desenvolvimento para Comunidades Isoladas: Um Estudo de Caso a Partir da Comunidade de “Pico do Amor”/MT.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGETICO, 6, 2008, Salvador. *Anais..* Bahia: SBPC, 2008. v. 1, p. 1300-1314. 2008.

THE NATIONAL PORTAL OF ÍNDIA. **Integrated Rural Energy Planning, IREP:** Orissa. 2009. Disponível no site: <<http://india.gov.in/citizen/agriculture/viewscheme.php?schemeid=1269>>. Acessado dia 23/12/2009.

TREVISAN, C. China terá metas atreladas ao PIB. **Estadão.com.br.** 2009. Disponível no site: <http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20091127/not_imp472945,0.php>. Acessado dia 11/01/2010.

UDAETA, M. E. M. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos - PIR - Para o Setor Elétrico (pensando o desenvolvimento sustentável).** 1997. 370p. Tese (Doutorado) –Escola Politécnica - Universidade de São Paulo, São Paulo

VARELLA, F. K. de O. M.; CAVALIERO, C. K. N.; SILVA, E. P. da. **Energia Solar no Brasil: incentivos regulatórios.** Revista Brasileira de Energia. vol. 14, n.1 (2008). p. 9-22. 2008.

VÁZQUEZ BARQUERO, A. **Desenvolvimento Endógeno em Tempos de Globalização**. Porto Alegre: UFRGS/FEE, 2001.

VEIGA, J. E. da. **O Brasil Rural Precisa de uma Estratégia de Desenvolvimento**. Texto provisório para discussão. Convênio FIPE – IICA (MDA/CNDRS/NEAD). Disponível no site: <http://www.econ.fea.usp.br/zeeli/ultimos/estrategia_agosto.htm>. Acessado dia 10/02/2010.

VEIGA, J. E. da. **A relação urbano/rural no desenvolvimento regional**. Cadernos do CEAM (UnB), Brasília, v. V, n. 17, p. 09-22, 2005.

VEIGA, J. E. da. **Potencial de cooperação e articulação no desenvolvimento rural**. Cadernos do CEAM (UnB), v. V, p. 221-278, 2006.

VIANA, F. G. **Luz no Campo e Luz para Todos: duas experiências em busca da pela universalização dos serviços de energia elétrica no Brasil**. Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas - CERPCH. [2008]. Artigos Técnicos. Disponível no site: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/at01.php?grp=An%Elise%20Econ%F4mica>>. Acessado dia 10/01/2010.

WORLD ENERGY OUTLOOK. Electricity access in 2008 - Developing Ásia. Disponível no site: <http://www.worldenergyoutlook.org/database_electricity/electricity_access_database.htm>. Acessado dia 06/01/2010.

YISHENG, Z.; MINYING, Y.; ZHEN, S. **The Rural Energy Policy in China**. Institute of Quantitative and Technical Economics, Chinese Academy of Social Sciences. [2004]. Disponível no site: <http://iis-db.stanford.edu/evnts/3920/ZHENG_paper.pdf>. Acessado dia 06/01/2010.

ZHANG, L., YANG, Z., CHEN, B., CHEN, G. **Rural Energy in China: pattern and policy**. Renewable Energy. n.34 (2009). p. 2813-2823. 2009;