

ANÁLISE DAS MODALIDADES E PROCEDIMENTOS SIMPLIFICADOS DO
MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO – OS PROJETOS DE PEQUENA
ESCALA E A GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL PARA O ATENDIMENTO
DAS RESIDÊNCIAS RURAIS E ISOLADAS

Adriano Santhiago de Oliveira

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Aprovada por:

Prof. Maurício Tiomno Tolmasquim, D.Sc.

Prof. Emílio Lèbre La Rovere, D.Sc.

Prof. Osvaldo Lívio Soliano Pereira, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2003

OLIVEIRA, ADRIANO SANTHIAGO DE

Análise das Modalidades e Procedimentos
Simplificados do Mecanismo de Desenvolvi-
mento Limpo – Os Projetos de Pequena Esca-
la e a Geração de Energia Renovável para o
Atendimento das Residências Rurais e Isola-
das [Rio de Janeiro] 2003

XX, 208 p. 29,7 (COPPE/UFRJ, M.Sc.,
Programa de Planejamento Energético, 2003)

Tese - Universidade Federal do Rio de Ja-
neiro, COPPE

1. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
2. Eletrificação Rural
3. Energia Renovável

I. COPPE/UFRJ II. Título (série).

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a duas pessoas que não puderam presenciar fisicamente a sua conclusão. À minha primeira professora, estimada Dinha Marília, por ter me ensinado, entre outras coisas, as primeiras letras e ao meu avô Félix, por ter contribuído com a inestimável lição da humildade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

Aos meus pais que, apesar das dificuldades, sempre foram os maiores incentivadores dos meus estudos;

À minha esposa, Jaqueline, pela força constante e pelo especial apoio no último mês de trabalho em Brasília;

Ao meu núcleo familiar (deste e de outros planos), pelo incentivo de sempre, em especial: Bruno, João Guilherme e Bernardo; Vó, Márcio e Mary; Dinho Roberto e Neném; João, Regina, Rafael e Aline;

Aos amigos Leonardo e Angela, principalmente pelas horas de estudo e de convivência. Neste último aspecto, incluo o Elias;

Pelo incentivo profissional, o qual inclui a realização desta dissertação e a ida para Brasília, ao meu Orientador, Prof. Mauricio. Igualmente, pela participação no Centro Clima, agradeço ao Prof. Emílio, e pelo aprendizado no MMA, agradeço ao Eduardo Novaes;

Ao Miguez, pela disponibilidade em me atender sempre que precisei. Lamento muito não ter contado com sua participação na Banca Examinadora;

Ao Prof. Osvaldo, pelo pronto atendimento ao convite para participar da Banca Examinadora e pelas ricas sugestões;

Ao Fernando (MMA), pelas horas disponibilizadas para a reta final de conclusão deste trabalho e pelo apoio profissional;

Ao Estanislau Oliveira (MMA), pelos ensinamentos;

Às amigas da Biblioteca, Mônica e Rita;

À Sandrinha (PPE), pela ajuda na solução dos problemas à distância;

A todos os amigos do PPE e do MMA, em especial: Chris, Maria Silvia, Luciana, Luciano, André, Andréa, Sylvia, Neilton, Carolina, Cláudia, Ednaldo (PPE), Ayala, Carlos Alberto, Igor, Marcio, Paulo e Luizinho (MMA).

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ANÁLISE DAS MODALIDADES E PROCEDIMENTOS SIMPLIFICADOS DO
MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO – OS PROJETOS DE PEQUENA
ESCALA E A GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL PARA O ATENDIMENTO
DAS RESIDÊNCIAS RURAIS E ISOLADAS

Adriano Santhiago de Oliveira

Março/2003

Orientador: Maurício Tiomno Tolmasquim

Programa: Planejamento Energético

Este trabalho analisa a simplificação das modalidades e procedimentos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, estabelecida pela Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, com vistas a facilitar a inserção dos projetos de pequena escala no referido Mecanismo. Efetua-se a análise por meio de um enfoque crítico, voltado para o atendimento elétrico das residências rurais e isoladas, tendo por base, os sistemas descentralizados de geração de energia renovável. Os resultados da avaliação mostram que as medidas adotadas pela Conferência das Partes flexibilizaram as regras para os projetos de pequena escala. Porém, a simplificação teria um grau de eficiência maior, caso fossem incluídas adicionalmente outras medidas.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Science (M.Sc.)

EVALUATION OF SIMPLIFIED MODALITIES AND PROCEDURES FOR CLEAN
DEVELOPMENT MECHANISM – THE HOUSEHOLD RURAL ELETRIFICATION
BY SMALL-SCALE RENEWABLE ENERGY PROJECTS

Adriano Santhiago de Oliveira

March/2003

Advisor: Maurício Tiomno Tolmasquim

Department: Energy Planning

This work evaluates the simplified modalities and procedures for small-scale Clean Development Mechanism project activities. This fast-track was established by the Conference of the Parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change. The evaluation is made by means of a critical focus on rural household eletrification by small-scale renewable energy projects. The results show that measures adopted has contributed for fast-track process, but its efficiency would be better if another aditional measures had been adopted also.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I - A DEMANDA RESIDENCIAL REPRIMIDA DE ENERGIA ELÉTRICA NAS REGIÕES RURAIS E ISOLADAS E A CONSEQUENTE NECESSIDADE DE UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ELETRICIDADE	5
I.1 – Energia e pobreza	5
I.2 - A demanda residencial reprimida de energia elétrica nas regiões rurais e isoladas	12
I.2.1 – Breve introdução	12
I.2.2 – As residências rurais brasileiras e o reduzido acesso à eletricidade	15
I.2.3 - A demanda por energia elétrica e o nível de renda da população brasileira	22
I.2.3.1 – O nível de renda e a posse de aparelhos eletrodomésticos	29
I.2.3.2 – Considerações finais acerca do nível de renda e eletricidade	33
I.3 - O serviço da iluminação	34
I.4 - Uma visão do ILUMINA acerca da demanda reprimida de energia elétrica no Brasil	36

CAPÍTULO II - A NECESSIDADE DE DESCENTRALIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA O ATENDIMENTO DAS RESIDÊNCIAS RURAIS E O PAPEL DAS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL	41
II.1 – O sistema convencional de eletrificação e a geração distribuída	41
II.2 – O potencial das fontes de energia renovável para o atendimento da demanda residencial rural de energia elétrica	47
II.2.1 - Energia eólica	49
II.2.1.1 - O Atlas do potencial eólico brasileiro	51
II.2.1.2 - Outras fontes de consulta	52
II.2.2 - Energia solar	54
II.2.2.1 - Atlas solarimétrico do Brasil	55
II.2.2.2 - Atlas de irradiação solar do Brasil	56
II.2.2.3 - Programa Sundata	58
II.2.3 – Biomassa	60
II.2.3.1 - O Banco de dados de biomassa	65
II.2.4 - Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's)	65
II.2.4.1 - Mapa do Potencial Hidrelétrico Brasileiro	69
II.3 - A dificuldade de penetração dos sistemas de geração de energia renovável frente à utilização dos combustíveis fósseis	70

CAPÍTULO III - O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO E OS PROJETOS DE ENERGIA RENOVÁVEL DE PEQUENO PORTE	83
III.1 – Introdução	83
III.2 – A necessidade dos procedimentos e modalidades simplificados para projetos de pequena escala – o <i>fast-track</i>	89
III.3 – Breve descrição do Ciclo do MDL	93
A – Preparação ou concepção do projeto	94
A.1 - Documento de concepção do projeto (PDD)	94

B – Validação	99
C – Registro	100
D – Monitoração	101
E - Verificação/Certificação	101
F - Emissão das RCE's	102
III.4 - Os custos de transação do MDL e os projetos de pequena escala	102
III.5 – As indefinições do MDL e as competições externa e interna	111
III.6 – Questões definidas pelo Conselho Executivo do MDL	125
III.6.1 - Definição de energia renovável	127
III.6.2 - Definição de “capacidade máxima da ordem de 15 MW (ou um equivalente apropriado)”	134
III.6.3 – Desmembramento de projetos com capacidade instalada maior que 15 MW	135
III.6.4 - Elegibilidade relativa a mais de um campo de atividade e em relação a componente específico	136
III.6.5 – Ponto da vida útil da atividade de projeto em que valores de referência serão aplicados	138
III.7 – Simplificações das Modalidades e Procedimentos do MDL no que se refere aos projetos de pequena escala.	139
III.7.1 - Medidas de simplificação do MDL para projetos de pequena escala acordadas pelo Conselho Executivo	141
III.7.1 1- “Pacotes” de projetos similares	141
III.7.1.2 – Simplificação de metodologias para estabelecimento de cenário de referência e monitoração	147
A - Simplificação de metodologias para estabelecimento de cenário de referência	147
A.1) Avaliação da adicionalidade	147
A.2) Nível de padronização dos parâmetros relacionados ao cenário de referência	148

A.3) Fronteira da atividade de projeto	150
A.4) Cálculo de vazamento (<i>leakage</i>)	151
A.5) Período de creditação do projeto	151
B - Simplificação da metodologia de Monitoração	152
C - O Apêndice B do Primeiro Relatório do Conselho Executivo do MDL	153
C.1 - Categorias de projetos de energia renovável	154
C.1.1 - Geração de eletricidade pelo usuário	154
III.7.1.3 - Simplificação de requerimentos e etapas relacionados ao ciclo de projeto MDL	159
A - Preparação ou Concepção do projeto	160
A.1 - Simplificação do <i>PDD</i>	160
A.2 - Metodologias simplificadas para o estabelecimento de cenário de referência e monitoração	161
B - Validação e Registro	161
C - Monitoração	163
D - Verificação/Certificação	164
III.7.2 – Outras medidas que podem auxiliar os projetos de pequena escala	164
III.7.2.1 - Isenção total ou parcial de contribuição, tanto para o Fundo de Adaptação, como para cobrir os custos de administração do MDL.	164
III.7.2.2 - Fortalecimento das Entidades Operacionais Locais	165
III.7.2.3 – Unilateralidade	166
III.8 – Avaliação das medidas simplificadas para projetos de pequena escala	167

CAPÍTULO IV – POTENCIAL DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE PELO USO DE FONTES RENOVÁVEIS NA ELETRIFICAÇÃO RESIDENCIAL RURAL BRASILEIRA	174
IV.1 – O estabelecimento do cenário de referência para projetos de energia renovável em pequena escala	174
IV.2 - Cálculo do potencial de emissões evitadas pelo uso de fontes renováveis de energia na eletrificação residencial rural no Brasil	178
IV.3 – Economia de escala e viabilidade de inserção no MDL	182
CONCLUSÕES	186
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	195

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1: Correlação entre o Consumo de Energia e o Desenvolvimento Humano	6
Fotografia 1: Fogão de lenha regional amazônico	13
Fotografia 2: FLQL recém construído	13
Figura 1: Porcentagem da População com Acesso à Eletricidade	15
Gráfico 2: Consumo Rural no Brasil (GWh)	17
Gráfico 3: Participação do consumo elétrico rural no consumo total do Brasil e regiões (%)	19
Gráfico 4: Participação do Consumo Rural da Região no Consumo Rural do Brasil	20
Gráfico 5: Evolução do Consumo de Energia Elétrica, Total e Rural, no Brasil	20
Gráfico 6: Distribuição das Propriedades Rurais por Região Geográfica	21
Gráfico 7: Correlação entre Consumo de Energia e Renda Nacional	25
Gráfico 8: Atendimento Elétrico de Domicílios de acordo com o Nível de Renda	26
Gráfico 9: Posse de rádio de acordo com o nível de renda	30
Gráfico 10: Posse de TV de acordo com o nível de renda	31
Gráfico 11: Posse de geladeira de acordo com o nível de renda	31
Gráfico 12: Posse de <i>freezer</i> de acordo com o nível de renda	32

Gráfico 13: Posse de Máquina de lavar roupa de acordo com o nível de renda	32
Gráfico 14: Gastos Mensais com Energia	34
Figura 2: Potencial eólico brasileiro	52
Figura 3: Atlas Eólico do Brasil (CBEE)	54
Figura 4: Média anual típica de irradiação solar	57
Figura 5: Potencial de geração de energia elétrica a partir da biomassa	64
Figura 6: Distribuição regional do potencial hidrelétrico	67
Gráfico 15: Custos de capital para sistemas de energia renovável	72
Gráfico 16: Evolução dos custos de energias renováveis	72
Figura 7: Exemplo hipotético de transferência de RCE's	88
Figura 8: Ciclo de Atividade de Projeto MDL	93
Figura 9: Efeito do corte nos custos de transação internacional sobre a TIR dos projetos MDL de pequena escala	110
Figura 10: Princípio do “pacote” de projetos sob a responsabilidade de uma Organização	143

ÍNDICE DE TABELAS

<u>Tabela 1:</u> Acesso à Iluminação Elétrica nas Regiões Urbanas	18
<u>Tabela 2:</u> Acesso à Iluminação Elétrica nas Regiões Rurais	18
<u>Tabela 3:</u> Cesta básica de eletricidade	37
<u>Tabela 4:</u> Consumo médio mensal de eletricidade no Brasil	39
<u>Tabela 5:</u> Consumo Médio Mensal nos Estados do Amazonas, Pernambuco e Paraná	42
<u>Tabela 6:</u> Custos de eletrificação estratificados por cliente e distância da rede	47
<u>Tabela 7:</u> Relação entre viabilidade econômica e velocidade do vento	50
<u>Tabela 8:</u> Potencial de Geração de Eletricidade a partir da Biomassa nas Regiões Brasileiras	62
<u>Tabela 9:</u> Potencial hidrelétrico brasileiro (2002)	66
<u>Tabela 10:</u> Algumas características das tecnologias geradoras de energia	71
<u>Tabela 11:</u> Redução de custos de geração, já implementada e antecipada, para alguns sistemas de energia renovável	73
<u>Tabela 12:</u> Custos comparativos de renováveis e não renováveis	75
<u>Tabela 13:</u> Características técnico-econômicas para energias renováveis no Brasil	76
<u>Tabela 14:</u> Gastos com pesquisa e desenvolvimento (P & D) – 1998	77

<u>Tabela 15:</u> Anormalidades encontradas em sistemas fotovoltaicos na Bahia	79
<u>Tabela 16:</u> Custos de transação inerentes ao ciclo de projetos	104
<u>Tabela 17:</u> Estimativas dos custos de transação inerentes ao ciclo de projetos MDL	106
<u>Tabela 18:</u> Custos mínimos de transação associados com o ciclo de um projeto MDL	108
<u>Tabela 19:</u> Participação dos mecanismos para que sejam cumpridos os compromissos do Protocolo de Quioto	114
<u>Tabela 20:</u> Número de plantas geradoras de energia elétrica por região de países não Anexo I	115
<u>Tabela 21:</u> Distribuição geográfica do MDL em 2010 (I)	116
<u>Tabela 22:</u> Distribuição geográfica do MDL em 2010 (II)	116
<u>Tabela 23:</u> Número de plantas geradoras de energia elétrica nos países não Anexo I, de acordo com o recurso utilizado	121
<u>Tabela 24:</u> Reuniões do Conselho Executivo do MDL (CE) e do Painel SSC	126
<u>Tabela 25:</u> Exemplos de projetos de energia renovável em pequena escala, por categoria	132
<u>Tabela 26:</u> Taxa de administração na fase de registro	165
<u>Tabela 27:</u> Avaliação das Medidas Simplificadas para Projetos de Pequena Escala	169

<u>Tabela 28:</u> Redução anual de CO₂ e Custos de transação	182
--	------------

<u>Tabela 29:</u> Redução de CO₂ alcançada por meio da substituição de geradores a diesel pelas tecnologias de energia renovável	183
--	------------

<u>Tabela 30:</u> Capacidades requeridas para que a redução de emissões alcance 20.000 tCO₂ / ano	184
---	------------

LISTA DE ABREVIACÕES

AIJ	Activities Implemented Jointly – Atividades Implementadas Conjuntamente
AND	Autoridade Nacional Designada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanco Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CBEE	Centro Brasileiro de Energia Eólica
CCC	Conta Consumo de Combustíveis
CCEE	Centro de Colaboração em Energia e Meio Ambiente
CDM	Clean Development Mechanism – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
CE	Conselho Executivo do MDL
CEAL	Companhia Energética de Alagoas
CEAM	Companhia Energética do Amazonas
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CENBIO	Centro Nacional de Referência em Biomassa
CENERGIA	Centro de Economia Energética e Ambiental
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COELBA	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
COELCE	Companhia Energética do Ceará
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COP	Conferência das Partes

COPEL	Companhia Paranaense de Energia
COPPE	Coordenação dos Programas de Pós Graduação em Engenharia
CQNUMC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
DIEESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Sócio-Econômicos
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EOD	Entidade Operacional Designada
ESCELSA	Espírito Santo Centrais Elétricas
ESMAP	Energy Sector Management Assistance Programme – Programa de Assistência e Gerenciamento do Setor Energético
ET	Emissions Trading – Comércio de Emissões
FBDS	Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável
FCCC	Framework Convention on Climate Change – Convenção Quadro sobre Mudança do Clima
FLQL	Fogão a Lenha de Combustão/Queima Limpa
FUST	Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações
GCE	Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
GEE	Gases de Efeito Estufa
GEF	Global Environment Facility – Fundo Global para o Meio Ambiente
GIS	Geographic Information System – Sistema de Informação Geográfica

IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEA	International Energy Agency – Agência Internacional de Energia
IED	Investimento Externo Direto
ILUMINA	Instituto de Desenvolvimento Estratégico do Setor Elétrico
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
Infoener	Informações Energéticas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
JI	Joint Implementation – Implementação Conjunta
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry – Uso da Terra, Mudança no Usa da Terra e Florestas
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MOP	Meeting of the Parties
OCDE	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
ONG	Organização não Governamental

P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
Painel SSC	Painel para Projetos de Pequena Escala
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PDD	Project Design Document – Documento de Concepção do Projeto
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PP	Participantes do Projeto
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios
RCE	Reduções Certificadas de Emissões
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SUS	Sistema Único de Saúde
TIR	Taxa Interna de Retorno
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNDP	United Nations Development Program – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
UNEP	United Nations Environment Program - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
WEC	World Energy Council - Conselho Mundial de Energia

INTRODUÇÃO

O Brasil possui dimensões continentais e tem seu território ocupado de maneira heterogênea por um contingente populacional diverso. Alguns desafios são proporcionais ao tamanho do país e as soluções se apresentam em diferentes níveis de complexidade. Por um lado, em cinco séculos de história, ocorreram avanços em diversos setores capazes de equipará-lo a qualquer nação desenvolvida, mas por outro, ainda incide sobre o povo brasileiro carências que a elite dirigente foi incapaz de atender, muito em função da herança histórica deixada pelos colonizadores. Até agora, a maioria dos governantes brasileiros serviu a uma elite descompromissada com o verdadeiro desenvolvimento da nação, repetindo um modelo histórico de dominação conveniente aos seus interesses. Ao afastar a massa trabalhadora das decisões, e utilizá-la de maneira cada vez mais excludente na construção do país, repete-se um modelo de dominação que, guardadas as devidas proporções, remete a alguns aspectos do período colonial escravocrata.

Entretanto, a nação brasileira decidiu optar por uma tentativa de ruptura do modelo vigente ao escolher um governo que, pelo menos em tese, se identifica com os anseios populares. O momento é propício para que o Brasil realize a “segunda abolição da escravidão”, como defende o atual Ministro da Educação, Cristovam Buarque. Para que todos os brasileiros passem a integrar a sociedade como verdadeiros cidadãos, torna-se necessária a democratização das possibilidades tecnológicas do mundo moderno, as quais apresentam, em sua grande maioria, caráter inerentemente transversal com a questão energética.

O contingente populacional brasileiro impedido de acesso ao serviço da energia elétrica contabiliza 7,0 a 9,0% da população. São cerca de 12 a 15 milhões de brasileiros que até podem conhecer a invenção datada do Século XIX, mas que não tiveram, em pleno Século XXI, a oportunidade de usufruir um direito que a Constituição Federal garante como público. A situação se agrava quando o universo de análise fica restrito ao setor residencial rural, pois dentre os domicílios rurais são 22,4% os não atendidos.

Esse quadro de não atendimento universal de eletricidade nas regiões rurais e isoladas serviu como motivação principal para a realização desta dissertação, que busca

contribuir com a hipótese de que os sistemas descentralizados de geração de eletricidade baseados em recursos energéticos renováveis se apresentam como as soluções mais viáveis para o suprimento energético em pequena escala, tendo em vista o baixo consumo individual relativo de eletricidade das residências rurais e isoladas. O pequeno tamanho das cargas existentes, associado ao alto grau de isolamento e de dispersão dos consumidores, assim como ao baixo nível de renda das populações rurais constitui barreiras aos investimentos em eletrificação rural. Somados à falta de informação dos consumidores e dos próprios investidores acerca das tecnologias de geração de energia renovável, tem-se uma problemática de equação e solução complexas.

Dentro desse quadro, a intervenção governamental é de fundamental importância para o pagamento de uma dívida social secular que não pode depender exclusivamente do mercado. Daí a importância do estabelecimento de metas de universalização do atendimento de energia elétrica por parte do governo federal. Porém, não se deve afastar o capital privado do processo de eletrificação rural. Pelo contrário, este precisa ser encarado como um aliado vital para o sucesso dos programas que intencionam levar a energia elétrica ao campo. Por isso, um dos objetivos da dissertação é mostrar que existe uma possível ferramenta de apoio, dentre outras não abordadas neste trabalho, para atrair investimentos na área de atendimento elétrico rural. Trata-se do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo que depende da entrada em vigor do Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima. A venda das chamadas Reduções Certificadas de Emissões geradas por projetos de energia renovável traz uma perspectiva de aumento da atratividade de investimentos na eletrificação rural brasileira, pois representa uma oportunidade de incrementar o fluxo de caixa dos projetos.

No entanto, os custos de transação inerentes ao ciclo dos projetos desenvolvidos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo apontavam para uma perda de competitividade dos projetos de pequena escala, inviabilizando a candidatura destes a serem certificados como redutores de emissão de gases de efeito estufa. Dentro desse contexto, se estabeleceu a necessidade de simplificação das modalidades e procedimentos do referido Mecanismo no que dizia respeito aos projetos de pequena escala. Por isso, esta dissertação tem como objetivo central avaliar a contribuição das regras simplificadas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no apoio aos projetos de pequena escala geradores de energia renovável, cujo suporte à eletrificação das residências rurais e isoladas é de fundamental importância, tendo em vista a vastidão do território nacional. Tal imensidão faz com que o país apresente um potencial variado de aproveitamento dos recursos renováveis locais para a geração descentralizada de eletricidade, visando o propósito de atendimento de nossos domicílios rurais.

Com a finalidade de atingir o objetivo descrito, as conclusões da dissertação se basearam na estruturação de quatro capítulos:

O capítulo I aponta para a necessidade de universalização dos serviços de eletricidade com base na demanda residencial reprimida de energia elétrica nas regiões rurais e isoladas. Trata-se da relação entre energia e pobreza; são apresentados dados sobre as residências rurais brasileiras e o reduzido acesso à eletricidade; relaciona-se a demanda por energia elétrica e o nível de renda da população brasileira; avalia-se a importância que tem o serviço de iluminação como um primeiro passo para a democratização do serviço de eletricidade e para o desenvolvimento rural e, finalmente, analisa-se o impacto sobre o consumo elétrico residencial brasileiro que teria a utilização de uma “cesta básica” de eletricidade para suprir as necessidades energéticas nacionais em um cenário de melhoria social.

Sendo a universalização necessária, o capítulo II destaca a descentralização da geração de energia elétrica para o atendimento das residências rurais e o papel das fontes de energia renovável. Aponta-se a viabilidade do emprego da solução descentralizada nas regiões rurais e isoladas, que se mostram propensas a essa escolha, frente à extensão da rede elétrica; discute-se a dificuldade de penetração dos projetos de pequena escala geradores de energia renovável para o atendimento da demanda residencial rural de energia elétrica, apesar do grande potencial brasileiro de aproveitamento solar, eólico, de biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas; são apresentados alguns modelos de levantamento desse potencial; por último, são tecidas algumas considerações sobre a utilização das tecnologias de energia renovável em comparação com os geradores baseados em combustíveis de origem fóssil.

A partir da perspectiva do uso das tecnologias de energia renovável de pequena escala, em substituição aos geradores de energia não renovável, o capítulo III passa a tratar do caminho aberto pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima para a efetivação dessa mudança na matriz energética mundial. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto à Convenção é apresentado como uma ferramenta das negociações internacionais para a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera. Este constitui o meio pelo qual os países em desenvolvimento contribuem para a mitigação da Mudança Global do Clima, ao mesmo tempo em que promovem, de maneira sustentável, seu próprio desenvolvimento. Discute-se, em seguida, no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, o papel dos projetos de pequena escala, cuja importância vital para a eletrificação rural é comprovada nos capítulos anteriores. A sequência centra-se na necessidade do estabelecimento das regras simplificadas para os projetos de pequena escala a fim de que se reduzam os custos de transação envolvidos no ciclo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Finalmente, avalia-se a adequação das medidas tomadas nesse sentido e apontam-se algumas iniciativas que teriam colaborado ainda mais para a simplificação das modalidades e procedimentos concernentes aos projetos de pequena escala.

Por último, o Capítulo IV traz um exercício de cálculo do potencial de emissões que seriam evitadas pelo uso de fontes renováveis de energia na eletrificação residencial rural no Brasil, com base nas regras simplificadas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e nas informações colhidas ao longo da dissertação. Esse capítulo traz também, uma análise da viabilidade de inserção das atividades de projeto no MDL de acordo com a economia de escala, apontando a

possibilidade de projetos com escala muito diminuta não serem suficientemente atraentes no âmbito do Mecanismo.

CAPÍTULO I - A DEMANDA RESIDENCIAL REPRIMIDA DE ENERGIA ELÉTRICA NAS REGIÕES RURAIS E ISOLADAS E A CONSEQUENTE NECESSIDADE DE UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ELETRICIDADE.

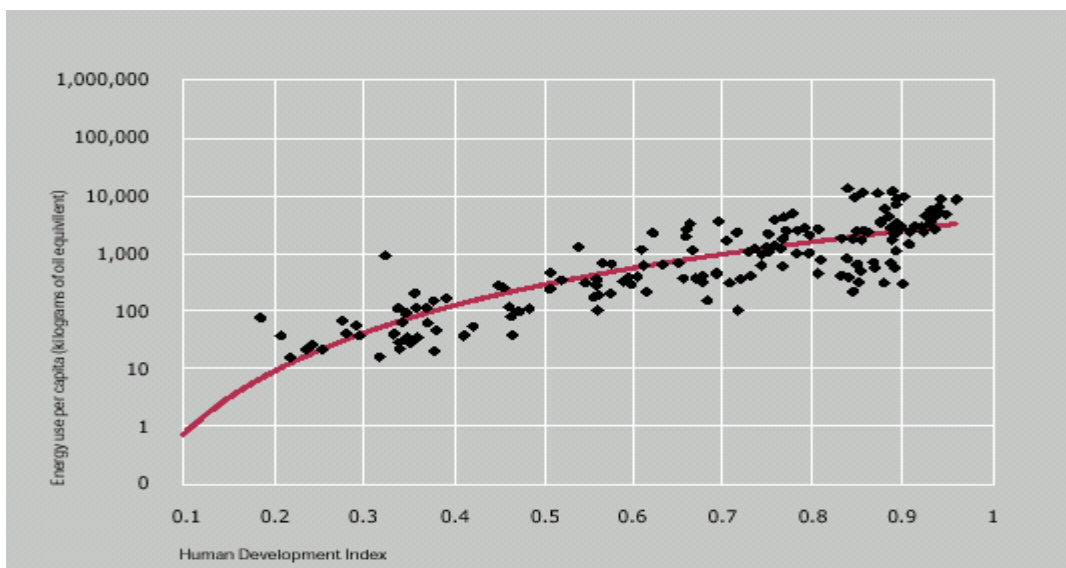
I.1 – Energia e pobreza

A demanda por energia possui algumas peculiaridades. Os consumidores não a compram como um produto final, mas sim para fazer funcionar aparelhos, iluminar suas residências, movimentar indústrias, dentre vários usos domésticos, comunitários e produtivos. Portanto, “a energia em si não é uma necessidade humana básica” (WEC, 1999), mas apesar de não ser reconhecida explicitamente como tal, a energia é fundamentalmente necessária para sustentar o desenvolvimento, inclusive rural. O gráfico 1 demonstra a forte correlação que há entre o consumo de energia e o desenvolvimento sócio-econômico, refletido no Índice de Desenvolvimento Humano¹.

O uso das formas modernas de energia está fortemente correlacionado com o crescimento econômico e com o desenvolvimento humano. Os países que não o fazem de forma eficiente têm mais dificuldade de diminuir a incidência de pobreza² em suas populações.

¹ O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mede as mais básicas realizações globais médias de um país, levando em consideração três dimensões: longevidade, conhecimento e padrão decente de vida. Isto é medido, basicamente, pela expectativa de vida, atendimento educacional e nível de renda *per capita*. O índice deve ser encarado como um sumário, não como uma medida abrangente do desenvolvimento humano. O IDH é um retrato das realizações nacionais médias, não medindo o quão bem estas realizações são distribuídas no país (UNDP, 2001). Apesar disso, trata-se de um índice interessante para comparações de desenvolvimento.

² O Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial aceita a visão tradicional da pobreza, que abrange não apenas a privação material (medida segundo um conceito adequado de renda ou consumo), mas também um baixo nível de educação e saúde. Embora preocupem por si sós, os baixos níveis de educação e saúde merecem atenção especial quando se fazem acompanhar de privação material. Porém, o relatório de 2001 amplia a noção de pobreza, nela incluindo a vulnerabilidade e a exposição a riscos, assim como a falta de influência e poder (BANCO MUNDIAL, 2001).



Correlação entre o consumo de energia e o desenvolvimento humano

♦ - Consumo de energia *per capita* _____ - Curva de correlação

- *Energy use per capita (kilograms of oil equivalent)* – Uso de energia *per capita* (kg equivalente de petróleo)

- *Human Development Index* – Índice de Desenvolvimento Humano

Gráfico 1: Correlação entre o consumo de energia e o desenvolvimento humano

Fonte: *WORLD BANK* (2001) a partir de *United Nations Program, Human Development Report* 2001.

Pode se dizer que as relações entre o uso eficiente da energia e a redução da pobreza ocorrem de diversas formas. Os recursos modernos de energia podem melhorar os padrões de vida por meio da criação de empregos e do estímulo à produção, por exemplo.

Nas regiões rurais o consumo de energia é geralmente baixo, mas este fato não representa isoladamente a causa da pobreza encontrada nestas, já que vários fatores de ordem sócio-econômico-ambiental contribuem para tal situação.

No Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial (BANCO MUNDIAL, 2001), os próprios pobres mencionam como dimensões da pobreza:

- A falta de renda e de recursos para atender necessidades básicas: alimentos, habitação, vestuário e níveis aceitáveis de saúde e educação;
- A falta de voz e de poder nas instituições estatais e na sociedade;
- A vulnerabilidade a choques adversos, combinada com uma incapacidade de enfrentá-los.

“Para compreender os fatores determinantes da pobreza em suas múltiplas dimensões, o melhor é raciocinar em termos de recursos” (BANCO MUNDIAL, 2001) que podem ser divididos em: recursos humanos, recursos naturais, recursos físicos, recursos financeiros e recursos sociais.

A energia se relaciona fortemente com todos estes recursos. Como exemplos, a produção energética depende do acesso aos recursos naturais e, por sua vez, a sua utilização depende do acesso à infra-estrutura. Os recursos financeiros são primordiais para garantir o uso das formas modernas de energia, as quais geram empregos. Quanto aos recursos sociais, a influência política é de vital importância para o planejamento energético.

Por isso, apesar de não constituir a única carência das regiões rurais e isoladas, a falta de energia tem mostrado estar bastante correlacionada com muitos indicadores de pobreza³. As famílias rurais em sua maioria, e particularmente as mais pobres, apresentam uma quantidade de energia consumida menor do que aquela requerida para prover um mínimo de qualidade de vida (WEC, 1999).

³ O Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial tenta estabelecer os indicadores de pobreza, relacionando-a com renda monetária ou consumo, saúde e educação, vulnerabilidade e falta de influência e poder. Uma definição multidimensional da pobreza suscita a questão de como medir a pobreza geral e como comparar os resultados nas diferentes dimensões. O Relatório, em vez de tentar definir um índice composto ou medir compensações entre dimensões, focaliza a privação nas respectivas dimensões e, em particular, as múltiplas privações por que passam os pobres de renda. Trata-se de um passo inicial necessário para desenvolver uma estrutura multidimensional abrangente (BANCO MUNDIAL, 2001).

Estima-se que com apenas 7% da produção mundial de energia poder-se-ia satisfazer as necessidades básicas das populações rurais dos países em desenvolvimento. Mas, com todos os avanços tecnológicos e gerenciais disponíveis, a humanidade tem sido incapaz de vencer esse desafio. Excluindo a China, onde significativo progresso foi alcançado na eletrificação rural, em 1990, somente 1/3 da população rural dos países em desenvolvimento tinha acesso à eletricidade, e esse patamar é o mesmo de 1980, neste caso, incluindo a China (MEDEIROS, 2000) e (WEC, 1999).

Diante desse quadro, a mitigação da pobreza e da escassez de energia no campo deve apresentar como prioridade, “prover um mínimo de energia para satisfazer as necessidades básicas da população, independentemente de sua capacidade de suportar os custos de distribuição e de geração” (WEC, 1999).

De fato, a idéia de universalização⁴ do acesso pressupõe a concessão de algum subsídio ou de crédito às camadas mais desfavorecidas da população. Estender serviços de energia não está baseado, no entanto, em critérios filantrópicos, humanitários ou políticos. Os benefícios sociais do serviço universal advêm das externalidades, em geral positivas, que resultam da disponibilidade de energia e da integração institucional dos beneficiados (IPEA, 1998).

OLIVEIRA (2001) demonstra que “o raio de abrangência dos benefícios associados à eletrificação do meio rural não está circunscrito às populações favorecidas, mas atravessa as fronteiras das comunidades, alcançando diversos níveis das esferas econômica, social e ambiental”. A autora divide esta análise em: efeitos circunscritos às comunidades rurais, impactos da eletrificação rural sobre os setores produtivos da economia nacional (indústria, comércio e serviços), efeitos sobre o setor público e impactos sobre o meio ambiente.

As comunidades sem aporte energético permanecem condenadas ao subdesenvolvimento, constituindo um enorme contingente de pessoas cuja integração

⁴ Os serviços universais podem ser encarados como “serviços de baixa rentabilidade, seja pelo poder aquisitivo das pessoas, ou pelas despesas necessárias à sua implantação” (Nascimento, 2002).

econômica, social e cultural tende a se processar pela migração para os centros urbanos mais desenvolvidos. A presença de energia nessas comunidades cumpre assim, uma função social relevante, indispensável à sustentação do desenvolvimento nacional e à melhoria da qualidade de vida de todos os brasileiros (SCHELEDER, 1998).

Realmente, o adequado atendimento energético pode agir como um dos principais fatores de fixação do homem no campo, cuja importância para o setor urbano é extremamente significativa. A citada busca de integração sócio-econômico-cultural por meio da migração para os centros urbanos, geralmente, produz resultados indesejáveis. Isto porque a maioria das cidades já não se encontra apta para absorver esse contingente humano migratório. A infra-estrutura hoje existente encontra-se saturada, deixando fora do mercado de trabalho um número considerável de pessoas que já vivem nos grandes centros urbanos. Apesar de não existir uma correlação científica comprovada, a migração para esses centros pode influenciar o aumento da escalada da violência, que já vem ganhando contornos incontroláveis em cidades como Rio de Janeiro e São Paulo. Ademais, são precários os atendimentos na área de saúde pública e saneamento básico. Dessa forma, uma política séria e integrada para a manutenção do homem nas regiões rurais torna-se indispensável para frear o inchaço dos centros urbanos. O bem-estar da cidade também depende da fixação do homem nas regiões rurais por outros motivos, como garantia de alimentos mais baratos e de melhor qualidade, viabilização do desenvolvimento no interior do país e zelo pelo meio ambiente e por seus recursos naturais.

Segundo SANTOS *et al.* (1999), muito se tem observado acerca da associação entre a melhoria da condição de vida de comunidades pobres e/ou isoladas e a disponibilização de energia desde que desenvolvida no âmbito de ações multisetoriais integradas, as quais podem ser caracterizadas por aspectos envolvidos nas esferas política, econômica, social, técnica e ambiental. E continuam afirmando que nestas condições, a energia permitiria, por exemplo, a agregação de valor à produção agrícola através da pré-industrialização, possibilidade de funcionamento de escolas noturnas e da realização de atividades produtivas após o anoitecer, substituição do transporte animal ou humano de água e do consumo de água não potável por bombeamento, além do

aumento do conforto e bem estar pelo uso de água quente e outros. Porém, o atendimento dessas demandas depende de mecanismos que possam compensar a baixa atratividade financeira que apresentam, seja através de programas de descentralização de geração, a qual é o objeto do capítulo II, e/ou subsídios.

No entanto, a universalização do atendimento elétrico deve ser realizada de forma criteriosa, livre do paternalismo e de seus vícios, analisando-se de forma integrada os diversos aspectos políticos, econômicos, sociais, técnicos e ambientais envolvidos, não bastando somente confrontar a demanda energética com opções de suprimento.

A universalização deve ter o objetivo arrojado de integrar o cidadão brasileiro às possibilidades tecnológicas do mundo moderno, não sendo suficiente oferecer apenas iluminação, que até pode constituir um primeiro passo. A importância que tem a universalização plena do serviço de energia elétrica pode ser medida através da relação com outra obrigação de serviço universal: a que envolve o setor de telecomunicações. Os programas que aplicam os recursos do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUST⁵) incluem, segundo NASCIMENTO (2002), o uso e a disseminação das telecomunicações e da informática como fator de enriquecimento pedagógico, assim como dos recursos de telecomunicações nas instituições vinculadas ao Sistema Único de Saúde (SUS). Tais objetivos estão impossibilitados de serem alcançados enquanto não se estender os benefícios da eletricidade a todas as regiões incluídas nos programas.

Um exemplo ilustrativo e concreto dessa necessidade está no caso de um estudante de 11 anos, morador de Salto, comunidade rural de São João da Ponte com 20 mil habitantes, no norte de Minas Gerais. O estudante venceu um concurso nacional de frases sobre educação, promovido pelo Ministério da Educação e recebeu como prêmio um microcomputador. Porém, sua casa não é atendida pelo serviço de energia elétrica. A solução foi a arrecadação de fundos por parte da escola que o estudante frequenta

⁵ A Lei 9.998 de 17 de agosto de 2000 instituiu o Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações - Fust, tendo por finalidade proporcionar recursos destinados a cobrir a parcela de custo exclusivamente atribuível ao cumprimento das obrigações de universalização de serviços de telecomunicações, que não possa ser recuperada com a exploração eficiente do serviço, nos termos do disposto no inciso II do art. 81 da Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997.

para comprar o aparelho, a fim de que os alunos possam aprender informática (HUAMANY e RANGEL, 2002).

O paradoxo descrito acima expõe a ambigüidade de algumas políticas públicas, as quais exibem “um alcance cujo limite é dado pela exclusão social, contra a qual, aliás, os governos têm sido ineficientes” (FOLHA DE SÃO PAULO, 2002).

O exemplo mostra que a verdadeira revolução de integrar o cidadão brasileiro às possibilidades tecnológicas do mundo moderno, que permitiria a democratização das novidades tecnológicas, está impossibilitada de ocorrer repentinamente. O país precisa passar por uma reformulação estrutural e política profunda, abandonando práticas viciadas de “universalização e democratização dos custos”, as quais contam, principalmente com os setores menos abastados da sociedade brasileira. A extensão dos benefícios tecnológicos aos excluídos pelo mercado constitui ação vital para o crescimento do próprio mercado e para o pagamento da dívida social que o país tem com grande parte de sua população.

O Brasil tem uma oportunidade histórica de conduzir este processo ao inseri-lo nas mudanças institucionais pelas quais passa o setor energético nacional. Dois grandes passos já foram dados nesse sentido: a ANEEL lançou em 13 de setembro de 2000, no Terceiro Encontro de Energia no Meio Rural (Agrener), na Unicamp, uma proposta de resolução⁶ que estabelece as responsabilidades do concessionário e do permissionário⁷ quanto à universalização da prestação do serviço público de energia elétrica. Além disso, a Lei N^o 10.438, de 26 de abril de 2002, conhecida como a “Lei da Energia”, dispõe sobre o assunto. Apesar de alguns equívocos desta Lei, os quais não cabem ser discutidos para que não haja um afastamento do escopo da Dissertação, torna-se necessário valorizar o mérito relativo à questão do estabelecimento de metas de universalização do serviço de energia. O país precisa envidar esforços para a efetivação desse compromisso.

⁶ A resolução não seguiu adiante tal qual foi proposta. Porém, pode ser encarada como um marco no estabelecimento de metas para a universalização. A sua base acabou por ser incorporada na Lei 10.438.

⁷ O Artigo. 175 da Constituição Federal de 1988 incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.

A necessidade da universalização do atendimento de energia elétrica no Brasil pode ser melhor compreendida através da análise da demanda reprimida que existe por esse tipo de serviço nas mais variadas regiões do território nacional.

I.2 - A demanda residencial reprimida de energia elétrica nas regiões rurais e isoladas

I.2.1 – Breve introdução

Antes de se iniciar a discussão efetiva, cabe um esclarecimento: a pesquisa limita-se ao setor residencial, porém, entende-se que os setores rurais de produção, comércio e indústria são de extrema importância para o desenvolvimento das regiões de estudo. Faz-se necessário saber que há uma tendência em se achar que a energização do setor rural deva acontecer em etapas sucessivas, iniciando-se uma quando outra estiver encerrada. O presente estudo não compartilha desse entendimento, apesar de concordar que o sucesso de um programa de eletrificação rural passa primordialmente pelo setor residencial, mas não necessariamente, os processos devem ser estanques uns aos outros. Pelo contrário, quanto maior for a integração entre os setores (residencial, produtivo, comercial e industrial) mais chances de sucesso terá o plano de eletrificação. A pesquisa também se restringe à energia elétrica, mas deve se entender que as necessidades energéticas rurais precisam ser estudadas de forma integral. Em caráter de exemplo, dentre vários outros que poderiam ser listados, existe a questão relativa aos insumos energéticos utilizados para cocção de alimentos em comunidades rurais dentro da perspectiva de suprimentos energéticos. SOUZA (2000), junto a outros colaboradores, desenvolveu o fogão a lenha de queima limpa, no âmbito do Projeto “Tecnologias Alternativas para o Meio Ambiente Rural: Aspectos Técnicos e Sócio-Econômicos”, financiado pelo Programa Trópico Úmido (PTU) do Ministério da Ciência e Tecnologia e pelo CNPq, desenvolvido no período de dezembro de 1996 a dezembro de 1998 junto a pequenos produtores familiares do Projeto de Assentamento Iporá (PAI) do INCRA, situado entre os quilômetros 127 e 146 da rodovia AM-010, abrangendo parte dos municípios do Rio Preto da Eva e Itacoatiara no Médio Amazonas.

Os fogões tradicionais são pouco eficientes, sendo responsáveis por uma série de problemas. Como a queima da lenha não ocorre de maneira completa, tem-se uma quantidade elevada de fumaça que traz uma série de consequências negativas (SOUZA *et al.*, 2000). Foi pesquisada, então, a melhoria técnica de um fogão a lenha tradicional brasileiro. Uma vez que este

objetivava obter uma queima com menor emissão de poluentes tóxicos para o usuário e para o meio ambiente, o fogão estudado foi denominado de fogão a lenha de combustão/queima limpa – FLQL (SOUZA *et al.*, 2000).

As fotografias 1 e 2 dão uma idéia relativa à dimensão da diferença entre o fogão tradicional e o FLQL.



Fotografia 1: Fogão de lenha regional amazônico

Fonte: SOUZA *et al.* (2000).



Fotografia 2: FLQL recém construído.

Fonte: SOUZA *et al.* (2000).

Este é apenas um exemplo para ilustrar a necessidade de se pensar a energização rural de forma integral, na qual a eletrificação está inserida.

Ainda de forma introdutória, cabe contextualizar a situação mundial de acesso à eletricidade. No mundo, cerca de 2 bilhões de pessoas (35% da população) não estão conectadas à rede elétrica (PEREIRA, 1999). Segundo a IEA (2002), este montante é menor, mas não menos dramático: são 1,6 bilhões de pessoas sem acesso à eletricidade, sendo que na ausência de políticas vigorosas, em 2030 este número continuará alto, pois 1,4 bilhões de indivíduos permanecerão nesta condição. De acordo com a mesma fonte, quatro de cada cinco pessoas sem eletricidade vivem em áreas rurais de países em desenvolvimento. Existem estimativas de que a América Latina possui o triste número de 75 milhões de pessoas vivendo sem eletricidade (FINANCIAL TIMES, 2001).

A figura 1 mostra a porcentagem da população mundial que tem acesso à energia elétrica de acordo com as regiões. O Brasil, assim como os países desenvolvidos, apresenta mais de 66% de sua população com acesso à eletricidade. Porém, “em todos os países desenvolvidos, a população rural já

adquiriu o direito de usufruir os benefícios da eletricidade" (OLIVEIRA, 2001), enquanto no caso brasileiro, o déficit ainda é considerável, como se comprovará adiante.

Porcentagem da população com acesso à eletricidade

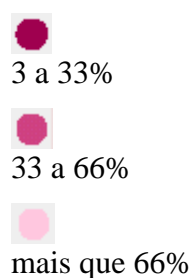
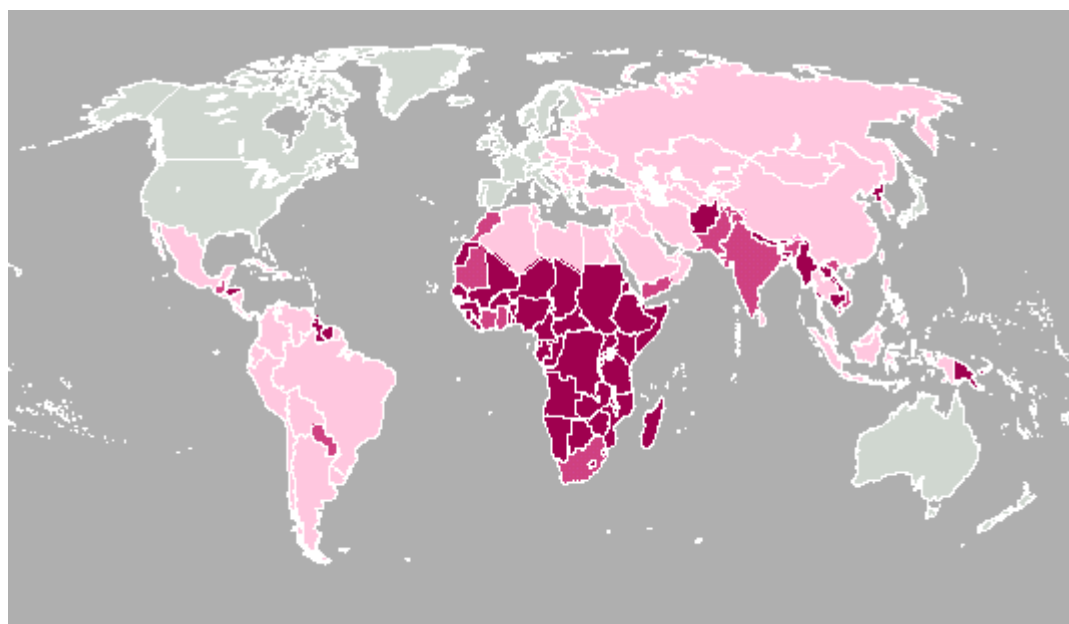


Figura 1: Porcentagem da população com acesso à eletricidade

Fonte: WORLD BANK (2001).

I.2.2 – As residências rurais brasileiras e o reduzido acesso à eletricidade

No caso do Brasil, levantamentos oficiais estimam que cerca de 12 a 15 milhões de brasileiros (7,0 a 9,0 % da população) vivem sem energia elétrica, principalmente no setor rural, “muito mais por razões políticas e econômicas e menos por razões tecnológicas” (CORREIA, 2002). No capítulo II será mostrado que as tecnologias de fontes renováveis de energia podem constituir as melhores opções de fornecimento de

eletricidade para as residências rurais quando a extensão da rede elétrica já existente se encontra inviabilizada ou com baixo grau de competitividade.

Existem ainda no país cerca de 32 milhões de pessoas com baixo poder aquisitivo, 8.500 localidades com menos de cem habitantes e mais de 142 mil propriedades rurais isoladas (NASCIMENTO, 2002).

Segundo SCHELEDER (1998), existe um mercado potencial representado por 3 milhões⁸ de propriedades rurais e mais de 100.000 comunidades não atendidas por eletricidade, com população média estimada em 150 habitantes por localidade, que não dispõem da energia necessária ao efetivo atendimento de suas demandas básicas. Este quadro requereria para o seu completo atendimento, a instalação de 15 a 20 mil MW de energia elétrica, com um investimento estimado em R\$ 25 bilhões. Com essa ordem de grandeza, o mercado potencial do meio rural e das regiões isoladas brasileiras seria comparável à expansão prevista para os sistemas elétricos convencionais interligados nos próximos 10 anos⁹. Ainda segundo o autor, as oportunidades de negócios decorrentes dessas necessidades energéticas representariam um mercado invisível para os agentes econômicos tradicionais que operam no setor energético nacional, historicamente voltados para os grandes projetos e para as grandes concentrações de consumo.

O estudo desse mercado invisível, acerca do seu atendimento no que diz respeito às fontes alternativas de energia, faz-se mais do que necessário. Exemplos dessa grande demanda reprimida no meio rural serão analisados na seção I.2.3 que trata da relação entre consumo de energia e nível de renda.

As finalidades do uso energético nas residências podem variar dependendo de seus propósitos. De acordo com o estudo do WEC (1999), cerca de 90 a 100% do consumo de energia entre as famílias mais pobres dos países em vias de desenvolvimento é destinado para cocção e aquecimento residencial, não sendo este último o caso do Brasil por se tratar de um país tropical. O estudo ainda aponta as famílias como as maiores consumidoras de energia no meio rural destes países, chegando ao patamar de 85%, com a madeira como a principal fonte energética. Dados de consumo energético nas residências rurais brasileiras não aparecem de forma

⁸ Segundo a pesquisa PNAD/2001, o número de domicílios rurais sem eletricidade é de 1.540.534. Maiores considerações acerca desse dado serão apresentadas a seguir.

⁹ Informação mais atual: O Plano Decenal de Expansão – 2001/2010 - calcula a expansão da geração do sistema interligado brasileiro, para esse período, como sendo de 38.640 MW, identificando um conjunto

desagregada e convenientemente sistematizada, o que não deixa de ser um sintoma de que esse assunto não tem sido objeto de grandes preocupações. O dado existente refere-se ao consumo rural de energia elétrica como um todo, conforme demonstra o gráfico 2.

Consumo Rural no Brasil (GWh)

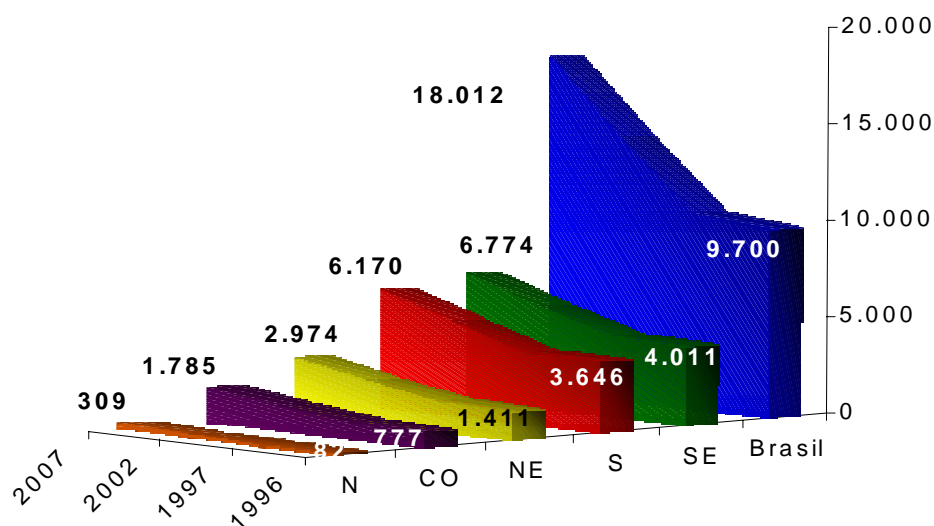


Gráfico 2: Consumo Rural no Brasil (GWh)

Fonte: PESSOA (2001).

A eletricidade e a querosene, quando disponíveis, são as formas de energia comercial mais utilizadas, principalmente para iluminação, constituindo cerca de 2 à 10% do consumo rural total dos países em vias de desenvolvimento, sendo que a iluminação aparece como principal uso doméstico da eletricidade nas regiões rurais brasileiras, sendo seguida pelo “ferro de passar”, refrigeração ou lazer, com ênfase em aparelhos de TV. Rádios continuam a ser alimentados por pilhas, mesmo depois da eletrificação, conforme aponta PEREIRA (1992). Ainda em relação a essas duas formas de energia, seria ideal uma maior desagregação da demanda em categorias de uso final, porém, como já mencionado, no Brasil faltam estudos sistemáticos de uso de energia no campo.

de projetos de geração passíveis de entrar em operação no período considerado e para os quais existem diferentes graus de possibilidades de implementação (MME, 2002a).

Apesar da constatação de que as famílias se apresentam como as maiores consumidoras de energia no meio rural dos países em desenvolvimento, chegando ao patamar de 85%, a madeira aparece como a principal fonte energética. Portanto, cabe mostrar que o acesso das residências rurais ao serviço de eletricidade ainda é baixo dentro do consumo energético total, o que permite vislumbrar a possibilidade futura de crescimento. As tabelas 1 e 2 apontam o nível de atendimento elétrico dos domicílios brasileiros.

Tabela 1: Acesso à iluminação elétrica nas regiões urbanas

Domicílios¹⁰ Urbanos¹¹ Totais	39.610.581
Domicílios Urbanos com Eletricidade	39.299.308
Domicílios Urbanos sem Eletricidade	311.273

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do PNAD¹² (2001).

Tabela 2: Acesso à iluminação elétrica nas regiões rurais

Domicílios Rurais Totais	6.893.598
Domicílios Rurais com Eletricidade	5.353.064
Domicílios Rurais sem Eletricidade	1.540.534

¹⁰ Domicílios: Conceituou-se como domicílio o local de moradia, estruturalmente separado e independente, constituído por um ou mais cômodos. A separação fica caracterizada quando o local de moradia é limitado por paredes, muros, cercas etc., coberto por um teto, e permite que seus moradores se isolem, arcando com parte ou todas as suas despesas de alimentação ou moradia. A independência fica caracterizada quando o local de moradia tem acesso direto, permitindo que seus moradores possam entrar e sair sem passar por local de moradia de outras pessoas (PNAD, 2001).

¹¹ A classificação da situação do domicílio é urbana ou rural, segundo a área de localização do domicílio e tem por base a legislação vigente por ocasião da realização do Censo Demográfico de 1991. Como situação urbana consideram-se as áreas correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) ou as áreas urbanas isoladas. A situação rural abrange toda a área situada fora desses limites. Este critério é, também, utilizado na classificação da população urbana e rural (PNAD, 1999). Já o Decreto nº 3.653, de 7 de novembro de 2000, estabelece que será classificada como rural a unidade consumidora localizada em área rural, onde seja desenvolvida atividade relativa à agropecuária, inclusive o beneficiamento ou a conservação dos produtos agrícolas oriundos da mesma propriedade. **Inclui-se nesta mesma classe a unidade consumidora residencial utilizada por trabalhador rural.** Considera-se, ainda, como rural, a unidade consumidora localizada em área rural que se dedicar a atividades agroindustriais, ou seja, indústrias de transformação ou beneficiamento de produtos advindos diretamente da agropecuária, desde que a potência posta a sua disposição não ultrapasse 112,5 kVA.

¹² PNAD – A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios tem como finalidade a produção de informações básicas para o estudo do desenvolvimento sócio-econômico do país. Realizada anualmente, alcança todo o país, com exceção das áreas rurais dos estados do Amapá, Amazonas, Acre, Rondônia, Roraima e Pará.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do PNAD (2001).

De acordo com as tabelas 1 e 2, do total de domicílios existentes, 14,8% são rurais e 85,2% são urbanos. A porcentagem de domicílios com acesso à iluminação elétrica é de 96%. Este valor sobe para 99,2% quando se trata de domicílios urbanos, mas cai para 77,6% quando o universo em questão é a região rural.

Torna-se necessário esclarecer que a situação real por trás desses valores é mais preocupante do que parece. A pesquisa PNAD não contabiliza a população rural de seis estados da Região Norte (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e Rondônia). Além disso, o estudo determina o acesso ao serviço elétrico, não desagregando a fonte energética utilizada, nem a qualidade do serviço prestado.

Apesar da escassez de dados sobre consumo de energia elétrica nas residências rurais do país, os gráficos 3, 4 e 5 mostram o baixo consumo no setor rural como um todo, demonstrando uma vez mais o potencial de crescimento.

Participação do consumo elétrico rural no consumo total do Brasil e regiões (%)

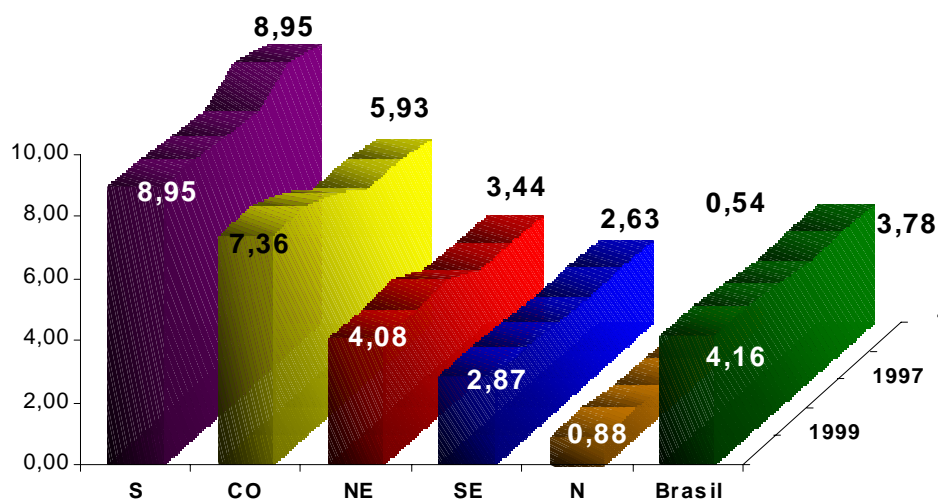


Gráfico 3: Participação do consumo elétrico rural no consumo total do Brasil e regiões (%)

Fonte: PESSOA (2001).

Participação do Consumo Rural da Região no Consumo Rural do Brasil (%)

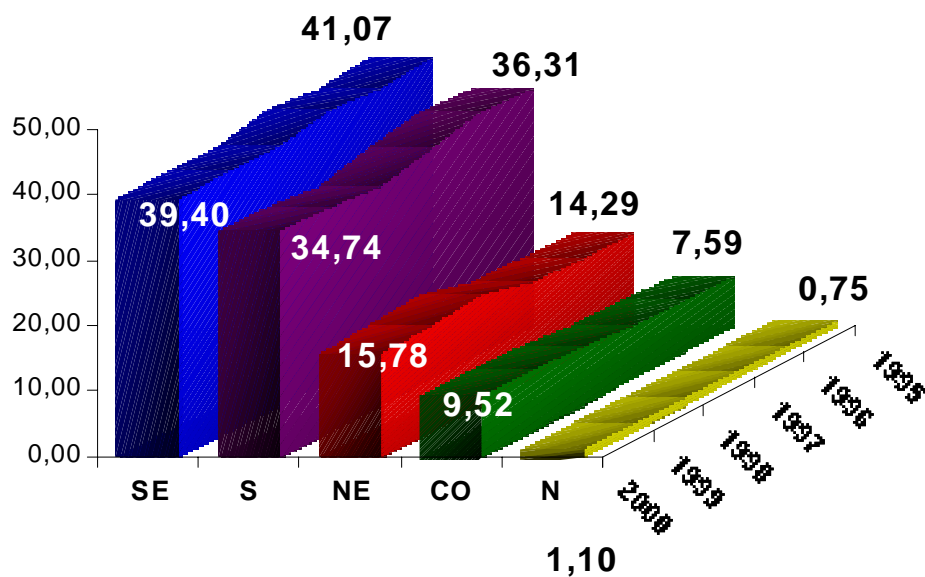


Gráfico 4: Participação do Consumo Rural da Região no Consumo Rural do Brasil (%).

Fonte: PESSOA (2001).

Evolução do Consumo de Energia Elétrica, Total e Rural, no Brasil (GWh)

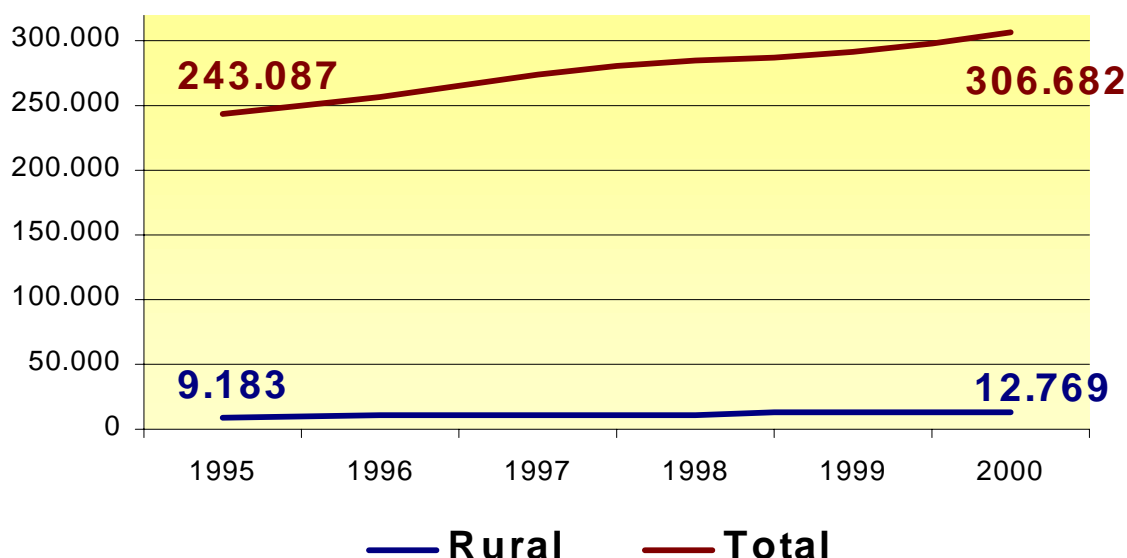


Gráfico 5: Evolução do Consumo de Energia Elétrica, Total e Rural, no Brasil (GWh).

Fonte: PESSOA (2001).

Os gráficos 3 e 4 mostram as disparidades de consumo que ocorrem entre as regiões do país. De acordo com o gráfico 4, verifica-se que o Nordeste apresenta um consumo rural de energia elétrica cerca de 2,5 vezes menor em relação ao Sudeste e ao Sul, apesar de possuir a maior proporção de propriedades rurais do país, como demonstra o gráfico 6. Ainda em relação ao Sul e ao Sudeste, a região Centro-Oeste apresenta, aproximadamente, um consumo 4 vezes menor, enquanto a região Norte é superada em mais de 30 vezes. De acordo com o gráfico 3, o Sudeste apresenta a segunda menor participação do consumo elétrico rural relativa ao seu próprio consumo total, e ao mesmo tempo lidera o consumo elétrico rural do país, como aponta o gráfico 4. A Região Sul possui o maior consumo elétrico rural em comparação com seu próprio consumo total, além de aparecer como segunda região do país com maior consumo elétrico rural. OLIVEIRA (2001) mostra que as regiões Sul e Sudeste apresentam os menores percentuais de domicílios rurais sem energia elétrica, informação confirmada na PNAD/2001. O contexto descrito aponta para uma necessidade de direcionamento prioritário das políticas públicas para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, no que diz respeito à universalização do atendimento elétrico.

Distribuição das propriedades rurais por região geográfica (%).

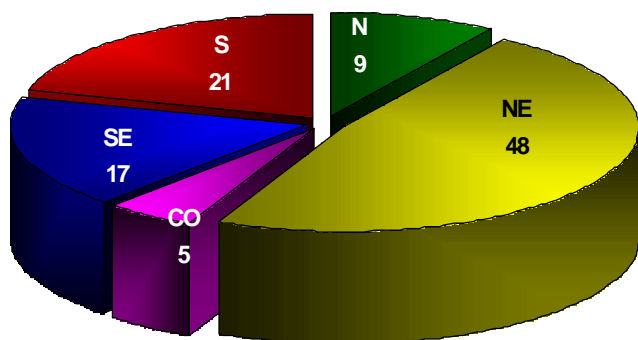


Gráfico 6: Distribuição das propriedades rurais por região geográfica (%).

Fonte: PESSOA (2001) a partir do IBGE.

I.2.3 - A demanda por energia elétrica e o nível de renda da população brasileira

Em termos de energia elétrica, pode-se dizer que o segmento residencial constitui a classe mais numerosa de consumidores no Brasil, além de ser responsável por grande parte do incremento do consumo. Esta tendência vem sendo atribuída a fatores como a expansão dos sistemas de distribuição, a legalização do consumo clandestino, a explosão das vendas de eletrodomésticos, principalmente no início do Plano Real e a ampliação da economia informal (que acaba classificada como residencial). Contudo, o consumo *per capita* ainda é baixo e muito desigual entre as regiões (ver gráfico 4), devido à distribuição da renda e à interferência climática (DIEESE, 1998).

As razões políticas e econômicas explicam mais facilmente o fato de existir um grande contingente da população rural do Brasil sem acesso aos benefícios advindos da energia elétrica. O país apresenta condições técnicas para atender esse contingente populacional desassistido, bastando verificar a produção científica da Academia e dos Centros de Pesquisa que apresentam as mais variadas e originais soluções para o problema.

O Nordeste, grande concentrador de propriedades rurais, por exemplo, apresenta escassez de recursos ao compará-lo com outras regiões do país. Porém, o acesso restrito ao serviço de energia elétrica na região nordestina guarda uma relação mais profunda com o interesse de oligarquias que se perpetuam no poder por séculos. As práticas do assistencialismo e do populismo mantêm grande parte da população sob o domínio de uma elite político-econômica que tira proveito da miséria e do subdesenvolvimento do povo. Cabe lembrar que tal situação se repete em todo o território nacional, com nuances mais fortes de acordo com o grau de pobreza da região. Por isso, para que as soluções tecnológicas produzam efeitos duradouros e possam ser aplicadas de maneira que se aproximem do nível ótimo, o país precisa passar por uma reformulação política, social e econômica profunda.

Atendo-se à questão econômica, é possível verificar que existe uma relação direta entre a falta de eletricidade e o nível de renda da população, o que caracteriza uma situação de demanda reprimida. O consumo por parte de algumas famílias não

ocorre devido à escassez de recursos financeiros, que por sua vez, é favorecida pela falta de energia elétrica, já que fica mais difícil agregar valor aos produtos agrícolas, extrativistas ou artesanais.

Diante de um cenário de demanda reprimida, faz-se pertinente a seguinte indagação: para que propósitos as pessoas estão interessadas em energia, principalmente na forma elétrica? A esta questão responde-se facilmente: para obterem melhor iluminação e para fazerem funcionar os equipamentos e aparelhos elétricos das residências. Entretanto, responder de que forma estas pessoas o farão, torna-se tarefa mais complexa, uma vez que isto depende fortemente das condições sócio-econômicas do local e, por conseguinte, do nível de renda da população. Será este nível que determinará as possibilidades dos usuários de energia pagarem pelas contas e de arcarem com gastos em aparelhos e equipamentos que farão uso desta.

Algumas localidades necessitadas de aporte energético apresentam limites de nível de renda abaixo dos quais não é possível arcar com despesas decorrentes do consumo de energia. Neste caso, o apoio governamental é primordial e não deve ser encarado como uma simples ajuda, mas como um suporte inicial para a geração de desenvolvimento, o qual naturalmente retribuirá o investimento, pois uma gama considerável de excluídos vai se inserir no mercado com a existência ou com o aumento da renda.

“Levantamentos do Banco Mundial revelam que para cada R\$ 1,00 investido em eletrificação, são gerados R\$ 3,00 na economia local” (RAPOSO, 1999). Estima-se “que cada real aplicado na eletrificação rural gere outros R\$ 5,00 de investimento no restante da economia. O BNDES prevê que cada US\$ 1 milhão investido no setor agropecuário gere 182 empregos, enquanto a mesma quantia, se aplicada na construção civil, produziria apenas 44 postos de trabalho” (TAUTZ, 1999).

OLIVEIRA (2001) destaca que:

A própria implantação do programa de eletrificação rural gera um impacto positivo na indústria, com a criação de demanda efetiva, em particular na indústria de equipamentos elétricos e mecânicos. Como exemplo, pode-se citar o Programa Luz no Campo¹³ com investimentos da ordem de R\$ 3,2 bilhões (incluindo o Luz no Campo e

¹³ O Programa Nacional de Eletrificação Rural “Luz no Campo” prevê a eletrificação de um milhão de propriedades rurais no Brasil, num horizonte de 3 anos. Foi anunciado pela Eletrobrás em Dezembro de

seus dois subprogramas). É estimado que a implantação do Programa irá gerar a demanda de 300 mil transformadores, 1 milhão de medidores, 3,85 milhões de postes e 110 mil toneladas de condutores (cabos). No caso de programas de energização rural com geração descentralizada (PCHs, sistemas eólicos e fotovoltaicos etc.), é incrementada a demanda dos fabricantes de sistemas descentralizados (painéis fotovoltaicos, sistemas de geração eólica), dos fabricantes de turbinas e da indústria de construção civil (no caso das PCHs).

No setor de serviços, são demandados os serviços de profissionais para obras civis, construção de redes e instalação de equipamentos e de consultores para a elaboração de projetos.

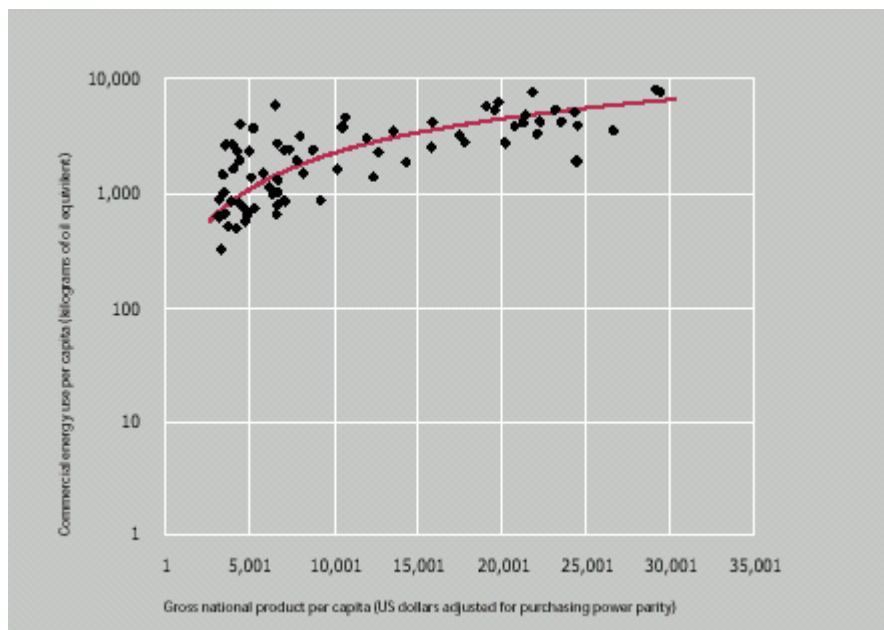
Após a instalação da rede, o programa continua a ter impacto sobre a economia, principalmente sobre a indústria de eletrodomésticos. A nova demanda por aparelhos elétricos acarreta a criação de empregos na indústria e no comércio. O impacto da implantação de um programa de larga escala não seria desprezível, visto que é significativa a demanda reprimida das zonas rurais brasileiras. Este é um mercado potencial de magnitudes consideráveis.

A título de observação, para corroborar a informação acerca de aparelhos elétricos, mais adiante será mostrada a demanda reprimida por equipamentos eletrodomésticos, principalmente no que diz respeito às camadas populacionais menos abastadas.

Os fatos e discussões apresentados demonstram, até agora, a forte correlação existente entre consumo de energia e nível de renda, o que pode ser comprovado pelo gráfico 7. No entanto, é conveniente esclarecer desde já que a renda não é o único determinante com relação ao acesso à energia elétrica. A IEA (2002) cita, por exemplo, que a China supre mais de 98% de sua população com eletricidade, apesar de contabilizar 56% de pessoas pobres. Além disso, a relação entre consumo de energia e nível de renda não é trivial. A fração da renda que é ou será gasta em fins energéticos dependerá, principalmente, das prioridades (energéticas e não energéticas) dos consumidores, do tipo de ocupação (se a terra é própria ou não), do tipo de atividade (agricultura de subsistência ou produtiva), do acesso a crédito, da pressão social da comunidade, do grau de conhecimento energético da população (o que a energia pode fazer por estas pessoas?), entre outros fatores.

1999, e, praticamente, iniciado em 2000. Assim, a pesquisa PNAD/2001, utilizada como referência nesta dissertação, já engloba alguns resultados do Programa.

Correlação entre consumo de energia e renda nacional



- *Commercial Energy use per capita (kilograms of oil equivalent)* – Uso comercial de energia *per capita* (kg de petróleo equivalente)

- *Gross national product per capita* – Produto Interno Bruto *per capita* (US\$ ajustados para paridade de compra de energia)

OBS.: Os dados se referem a mais de 160 países desenvolvidos, em desenvolvimento e com economias em transição.

Gráfico 7: Correlação entre consumo de energia e renda nacional.

Fonte: *WORLD BANK* (2001) a partir de *World Development Indicators* 2000 (Washington, DC, 2001).

Para ilustrar a demanda reprimida de eletricidade no campo e sua relação com as baixas rendas, serão apresentados alguns dados e gráficos obtidos a partir de PNAD (2001) e desagregados em domicílios rurais e urbanos, assim como em classes de rendimentos.

Atendimento elétrico de domicílios de acordo com o nível de renda

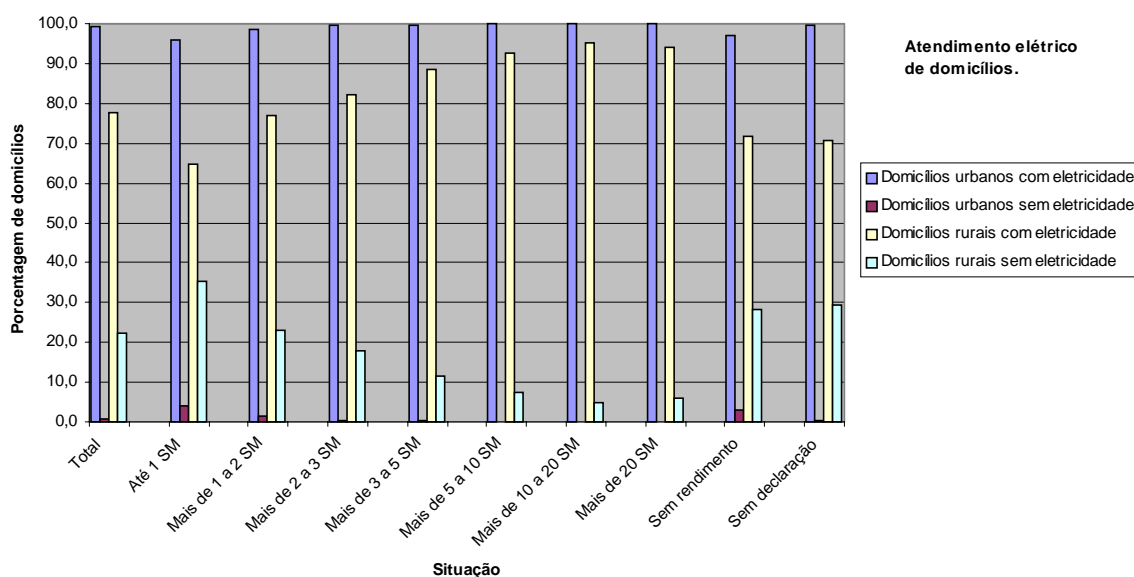


Gráfico 8: Atendimento elétrico de domicílios de acordo com o nível de renda.

Fonte: Elaboração própria a partir de PNAD (2001).

Através dos dados apresentados no gráfico 8, é possível fazer algumas importantes observações acerca da desigualdade no atendimento elétrico, no que diz respeito às áreas urbana e rural. O pior atendimento desta última faz-se evidente ao constatar-se que 99,2% dos domicílios urbanos apresentam iluminação elétrica, enquanto que 77,6% dos domicílios rurais contam com este tipo de serviço. Portanto, 22,4% dos domicílios brasileiros localizados no campo estão “às escuras”! A frieza dos números demonstra que existe uma enorme demanda reprimida por energia elétrica no meio rural nacional.

Outra informação interessante é aquela que mostra a relação crescente de atendimento elétrico, acompanhando o aumento de renda, cuja influência vem comprovar a sua pressão no consumo de energia. Consequentemente, baixos salários significarão atendimentos do serviço proporcionalmente menores. Repara-se que 35,3% dos domicílios rurais com renda até 1 salário mínimo não são atendidos. Por sua vez, 23,1% daqueles com renda entre 1 e 2 salários mínimos não o são, assim como 17,7%

para aqueles com renda entre 2 e 3 salários, 11,5% entre 3 e 5, 7,4% entre 5 e 10, 4,8% entre 10 e 20 e 5,8% para os domicílios rurais com rendas que ultrapassam 20 salários mínimos. Assim, fica evidente que a demanda de energia se relaciona com a renda da família rural.

Já no setor urbano, apesar de existir uma diferença entre o atendimento dos domicílios pela eletricidade de acordo com a renda, a mesma não se mostra tão díspar como no setor residencial rural. Basta ater-se ao fato de que 4,0% dos domicílios com renda até 1 salário mínimo não são contemplados com a energia elétrica e que 0,03% daqueles com mais de 20 salários igualmente não o são. No meio rural, a diferença entre o não atendimento destas duas classes de rendimentos é bem maior.

Outro fato que mostra claramente a relação existente entre o atendimento elétrico e o nível de renda está na semelhança dos números entre os setores urbano e rural, no que diz respeito aos domicílios com eletricidade, conforme a situação salarial aumenta. Entre 5 e 10 salários mínimos, 99,9% dos domicílios urbanos e 92,6% dos domicílios rurais contam com a energia elétrica. Esta diferença diminui entre residências com renda na faixa de 10 e 20 salários mínimos. São praticamente 100,0% e 95,2% dos domicílios urbanos e rurais com eletricidade, respectivamente.

Entretanto, se a mesma análise for feita para as residências com rendimentos de até 1 salário mínimo, observa-se que 96,0% e 64,7% dos domicílios urbanos e rurais, respectivamente, contam com o serviço de energia elétrica. A distância entre os valores é sensivelmente maior, denotando um *apharteid* geográfico do atendimento de energia elétrica, além do financeiro. A afirmação seguinte mostra a influência da renda no serviço de eletricidade.

A experiência tem demonstrado que a iniciativa privada está sujeita a falhas de mercado, relativas a economia de escala e escopo ou a problemas de informação, que redundam em competição imperfeita. Em economias marcadas por disparidades acentuadas, caso do Brasil, o problema central é que a natureza do mercado é tal que o setor privado inclina-se em atender, preferencialmente (em termos de quantidade e, especialmente, qualidade), as exigências de setores de renda relativamente alta (OCAMPO, 1998).

Este fato pode ser comprovado pelas análises realizadas acima, através dos dados obtidos de PNAD (2001), os quais apresentam dados acumulados dos anos em que o serviço elétrico estava nas mãos do Estado, que pelo menos em teoria, deveria prestá-lo de uma forma socialmente justa. Dentro desse contexto, havia a preocupação de que o favorecimento às camadas mais abastadas da população brasileira agravar-se-ia com as mudanças do setor elétrico, tendo em vista a orientação mais mercadológica do setor privado. Com o advento das privatizações, existia a possibilidade de que as concessionárias se limitassem a atender as localidades que lhe permitissem maiores possibilidades de lucro, o que favoreceria a continuidade do hiato no atendimento social. A preocupação procedia, tendo em vista que o processo de privatização foi mal conduzido em vários aspectos, e por isso, temia-se uma minimização das obrigações das concessionárias com relação ao atendimento elétrico rural. Tornava-se evidente a fraqueza da infra-estrutura criada quando eram analisadas as iniciativas das empresas de energia para a implementação de programas de eletrificação rural. Esse cenário não se confirmou, pois a Lei 10.438/2002 apontou soluções para o alcance de metas relativas à universalização do serviço de eletricidade. Além disso, a lei traz uma classificação muito clara quanto ao consumidor residencial de baixa renda, considerando-o como:

Aquele que, atendido por circuito monofásico, tenha consumo mensal inferior a 80 kWh/mês ou cujo consumo situe-se entre 80 e 220 kWh/mês, neste caso desde que observe o máximo regional compreendido na faixa e não seja excluído da subclasse por outros critérios de enquadramento a serem definidos pela Aneel.

De acordo com o Decreto 4.336/02, outro critério para se ter direito ao benefício tarifário da Baixa Renda é que o responsável pela unidade consumidora situada entre 80 e 220 kWh/mês deve ser beneficiário ou estar cadastrado como potencial beneficiário de programas sociais do governo federal: Bolsa Escola, Bolsa Alimentação ou Auxílio Gás. Outro aspecto importante refere-se à titularidade da fatura de energia elétrica. Só poderá ter direito ao benefício o consumidor que for titular da fatura de energia elétrica.

A atual gestão do governo federal demonstra preocupação com à continuidade dos esforços de universalização. As declarações da própria Ministra de Minas e Energia, Dilma Rousseff, trazem um conteúdo de prioridade ao tema.

Estas ações são de extrema importância, pois sem a intervenção governamental, a resposta do setor privado pode ser geograficamente desequilibrada, com um nível de prestação de serviços insatisfatório em cidades pequenas, em periferias, em zonas rurais ou comunidades isoladas onde, devido à economia de escala desfavorável, tais iniciativas não são lucrativas. Tal desequilíbrio pode ser notado também pelas análises

anteriores, ao constatar-se o favorecimento das regiões urbanas em detrimento das zonas rurais.

Por esses motivos, embora haja avanços, a sociedade deve cobrar das autoridades competentes o cumprimento e o aperfeiçoamento das leis de universalização do atendimento. Principalmente quando se percebe que as concessionárias de energia elétrica já se movimentaram para descumprir a Lei 10.438, como apontam TAVARES e FILIPINI (2002). Em junho de 2002, trinta e uma distribuidoras não adotaram o limite de 80kWh para consumidores de baixa renda que têm a conta de luz subsidiada. Os consumidores de baixa renda, além da tarifa menor, também estão isentos tanto do reajuste extraordinário de 2,9% para todos os consumidores residenciais - como forma de repor os prejuízos com o racionamento¹⁴ de energia - quanto da cobrança do seguro contra possíveis racionamentos futuros de energia. As empresas conseguiram uma liminar, naquela data, que as desobrigava de seguir esse dispositivo da lei.

I.2.3.1 – O nível de renda e a posse de aparelhos eletrodomésticos

Comparações semelhantes às expostas anteriormente, também com base nos dados da PNAD, podem ser feitas tomando-se como objeto de análise a posse de equipamentos que dependem de energia elétrica para os seus funcionamentos, pois a melhoria da qualidade de vida também depende do acesso aos mesmos, quando não se desrespeita ou se descaracteriza a cultura local.

¹⁴ O Brasil passou por um período de crise no suprimento de energia elétrica de maio de 2001 a março de 2002, o que levou a um racionamento de eletricidade nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste.

Posse de rádio de acordo com o nível de renda

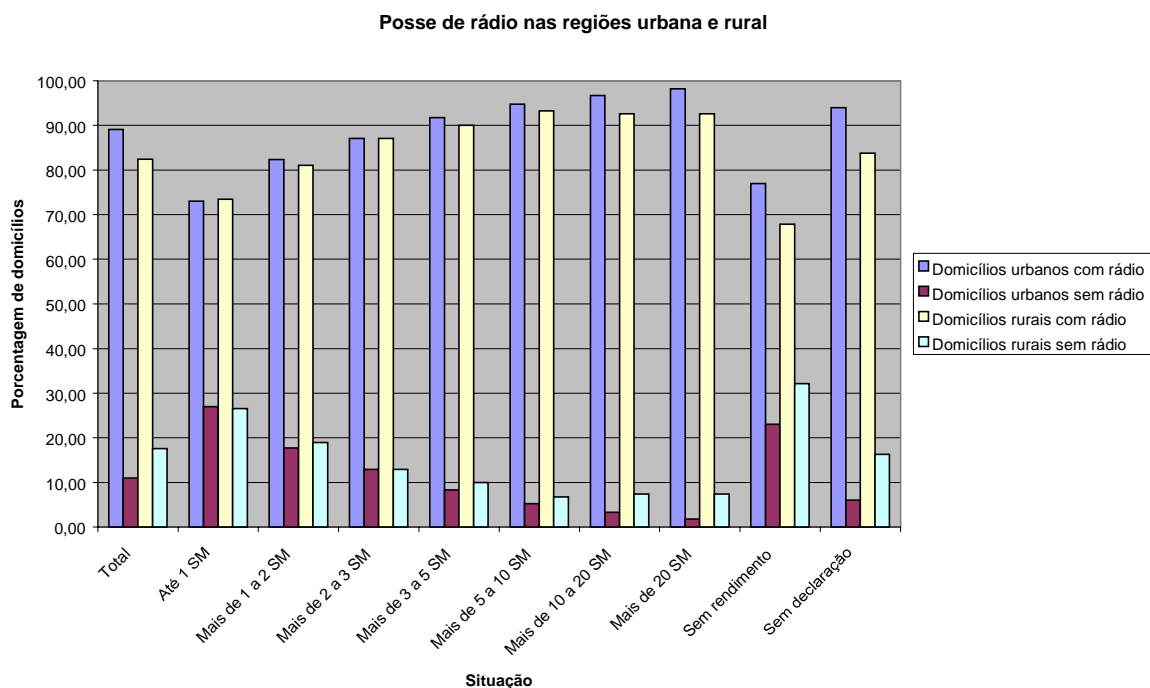


Gráfico 9: Posse de rádio de acordo com o nível de renda.

Fonte: elaboração própria a partir de PNAD (2001)

Posse de TV de acordo com o nível de renda

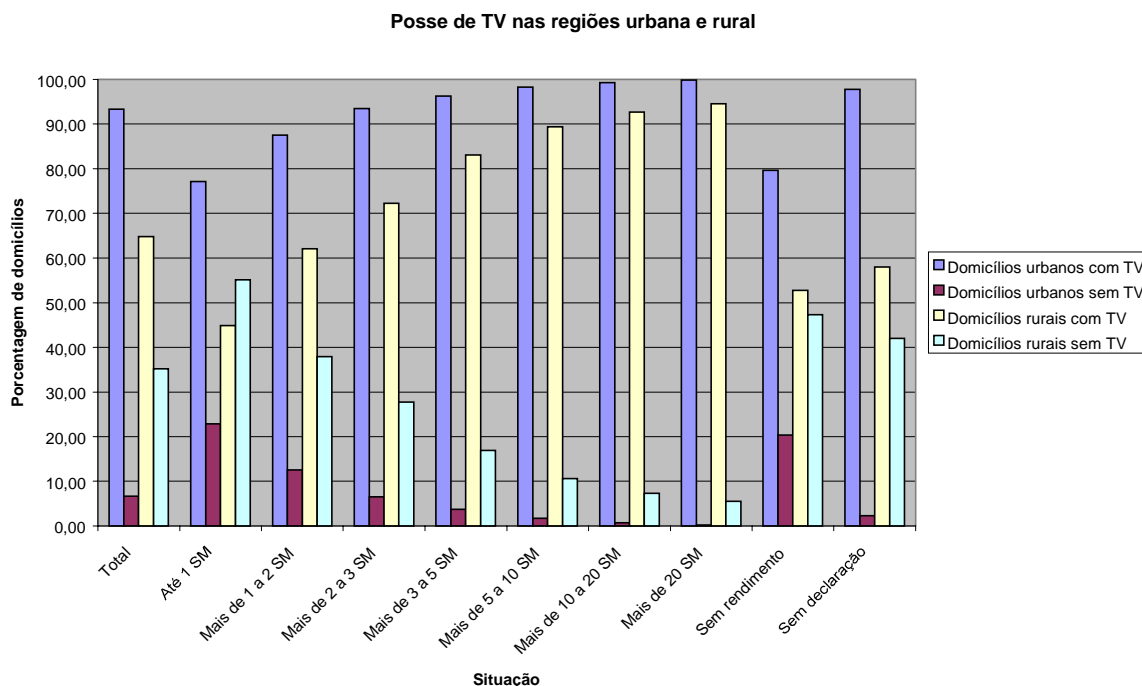


Gráfico 10: Posse de TV de acordo com o nível de renda.

Fonte: elaboração própria a partir de PNAD (2001).

Posse de geladeira de acordo com o nível de renda

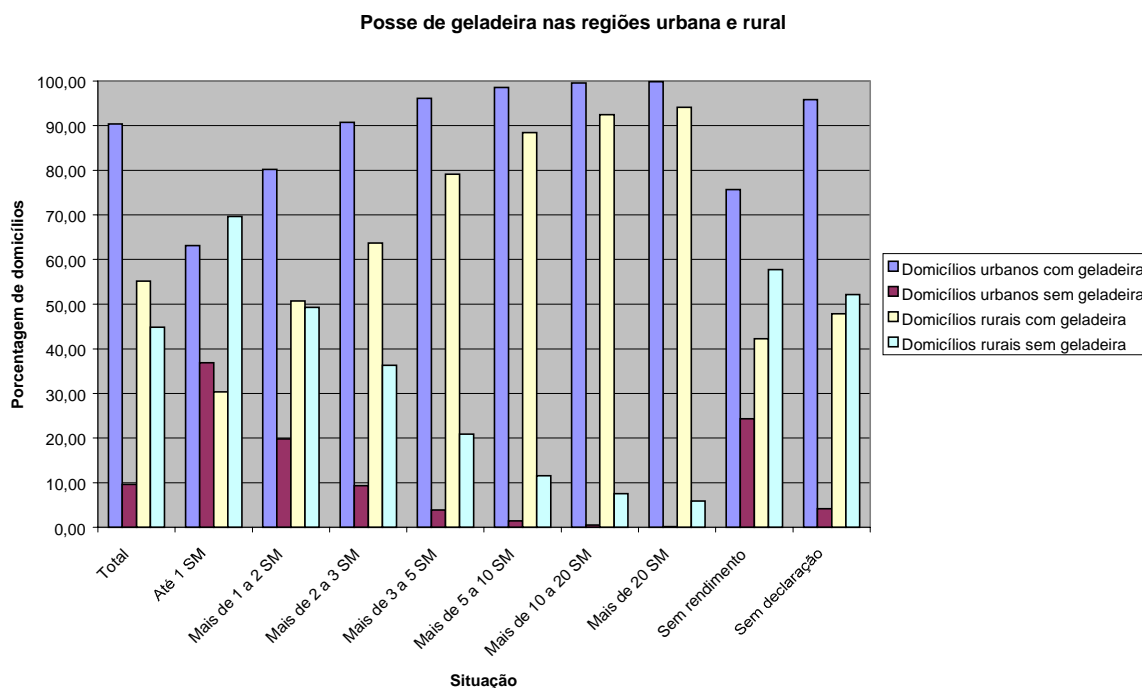


Gráfico 11: Posse de geladeira de acordo com o nível de renda.

Fonte: elaboração própria a partir de PNAD (2001).

Posse de *freezer* de acordo com o nível de renda

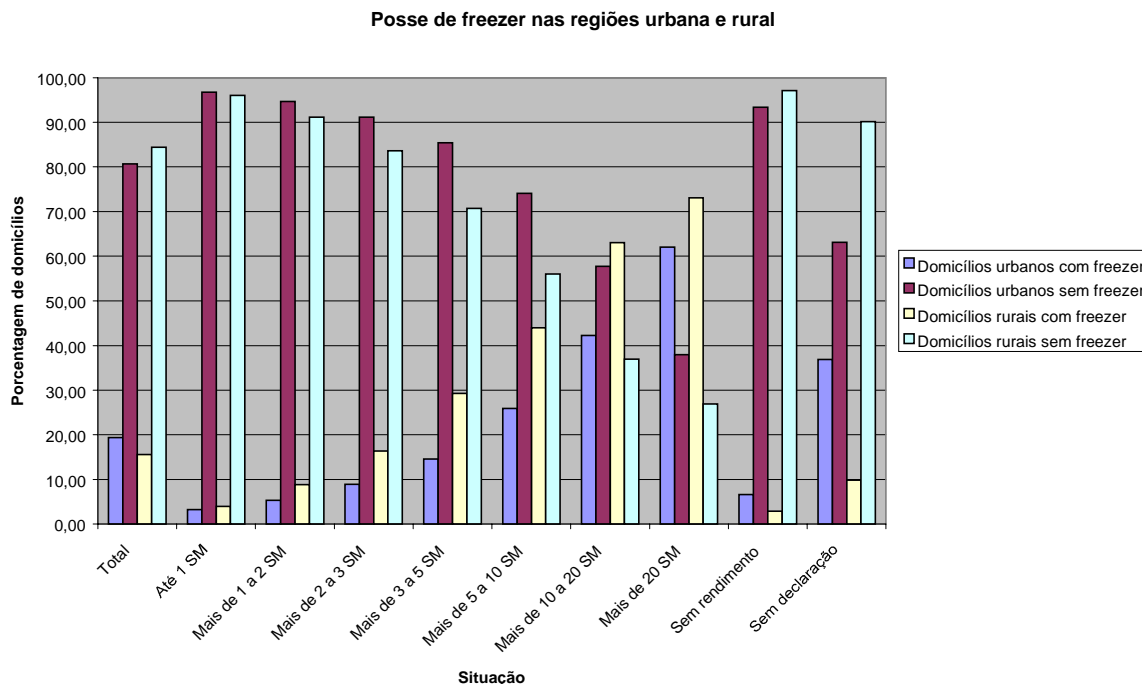


Gráfico 12: Posse de *freezer* de acordo com o nível de renda.

Fonte: elaboração própria a partir de PNAD (2001).

Posse de Máquina de lavar roupa de acordo com o nível de renda

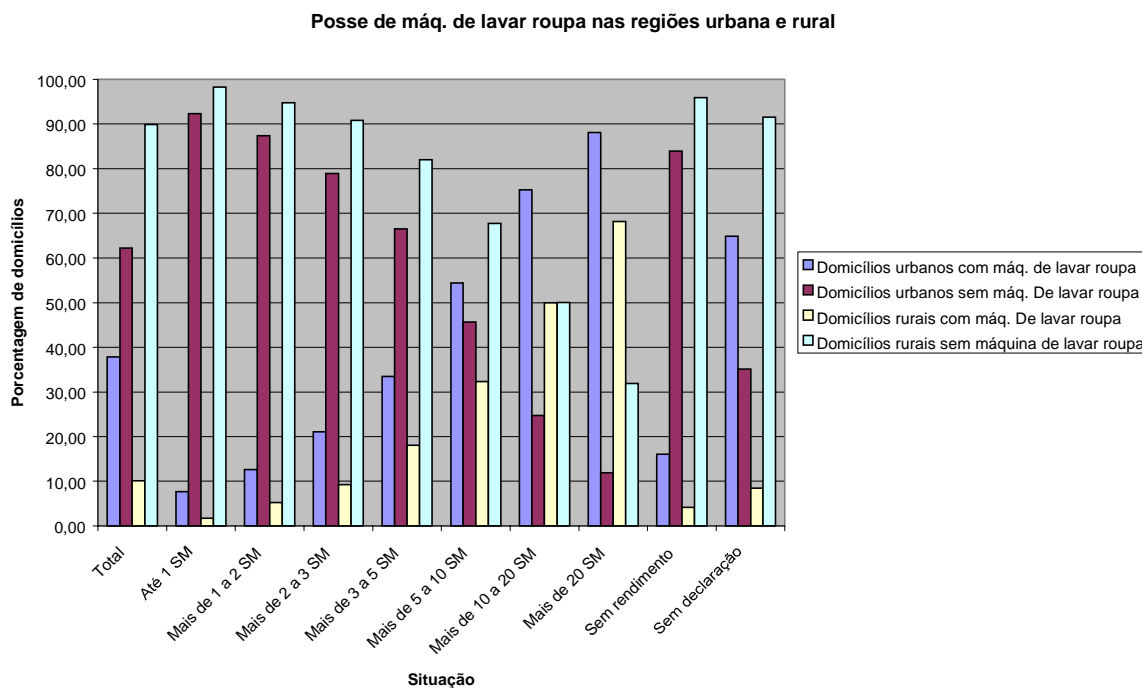


Gráfico 13: Posse de Máquina de lavar roupa de acordo com o nível de renda.

Fonte: elaboração própria a partir de PNAD (2001).

Os gráficos de 9 a 13 confirmam o que poderia se prever: a posse de aparelhos eletrodomésticos cresce com o nível de renda.

Pode-se constatar, portanto, que o atendimento de energia elétrica e o acesso ao uso de aparelhos que a usam, ocorrem de acordo com o nível de renda e a localização do domicílio. No entanto, a situação pode ser encarada como sendo ainda mais cruel ao levar-se em consideração o fato da pesquisa PNAD não considerar as áreas rurais de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá. E, além disso, os dados apresentam o atendimento do serviço, o que não necessariamente representa acesso pleno. A baixa posse de equipamentos eletrodomésticos das famílias rurais com pequenos níveis de renda demonstra tal fato, configurando uma situação de baixo nível de consumo de eletricidade.

I.2.3.2 – Considerações finais acerca do nível de renda e eletricidade

O gráfico 14 relaciona gastos mensais das famílias rurais com alguns energéticos, por meio do resultado de uma pesquisa realizada pelo MME, CEPEL e FBDS, cujas informações se referem a 862 domicílios rurais em diversos estados do Brasil. Constata-se que a grande maioria do universo pesquisado gasta uma pequena quantia monetária mensal com energéticos. Apenas 10% dos domicílios pesquisados despendem mais que R\$ 33,00 por mês.

Gastos Mensais com Energia

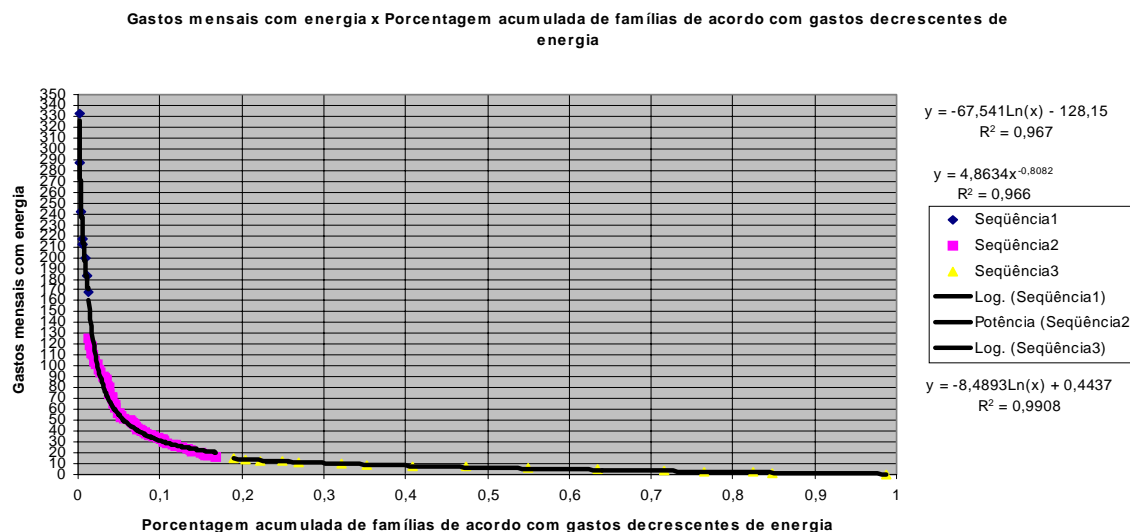


Gráfico 14: Gastos Mensais com Energia.

Fonte: elaboração própria a partir de pesquisa realizada pelo MME, CEPEL e FBDS.

Enfim, a constatação a que se chega é a seguinte: existe uma demanda de energia altamente reprimida nas zonas rurais, muito em função dos baixos níveis de renda. A afirmação contida em MSES/BID (1998) resume de forma contundente toda a discussão anterior:

Há significativa demanda em potencial como uma base de serviços de energia rural. Indivíduos ou residências, micro e pequenas empresas, empresas domiciliares, fazendas e usuários comunitários ou sociais (postos de saúde, clínicas, igrejas, escolas, centros comunitários) sem acesso ao sistema interligado de eletrificação constituem uma base sólida de consumidores com considerável amplitude de exigências que podem ser plenamente atendidas por sistemas isolados de energia sustentável.

I.3 - O serviço da iluminação

Os vários usos da energia elétrica têm a sua devida importância, porém, quando se trata de contingentes humanos não atendidos pelo serviço de eletricidade, a

iluminação aparece como a principal melhoria proporcionada pela eletrificação. Como destaca OLIVEIRA (2001), “ter luz elétrica em casa traz grande conforto, além de possibilitar diversas atividades domésticas noturnas, de lazer, estudo e trabalho”. Por sua importância, realiza-se uma breve discussão acerca do serviço de iluminação elétrica.

A iluminação é considerada como uma necessidade universal. Como os dados do PNAD demonstraram, o acesso à este serviço no meio rural brasileiro ainda deixa a desejar, com 1.540.534 domicílios às escuras, o que representa 22,4% das residências rurais no Brasil. A situação se agrava ainda mais, ao se considerar que muitas famílias até têm acesso à iluminação, mas frequentemente com uma baixa qualidade e em quantidade insuficiente para as mais simples atividades.

SILVA (1999) menciona que através da iluminação residencial tem-se a contribuição para melhoria da qualidade de vida, pois se proporciona uma luminosidade ambiental mais adequada, além da possibilidade de reduzir as emissões decorrentes da queima direta de produtos como querosene e óleo diesel, prejudiciais à saúde, utilizados para atender as necessidades de iluminação.

Segundo o WEC (1999), como via de regra, onde 90 à 100 % das necessidades de iluminação são satisfeitas através de querosene, com grupos de baixa e média renda, o consumo é de aproximadamente 1,8 à 3,6 GJ por residência, por ano, ou cerca de 0,07 à 0,28 litros por noite. Isto com períodos de iluminação entre 2 e 4 horas por noite. Os níveis de iluminação resultantes de lampiões à querosene comuns, normalmente são muito baixos e se apresentam muito aquém daqueles requeridos para necessidades comuns. Citando ainda o estudo acima mencionado, pequenos lampiões queimam 10 ml de combustível por hora, resultando em um nível de iluminação equivalente àquele realizado por uma lanterna elétrica de 2W.

No caso dos benefícios realizáveis, cita-se o caso da educação, que pode ser facilitada pela iluminação das escolas e pela possibilidade do uso de equipamentos (TV, vídeo, etc.), que contribuam para o aprendizado. Entretanto, sua efetivação só acontecerá mediante a existência de programas educacionais consistentes, com professores qualificados e bem remunerados (SILVA, 1999). Vale ressaltar, mais uma

vez, a importância da integração das chamadas esferas multisetoriais integradas (política, econômica, social, técnica e ambiental).

A iluminação adequada pode estender muitas horas produtivas de trabalho. Em casa, há a possibilidade de facilitar atividades como o estudo, artesanato e outras atividades produtivas (escolha de sementes ou costura, por exemplo). Citando novamente as escolas e instituições educacionais, este serviço pode aumentar o tempo de estudo e permitir cursos/aulas noturnos. Nas farmácias e postos de saúde pode haver um aumento nas qualidades do atendimento noturno, na conservação de remédios e vacinas, além de permitir o atendimento emergencial à noite.

Assim sendo, a iluminação aparece como prioridade ou como um primeiro passo para a melhoria do padrão de vida das pessoas mais pobres, tendo em vista os conseqüentes benefícios educacionais e produtivos. Entretanto, o WEC (1999) alerta para o fato de que o consumo de energia para iluminação normalmente cresce de forma rápida com o aumento da renda até um certo nível, mas ao mesmo tempo pode ser um componente crítico no orçamento das famílias mais humildes, podendo representar, segundo o WORLD BANK (2001), 1/3 de suas rendas. Por isso, é válido e recomendável que se cobre pela energia elétrica fornecida, talvez até um nível de igual valor monetário despendido pelas pessoas antes do advento da eletrificação. Assim, os indivíduos comprometeriam uma parte igual ou menor do seu orçamento com serviços elétricos de qualidade superior comparados com aqueles utilizados anteriormente. Mas deve-se alcançar o equilíbrio econômico-financeiro a fim de que nem o consumidor, nem o responsável pela geração da energia sejam prejudicados. Após o possível incremento na renda proveniente dos benefícios da energia elétrica, pode-se passar a cobrar um pouco mais, se este for o caso.

I.4 - Uma visão do ILUMINA acerca da demanda reprimida de energia elétrica no Brasil

Para encerrar este primeiro capítulo, será apresentada uma avaliação aproximada, tendo por base um estudo do ILUMINA, sobre as necessidades energéticas brasileiras em um cenário de melhoria social. A análise vai além do simples fornecimento de iluminação elétrica, apesar da importância que a

mesma representa para quem utiliza formas rudimentares com a finalidade de iluminar sua residência, como verificado anteriormente.

O estudo chama a atenção para o fato de que “esse pequeno exercício tenta, usando as pouquíssimas informações disponíveis, avaliar essa questão, reconhecendo antecipadamente a precariedade das avaliações. Entretanto, pelos resultados obtidos, mesmo que haja grandes desvios, já é possível identificar indícios de um aumento significativo das necessidades energéticas”.

O exercício realizado utiliza como objeto de estudo uma “cesta básica” de eletricidade sugerida por BERMAN (2002), adaptando alguns valores.

Tabela 3: Cesta básica de eletricidade

Eletrodomésticos	Quantidade	Potência (W)	Dias	Horas	Consumo Mensal (kWh)	Consumo Anual (kWh)
Geladeira	1	200	30	18	108	1296
Lâmpadas (compactas)	5	20	30	6	18	216
TV	1	80	30	5	12	144
Ferro	1	800	7	3	17	204
Rádio/Som	1	40	20	4	3	36
Chuveiro	1	3500	30	0,08 (a)	9	108
Liquídificador	1	20	30	0,5	0,3	4
Ventilador	2	100	20	5	20	240
Torradeira	1	1200	30	0,25	9	108
Total					196	2356

(a) Considerou-se apenas 10 minutos de uso do chuveiro elétrico por domicílio (pouco tempo para uma ocupação média de 3,7 hab/domicílio). Esse artifício foi adotado para compensar a provável existência de um percentual significativo de domicílios que não irá usar essa forma de aquecimento.

Fonte: adaptado de ILUMINA (2002) a partir de BERMAN (2002).

Cita-se “a ausência de batedeiras, enceradeiras, microondas, freezer, gravadores, videocassetes, máquina de costura, microcomputador, secador de cabelos e muitos outros”, os quais fariam parte da já citada e necessária democratização das novidades tecnológicas.

Os cálculos partem do princípio de que toda família tem o direito de consumir pelo menos a cesta básica da tabela 3. Não se investiga quais seriam os caminhos econômicos através dos quais isso se daria, mas apenas avalia-se uma ordem de grandeza dessa demanda reprimida.

Sendo assim, tomando-se como base a conexão de 1.540.534 domicílios rurais sem eletricidade (Tabela 2), obtém-se uma demanda adicional de aproximadamente 302,0 GWh mensais ou 3,6 TWh anuais.

Segundo o ILUMINA, no ano 2000, antes do racionamento, o setor residencial consumiu aproximadamente 27% dos 330 TWh totais de eletricidade, cerca de 90 TWh. Portanto, apenas a inclusão dos domicílios rurais não ligados, consumindo a cesta básica, representaria 4,0% do total do consumo residencial em 2000.

Este resultado é mais conservador do que o alcançado pelo ILUMINA, que calculou o aumento do consumo residencial baseado em 4,4 milhões de domicílios desconectados (ou cerca de 10% do total de domicílios brasileiros). Partindo daí, a demanda adicional seria da ordem de 10 TWh anuais, o que significaria 12% do consumo elétrico residencial total.

A situação é mais preocupante ao se considerar que os cálculos acima tratam apenas da demanda dos não conectados. Um percentual significativo de consumidores conectados consome eletricidade em patamares abaixo daquele a que se refere a “cesta básica de eletricidade”. O ILUMINA ilustra essa situação por meio da tabela 4, divulgada pela Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica¹⁵ (GCE) alguns dias antes do início do racionamento.

¹⁵ A Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE) foi criada e instalada por meio da Medida Provisória 2.198-3, de 29 de maio de 2001, a fim de que administrasse

a crise no suprimento de energia elétrica, cuja extensão se deu de maio de 2001 a março de 2002. Sua ação ocorreu, principalmente, por meio de medidas de caráter emergencial.

Tabela 4: Consumo médio mensal de eletricidade no Brasil

Porcentagem do total de consumidores (%)	Consumo médio mensal (kWh)
39	60
32	130
25	240
4	650

Fonte: ILUMINA (2002), a partir de GCE.

Segundo a tabela 4, 71% dos consumidores estão abaixo do consumo da "cesta básica". Esse percentual, surpreendentemente alto, não é discrepante com o consumo médio residencial para o Brasil, que se situa na faixa de 174 kWh mensais (ILUMINA, 2002).

Portanto, ao se considerar não somente a simples conexão, mas um consumo que razoavelmente elevaria a qualidade de vida da população mais desfavorecida, percebe-se a grande demanda residencial reprimida de energia elétrica, não só nas regiões rurais e isoladas, mas também nas regiões urbanas que igualmente possuem camadas mais pobres da população.

Quanto à questão da capacidade de pagar dessa camada, o modelo de mercado implantado no setor elétrico pelo governo federal anterior vai na contramão dessa possibilidade, pois a energia está cada vez mais cara. Seria no mínimo ingênuo imaginar que mecanismos de mercado pudessem resolver essa questão (ILUMINA, 2002).

Por isso, no momento em que o governo brasileiro priorizar o pagamento desta dívida social, será necessário o estabelecimento de metas do aumento da oferta de energia elétrica para que a enorme demanda por eletricidade seja suficientemente atendida. No entanto, torna-se válido mencionar que o consumo de uma cesta básica de eletricidade por parte de todos os domicílios brasileiros, como sugerido anteriormente, constitui um objetivo desejável, porém, de difícil execução no curto e médio prazos. A contenção de gastos na área social que vem a reboque do corte no orçamento federal de 2003 e o aumento da meta de *superávit* fiscal são exemplos de barreiras contra uma ação voltada para o objetivo de consumo da cesta básica.

Partindo dessa constatação, defende-se que os programas de eletrificação residencial rural inicialmente contemplem consumos mais modestos de eletricidade, incluindo o serviço de iluminação, pela sua importância demonstrada na Seção anterior. O advento da chegada de energia elétrica até as famílias não atendidas representa um salto considerável em sua qualidade de vida. Todavia, o planejamento deve incluir tal ação como uma etapa dos programas, necessária ao suporte do desenvolvimento mais pleno, cujo alcance somente ocorrerá por meio de uma política desenvolvimentista integrada. Apenas este caminho, certamente longo, pode desembocar no consumo da cesta básica de eletricidade por parte de todas as famílias brasileiras.

O próximo capítulo procura mostrar que a descentralização da geração de energia elétrica representa uma importante opção para o atendimento das comunidades, nos moldes descritos acima. Em termos de energia elétrica, a maioria dessas comunidades ainda se encontra no Século XIX. O capítulo procura apontar também que mesmo as residências que já contam com o serviço da eletricidade por meio de equipamentos movidos a combustível fóssil podem substituí-los por aproveitamentos locais dos recursos energéticos. A universalização do atendimento decorrente da demanda existente pelos serviços da energia elétrica precisa contemplar não só a ligação de interruptores, mas sim, oferecer opções que forneçam energia de qualidade.

CAPÍTULO II - A NECESSIDADE DE DESCENTRALIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA O ATENDIMENTO DAS RESIDÊNCIAS RURAIS E O PAPEL DAS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

II.1 – O sistema convencional de eletrificação e a geração distribuída

O capítulo I mostrou que há uma enorme demanda reprimida de energia elétrica no meio rural e que a universalização desse serviço se faz premente. A extensão da rede elétrica constitui uma opção de atendimento, sendo inclusive a mais utilizada no Programa Luz no Campo, o que é compreensível, a partir de uma perspectiva técnica e econômica, para os locais que se mostram propensos a essa escolha. Porém, muitas comunidades se apresentam com alto grau de isolamento e de dispersão dos possíveis consumidores, o que dificulta o prolongamento da rede existente a custos suportáveis e de forma tecnicamente adequada. Além disso, o consumo de energia elétrica nas residências rurais é geralmente muito baixo, o que faz com que haja pouco interesse por parte das concessionárias.

A dispersão e o pequeno tamanho das cargas existentes nas áreas remotas, assim como a extrema pobreza que atinge a grande maioria das populações que vive na zona rural são fatores desestimulantes para que a universalização dos serviços de energia elétrica seja feita apenas por iniciativa da concessionária (CORREIA *et al.*, 2002).

No entanto, espera-se uma mudança nesse quadro com o estabelecimento das metas de universalização do serviço público de energia elétrica, de acordo com a Lei 10.438. Torna-se necessário defender, uma vez mais, o engajamento da sociedade para que a lei não se torne mais uma “lei de ocasião”, cuidando também para que sua regulamentação não desvie os objetivos originais.

Quanto à característica de baixo consumo de energia elétrica nas regiões rurais, tecem-se alguns comentários em seguida.

RIBEIRO (2002) aponta que os resultados de uma pesquisa de campo realizada no Estado da Bahia em 10 comunidades (PEREIRA, 1992) indicaram que 65,8% das propriedades rurais das regiões pesquisadas consomem até 140 kWh/mês e que outra fonte de informação do consumo rural refere-se aos relatórios encaminhados pelas

concessionárias à Eletrobrás para balizar as decisões do Programa Luz no Campo, conforme mostrado na Tabela 5.

Tabela 5: Consumo Médio Mensal nos Estados do Amazonas, Pernambuco e Paraná

Concessionária	Consumo Médio Mensal por Consumidor Rural (kWh)
CEAM	157,5
CELPE	132,5
COPEL	322,1

Fonte: RIBEIRO (2002).

ROSSI (1995) fornece um valor médio de consumo mensal de eletricidade bem mais baixo para a maioria das comunidades isoladas encontradas no país: 40 kWh.

Através de dados usados na pesquisa de mapeamento das alternativas energéticas para o Estado do Pará (NASCIMENTO *et al.*, 1999) pode-se efetuar a estimativa da demanda residencial, utilizando-se como referência informações gerais relativas às comunidades típicas da Amazônia:

$$C_{er} = P_i \times f_d \times f_c \times 720 \text{ horas}, \quad (\text{Fórmula 1})$$

onde:

C_{er} = Consumo mensal de energia por residência;

P_i = Potência instalada = 400 W;

f_d = Fator de demanda = 0,7;

f_c = Fator de consumo = 0,4;

Portanto, efetuando-se o cálculo, chega-se a um valor de 80,6 kWh para o consumo mensal de energia por residência naquelas localidades.

Mais um exemplo de consumo elétrico rural é dado por RAHN (2000), que calcula para uma moradia modesta do interior um consumo de 12 kWh por mês através da iluminação noturna e do acesso à comunicação (rádio e televisão). Como defendido no Capítulo I, RAHN (2000) também acredita que “o primeiro passo para melhorar a qualidade de vida do homem do campo está na iluminação”.

Assim, verifica-se por meio da literatura consultada, que os valores médios de consumo de energia elétrica nas residências rurais variam muito. Para os exemplos apresentados o intervalo vai de 12 kWh / mês até 322,1 kWh / mês, valendo lembrar que as definições de residência, propriedade e de consumidor variam de acordo com os estudos. Além disso, na tabela 5, “os consumos médios apresentados escondem o enorme abismo existente entre o consumo das grandes propriedades rurais e os domicílios esparsos, cujos moradores fazem o uso mais básico da eletricidade” (RIBEIRO, 2002). Portanto, o extremo superior do intervalo citado não representa aquele normalmente associado à maioria das famílias rurais. O País precisa criar condições para que as famílias menos abastadas possam alcançar, num intervalo de tempo mais curto possível, um nível de consumo elétrico que lhes proporcione uma melhor qualidade de vida, como aquela que pode ser alcançada pela cesta básica de energia sugerida no capítulo I, seção I.4.

O fato é que, infelizmente, pode-se considerar baixo o consumo de energia nos domicílios rurais, tanto mais quanto menor for a renda da família, como também já apontado no capítulo I.

As dificuldades apresentadas (demanda pequena, dispersa e isolada) não podem inviabilizar o atendimento das regiões rurais e/ou isoladas. A população que se encontra distante dos centros urbanos e da infra-estrutura disponível precisa ser atendida para que possa ter a chance de exercer a cidadania em sua plenitude. Para tanto, a energia elétrica é indispensável, assim como o cumprimento da Lei 10.438, que estabelece metas claras e prazos bem definidos para a universalização do atendimento. A fim de cumprir tais metas, de relevância social indiscutível, as concessionárias necessitarão encontrar alternativas economicamente viáveis.

Assim sendo, uma alternativa promissora é o suprimento energético em pequena escala, designado para servir à demanda por energia também em pequena escala, particularmente em áreas onde há baixa densidade de consumidores e a demanda está dispersa. Portanto, nestas áreas, o atendimento pode se dar através das chamadas soluções descentralizadas de suprimento em pequena escala. Tal solução é defendida por GOUVELLO (1995):

As regiões mais afastadas da rede existente serão sempre as últimas a serem atendidas. Ocorre que são geralmente elas as menos favorecidas. Vale a pena salientar que não se observaria a mesma seqüência no caso de um sistema de atendimento baseado em equipamentos de produção de energia descentralizada in situ.

GOUVELLO (1995) destaca ainda a discriminação sócio-econômica em que a extensão da rede elétrica pode resultar:

Além do mais, uma vez construída a rede de transporte (linhas de alta-tensão), os projetos de eletrificação rural a serem primeiramente realizados quase sempre são os que correspondem às regiões mais densamente povoadas ou mais economicamente aptas para valorizar a energia elétrica, pois são esses os mais eficazes em termos de custo marginal.

Realmente, existem registros de comunidades pobres, desprovidas de energia elétrica e localizadas próximas dos pontos de transmissão.

É necessária uma busca de alteração dessa cultura de atendimento prioritário às comunidades localizadas ao longo de circuitos elétricos já existentes e que apresentam densidade de ocupação economicamente justificáveis. A questão da eletrificação rural não pode ser encarada exclusivamente por meio da perspectiva de mercado. A variável econômica deve ser considerada em consonância com fatores sócio-técnico-ambientais.

Nesse contexto, as fontes de energia renovável devem ser aproveitadas como soluções locais descentralizadas que podem reduzir o custo da universalização para o conjunto de consumidores, fazendo com que a expansão do atendimento não seja

interrompida por falta de financiamento. Além disso, CORREIA *et al.* (2002) chamam a atenção para a inevitável vinculação do uso das energias renováveis ao arcabouço regulatório do setor elétrico brasileiro para a universalização da eletrificação rural.

Porém, antes de se iniciar a análise dos recursos energéticos renováveis como soluções descentralizadas de geração de energia elétrica, cabe o seguinte questionamento: qual seria o limite de utilização da extensão de rede elétrica?

Podemos medir a distância máxima da extensão da rede fora das cidades, além da qual a escolha de uma única rede deixa de ser a solução técnica mais eficaz do ponto de vista microeconômico. Essa distância máxima depende, é claro, da competitividade das alternativas técnicas de produção descentralizada de eletricidade. Ora, nestes últimos anos, o progresso técnico beneficiou bastante os pequenos sistemas autônomos, a ponto de reduzir sensivelmente tal distância (GOUVELLO, 1995).

RIBEIRO (2002) chama atenção para o fato de que “qualquer análise comparativa responsável entre alternativas centralizadas e distribuídas de suprimento de energia elétrica deve partir da definição da localização física dos consumidores”.

Apesar de não existir “informação consistente sobre o mapeamento sistemático dos consumidores que permita uma comparação efetiva destas alternativas” (RIBEIRO, 2002), GOUVELLO e POPPE (1997) desenvolveram uma análise do impacto da distância da rede sobre os custos, partindo de uma amostra com 92 projetos convencionais de eletrificação rural¹⁶.

A análise mostrou uma boa correlação entre a média do custo de investimento por consumidor conectado e a distância da rede existente, considerando somente projetos relacionados com comunidades de tamanhos similares em termos de número de consumidores. Os resultados foram os seguintes:

- 1) Para comunidades com menos de 7 consumidores:

¹⁶ Dados obtidos diretamente da CEMIG, 1997.

$$C_1 = 994 \times d + 662 \quad (\text{Fórmula 2})$$

$$R^2 = 0,957$$

2) Para comunidades com 7 a 13 consumidores:

$$C_2 = 529 \times d + 482 \quad (\text{Fórmula 3})$$

$$R^2 = 0,876$$

3) Para comunidades com 14 a 34 consumidores:

$$C_3 = 188 \times d + 943 \quad (\text{Fórmula 4})$$

$$R^2 = 0,953$$

4) Para comunidades com 35 a 95 consumidores:

$$C_4 = 84 \times d + 325 \quad (\text{Fórmula 5})$$

$$R^2 = 0,901$$

onde:

C_i = custo de investimento médio por consumidor conectado (US\$);

d = distância, em km, da rede mais próxima ao projeto (13,8 kV).

R^2 = coeficiente de correlação.

Tomando-se como exemplo a distância de 1 km, o custo por consumidor gira em torno de US\$ 1.656,00 para comunidades com menos de 7 consumidores. O custo para comunidades com 35 a 95 consumidores cai para US\$ 409,00. Isto representa um custo quatro vezes menor.

A Tabela 6 traz dados estratificados por cliente e distância da rede no âmbito do Programa Luz no Campo na Bahia. Tais dados representam outro exemplo de subsídio para uma comparação entre os custos da universalização através do sistema convencional de eletrificação e os da geração distribuída.

Tabela 6: Custos de eletrificação estratificados por cliente e distância da rede

Distância da rede existente	Quantidade de clientes	R\$ / cliente	R\$ / km
> 20 km	2.980	3.630,00	13.063,00
10 a 20 km	6.509	2.462,00	13.401,00
5 a 10 km	12.704	2.169,00	15.525,00
< 5 km	87.124	1.481,00	< 11.809,00

Fonte: CORREIA (2002) a partir de COELBA.

RIBEIRO (2002) propõe um modelo que visa fornecer ao tomador de decisão uma ferramenta que o permita avaliar a opção energética mais adequada, permitindo uma comparação das opções de suprimento de energia elétrica em comunidades rurais isoladas, a saber: extensão de rede a partir do ponto mais próximo à localidade; grupo gerador Diesel instalado na própria localidade e associado a uma micro-rede local de distribuição; e sistemas fotovoltaicos autônomos distribuídos, instalados junto a cada consumidor.

Portanto, os exemplos citados anteriormente apontam para a existência de iniciativas que permitem avaliar a propriedade da utilização da extensão de rede elétrica para o atendimento de comunidades rurais. Caso esta opção não seja viável frente às outras, faz-se necessária a busca do atendimento descentralizado, principalmente através das fontes alternativas de energia.

II.2 – O potencial das fontes de energia renovável para o atendimento da demanda residencial rural de energia elétrica.

Pretende-se nesta seção, que a discussão seja conduzida de forma genérica, no que se refere à importância que tem as fontes alternativas de energia em relação aos projetos energéticos de pequena escala. O aprofundamento técnico das questões de cada uma das tecnologias não faz parte do objetivo da dissertação. A literatura especializada é abrangente e deve ser consultada ao se tratar da busca de detalhes sobre as tecnologias abordadas.

As discussões anteriores permitem apontar como dificuldades principais do atendimento de energia elétrica às comunidades rurais e isoladas:

- 1 – alto grau de isolamento e de dispersão dos consumidores;
- 2 – pequeno tamanho das cargas existentes, e portanto, baixo consumo de energia elétrica;
- 3 – baixo nível de renda das populações.

A descentralização da geração de energia aparece como uma das soluções mais viáveis para o problema, pois apresenta a opção de utilização dos recursos locais para a geração elétrica, além da flexibilidade de suprimento energético em pequena escala, propício para servir à demanda por energia também em pequena escala. Assim, de acordo com ROSSI (1995), “compatibiliza-se a potência gerada aos consumidores específicos, aumenta-se a auto-suficiência de micro-regiões e diminui-se o custo do transporte da energia”.

O atendimento descentralizado traz em si a necessidade premente de se discutir o papel dos recursos renováveis de energia.

A exploração local das fontes de energia renovável próximas do consumidor constitui, talvez, a principal vantagem da utilização desses tipos de recursos, pois permite tanto conectar os consumidores a pequenas redes isoladas como criar sistemas individuais de atendimento energético. Tendo em vista o desenvolvimento tecnológico, são mais propícios para a geração de energia elétrica por meio de projetos de pequena escala visando o setor residencial rural, os seguintes recursos renováveis: a biomassa e os recursos solar, eólico e hidroelétrico. A utilização de cada uma dessas opções dependerá do grau de complexidade da sua aplicação, assim como da disponibilidade e da restrição ao uso dos recursos energéticos disponíveis.

Portanto, o objetivo, aqui, é apontar o significativo potencial que o Brasil detém no que se refere aos recursos renováveis de energia mencionados acima, procurando indicar que, tanto qualitativa como quantitativamente, é considerável a possibilidade de superação das barreiras que impedem o aproveitamento mais profundo desse potencial. Não é intenção apresentar de forma detalhada as metodologias de estimativa dos

potenciais das tecnologias abordadas, nem realizar um estudo de viabilidade técnico-econômica, mas sim, mostrar que o potencial inexplorado é ainda muito grande, cabendo aos formuladores de políticas públicas a missão de incentivar a análise prospectiva de tecnologias nesta área, desafiando os pesquisadores a apresentar soluções para o problema. Uma ação nesse sentido, por exemplo, vem sendo realizada pelo Centro de Economia Energética e Ambiental (CENERGIA) por meio de uma linha de pesquisa que visa “analisar a viabilidade técnico-econômica de fontes convencionais e fontes alternativas de energia, indicando as principais tendências de desenvolvimento destas fontes no Brasil e averiguando políticas de estímulo ao melhor aproveitamento dos recursos energéticos brasileiros” (CENERGIA, 2002). Feitos estes esclarecimentos, segue uma breve apresentação dos potenciais de geração de eletricidade através dos recursos renováveis selecionados para este estudo.

II.2.1 - Energia eólica

Para que se estime o potencial de geração de energia elétrica de um determinado local por meio do recurso eólico são exigidos dados acurados do comportamento do vento na região de estudo. A determinação da potência elétrica produzida deve considerar dados meteorológicos detalhados, conjugando-os com as características da turbina eólica. Todavia, como já mencionado, não faz parte do escopo do presente trabalho aprofundar este tipo de estimativa. Por isso, a seguir, tecem-se algumas considerações bastante simplificadas sobre estes levantamentos.

Como mostra a fórmula 6, a potência elétrica teoricamente extraída por uma turbina eólica varia com o cubo da velocidade do vento. Portanto, uma turbina deve ser capaz de funcionar sob variações do regime dos ventos muito grandes, tendo em vista que ao dobrar-se a velocidade do vento, aumenta-se em oito vezes a potência.

$$P_{el} = \eta * C_p * \frac{1}{2} \rho * A * V^3 \quad (\text{Fórmula 6})$$

onde:

η é a eficiência de conversão eletromecânica;

C_p é o coeficiente de potência;

ρ é a densidade do ar (1,2 kg/m³, em condições ambientais normais);

A é a área varrida pelas pás coletoras (m^2);

V é a velocidade frontal do vento (m/s).

O C_p depende do *design* e da relação instantânea entre velocidade do rotor e velocidade do vento. Um valor de C_p referido como limite de Betz apresenta-se como 0,593, o qual seria o valor máximo que este coeficiente pode atingir.

Já a velocidade média dos ventos serve como um parâmetro decisivo no estabelecimento da viabilidade do uso de sistemas eólicos. A tabela 7 fornece informações interessantes.

Tabela 7: Relação entre viabilidade econômica e velocidade do vento.

Velocidade média anual do vento a 10 m do chão	Possibilidades de uso da energia
Abaixo de 3 m/s	Usualmente inviável.
3 – 4 m/s	Pode ser uma opção para turbinas eólicas de bombeamento.
4 – 5 m/s	Turbinas eólicas de bombeamento podem ser competitivas com bombas à diesel; aerogeradores isolados podem ser viáveis.
Mais que 5 m/s	Viável tanto para turbinas eólicas de bombeamento, como para aerogeradores isolados.
Mais que 7 m/s	Viável para turbinas eólicas de bombeamento, assim como para aerogeradores isolados ou conectados à rede.

Fonte: HULSHER e FRAENKEL (1994).

As informações da tabela 7 estão em conformidade com o que apresenta DUTRA (2001) em relação à necessidade de se conhecer o potencial eólico:

A metodologia utilizada para estudos dessa natureza está em se encontrar regiões onde a média anual da velocidade do vento seja superior a 5 m/s. Essa velocidade média medida a uma altura de 10m é considerada um limite inferior para viabilização de projetos eólicos a custos atuais.

Portanto, tanto a tabela 7, como a afirmação anterior, indicam que aerogeradores isolados passam a ser viáveis, de uma maneira geral, quando aplicados em regiões que apresentem velocidade média de 5m/s medida a 10m de altura. Assim, estes sistemas mostram-se propícios para o atendimento do meio rural, sendo possível o ganho de destaque para este tipo de utilização no país, como defende DUTRA (2001): “Mesmo que ainda incipiente no Brasil, a tecnologia eólica de pequeno porte, para geração elétrica doméstica, tem crescido principalmente nas comunidades isoladas que ainda não são atendidas pela rede elétrica convencional”.

Em localidades remotas, geradores eólicos de 50 W podem representar um grande ganho na qualidade de vida de uma família. Este equipamento é suficiente para alimentar duas lâmpadas de alta eficiência e um aparelho de rádio (HULSHER e FRAENKEL, 1994).

II.2.1.1 - O Atlas do potencial eólico brasileiro

Tendo sido constatada a viabilidade desta aplicação em comunidades rurais, cabe mostrar o potencial brasileiro total, e para tal finalidade, o instrumento mais importante para estimativas do potencial dos ventos para geração de energia é o Atlas eólico do Brasil desenvolvido pelo Centro de Pesquisas da Eletrobrás (CEPEL), MME e Eletrobrás. O material apresenta mapas com as velocidades médias anuais dos ventos em níveis nacional e regional (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste), constituindo a grande referência nacional para a identificação de locais promissores para prospecção da energia eólica.

O Atlas traz uma estimativa do potencial disponível da ordem de 143 GW, calculada por meio da integração de mapas digitais, contendo todas as áreas que apresentaram velocidades médias anuais iguais ou superiores a 6 m/s e utilizando recursos de geoprocessamento, coadunados com cálculos de desempenho e produção de energia elétrica a partir de curvas de potência de turbinas eólicas existentes no mercado. A figura 2 ilustra este resultado.

Potencial eólico brasileiro

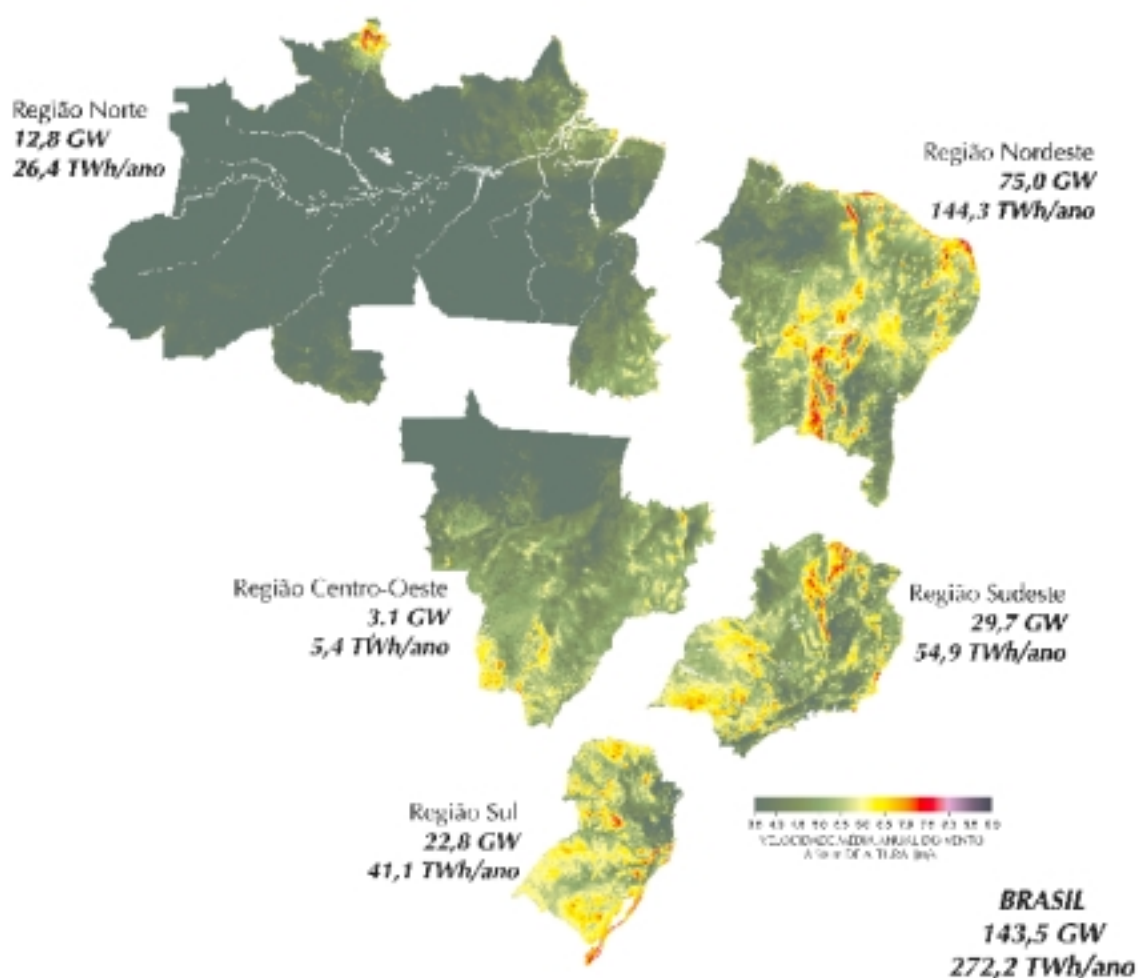


Figura 2: Potencial eólico brasileiro.

Fonte: MME, ELETROBRÁS E CEPEL (2001).

II.2.1.2 - Outras fontes de consulta

Existem outras fontes de consulta para obtenção de dados dos potenciais eólicos regionais. O Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB) criou um banco de dados do potencial eólico do Nordeste. Os dados são oriundos das estações pertencentes ao INMET, à COELBA, à COELCE e ao CEPEL e podem ser acessados via Internet (<http://www.cresesb.cepel.br>). O referido Centro está trabalhando no sentido de disponibilizar o maior número de dados das demais estações anemométricas do Brasil.

Outras iniciativas têm sido alavancadas pelos Estados brasileiros no sentido de mapear detalhadamente os regimes médios sazonais e anuais das velocidades dos ventos. Os Atlas e mapas resultantes definirão a distribuição geográfica dos

regimes de vento nos Estados, auxiliando desta forma, a identificação das áreas mais promissoras para investimentos no setor de energia eólica.

Em 1999, a companhia paranaense de energia, COPEL, publicou o mapa do potencial eólico do estado do Paraná. Foram utilizados dados de vento de cerca de vinte estações anemométricas para simulações em modelo atmosférico de microescala com apresentação gráfica em ferramenta GIS. O Rio Grande do Sul vem mapeando seu potencial eólico desde fevereiro de 2000 e apresentou resultados em 2002. Bahia e Espírito Santo, por intermédio de suas respectivas companhias de eletricidade, Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA) e Espírito Santo Centrais Elétricas (ESCELSA), também estão desenvolvendo projetos similares. A Companhia Energética do Ceará (COELCE) e a Companhia Energética de Alagoas (CEAL), por meio de convênio com o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE), procederam análises de potencial eólico e estudos de viabilidade econômica para diversos grupos do setor privado, o que as tornam importantes fontes de consulta para cálculos da oferta de energia eólica nestes estados.

Grande atenção tem sido dirigida para o Estado do Ceará por este ter sido um dos primeiros locais a realizar um programa de levantamento do potencial eólico através de medidas de vento com modernos anemógrafos computadorizados. Entretanto, não foi apenas na costa do Nordeste que áreas de grande potencial eólico foram identificadas. Em Minas Gerais, por exemplo, uma central eólica está em funcionamento, desde 1994, em um local (afastado mais de 1000 km da costa) com excelentes condições de vento (<http://www.eolica.com.br/energia.html>).

O Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) tem procurado caracterizar os recursos eólicos da região Nordeste. Este trabalho resultou em uma primeira versão do Atlas Eólico do Nordeste do Brasil (WANEB – *Wind Atlas for the Northeast of Brazil*). Esta primeira edição foi editada pela ANEEL em outubro de 1998 e encontra-se em formato eletrônico (CD-ROM). Algumas informações podem ser obtidas também em http://www.eolica.com.br/waneb_por.htm. A instituição vem elaborando também um Atlas do potencial eólico de todo o território brasileiro, constituindo outro instrumento indicativo que pode ter os dados comparados com o Atlas nacional desenvolvido pelo

CEPEL, MME e Eletrobrás. Os dados preliminares do Atlas Eólico do Brasil (CBEE) são apresentados na figura 3.

Atlas Eólico do Brasil (CBEE)

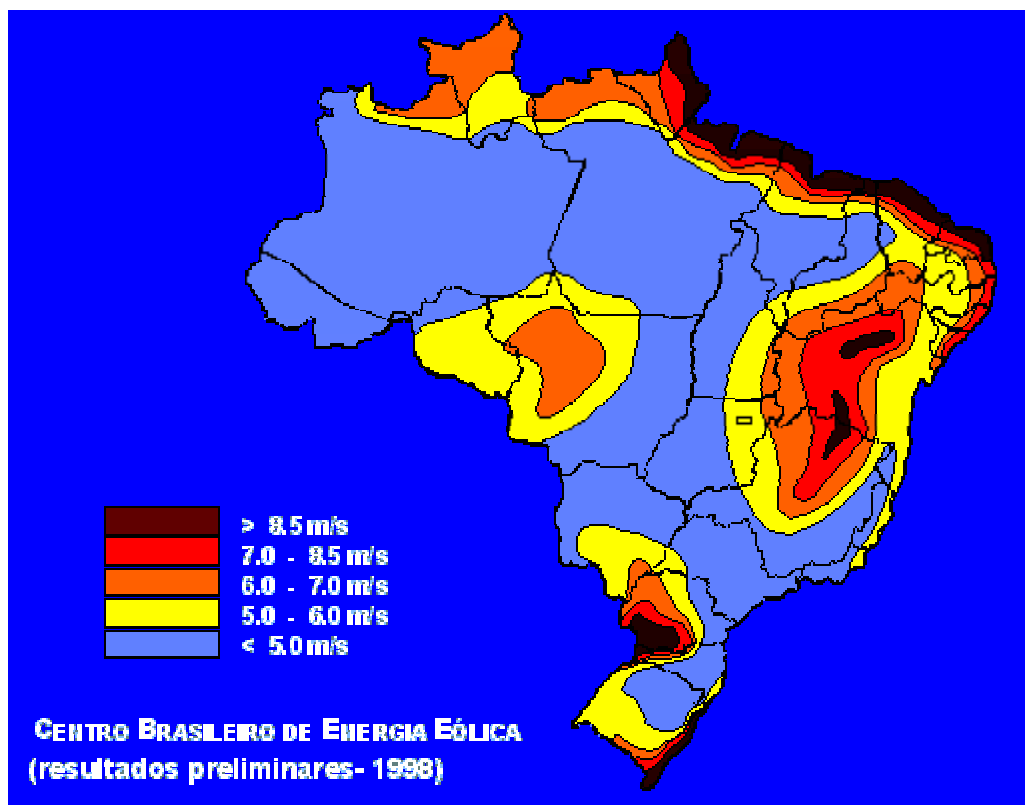


Figura 3: Atlas Eólico do Brasil (CBEE)

Fonte: DUTRA (2001) a partir de CBEE.

II.2.2 - Energia solar

A radiação solar constitui uma fonte energética que pode ser considerada como inesgotável. Este potencial pode ser aproveitado por meio de sistemas de captação e conversão em outras formas de energia como a térmica e a elétrica. Como o enfoque da dissertação está voltado para a geração de eletricidade visando o atendimento das residências rurais e isoladas, torna-se necessário considerar a tecnologia de painéis fotovoltaicos. Esses sistemas empregam um conjunto de células optoeletrônicas, conversoras diretas de radiação solar em eletricidade, basicamente constituídas de materiais semicondutores, como o silício, material mais utilizado para a conversão.

PEREIRA (2000) aponta como aspectos relevantes para o emprego da tecnologia fotovoltaica nas regiões rurais e isoladas: a modularidade, a confiabilidade, a simplicidade, a versatilidade, os poucos requisitos de manutenção, nenhum requerimento de combustíveis para a operação e os custos relativamente baixos para o suprimento de pequenos consumos dispersos. Em geral, os sistemas mais propícios para estas regiões são os autônomos, não conectados à rede elétrica, podendo ou não apresentar fontes de energia complementares à geração fotovoltaica.

Um dos grandes desafios para o pleno aproveitamento dos sistemas fotovoltaicos na geração de eletricidade reside na variação geográfica e temporal do recurso solar, apesar da energia solar que incide sobre o planeta superar em 10.000 vezes o consumo anual da humanidade. Por isso, é fundamental a aplicação destes sistemas em regiões apropriadas

“O Brasil só perde para o deserto do Saara no que se refere a potencial solar” (BALDINI, 2001), contudo, apresenta dificuldades para a instalação de equipamentos de medição solar em toda a sua extensão territorial em virtude de sua grande dimensão. Este fato dificulta a geração direta de informações consistentes em relação à solarimetria das diversas regiões do país. Isto pode representar uma barreira ao aproveitamento racional da energia solar, no que diz respeito ao bom dimensionamento e à viabilidade econômica das instalações, pois mesmo para estudos preliminares de viabilidade da energia solar são necessários dados médios de mínima incerteza. Por isso, desenvolveram-se maneiras indiretas de estimativas de dados para elaboração inicial de projetos, por meio de modelos.

II.2.2.1 - Atlas solarimétrico do Brasil

O Atlas solarimétrico do Brasil constitui basicamente uma junção entre mapas de isolinhas da radiação solar e uma importante base de dados organizada, classificada e padronizada a partir de dados medidos e publicados por diversos autores e instituições ao longo das últimas décadas.

Em 2001 foi apresentada uma versão atualizada do Atlas, baseada na compilação de dados de insolação referentes a aproximadamente 350 pontos no Brasil e em países vizinhos. Esta fonte de informação traz mapas de radiação global diária média, além de

outras informações relevantes para a concepção de projetos de energia solar (WINROCK, 2002).

II.2.2.2 - Atlas de irradiação solar do Brasil

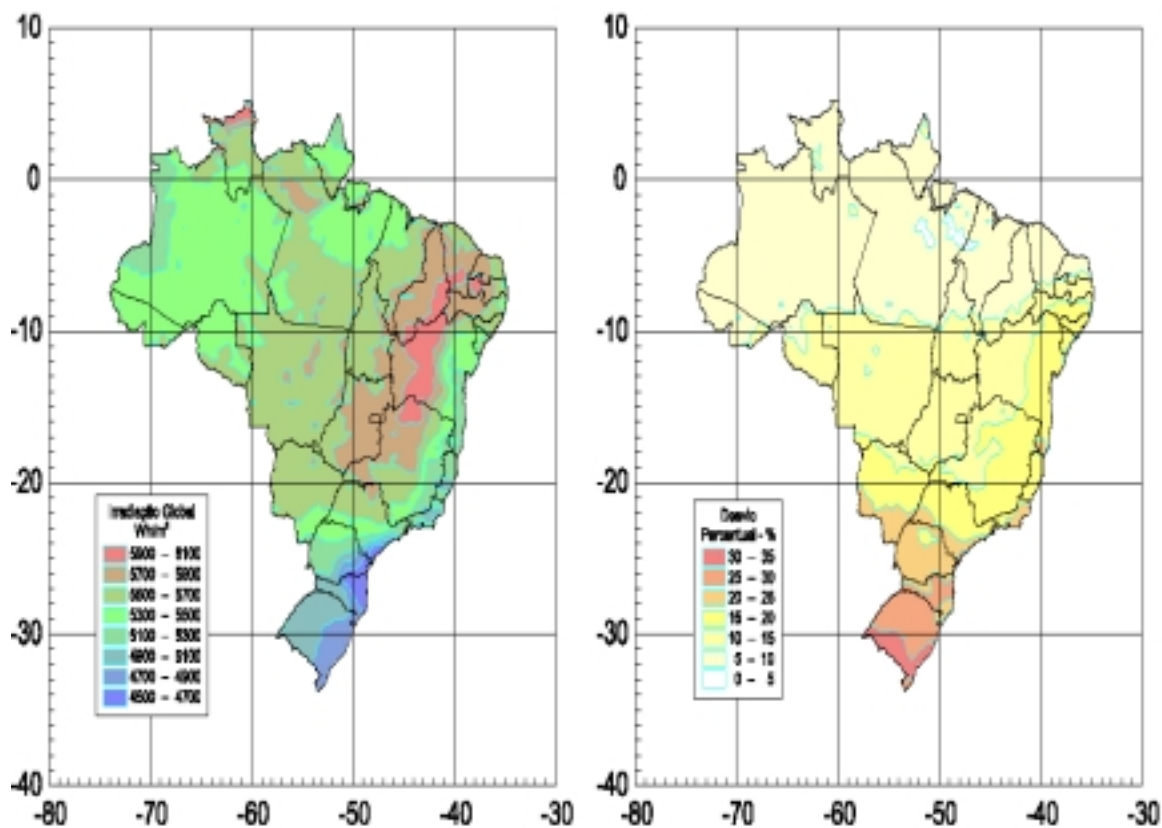
O atlas é uma consolidação e uma representação do estado da arte de dados de irradiação solar global para o Brasil computados com o algoritmo do modelo físico BRAZILSR¹⁷, com base em dados de satélite geoestacionário (COLLE e PEREIRA, 1998).

O resultado são imagens de irradiação mensal (Wh/m^2)¹⁸ e as variabilidades diárias no mês construídas por meio das médias de irradiação mês a mês no período de 1995 a 1998, empregando-se todos os dados disponíveis neste período. A figura 4 apresenta a média anual de irradiação. O Atlas traz imagens como a da figura mencionada para cada mês.

¹⁷ “O modelo BRAZILSR emprega imagens do canal visível do satélite (...) para estimar a irradiância solar na superfície” (COLLE e PEREIRA, 1998). Resumidamente, o modelo se baseia em dados de cobertura efetiva de nuvens obtidos através do satélite e nas contribuições de céu claro e de céu completamente nublado para a irradiância no topo da atmosfera. O modelo é parametrizado para situações intermediárias a estas com dados atmosféricos facilmente disponíveis, como umidade relativa e temperatura absoluta do ar.

¹⁸ A eletricidade gerada por um painel fotovoltaico é diretamente proporcional à intensidade luminosa do sol incidente sobre o mesmo. Portanto, quanto melhores as condições luminosas, maior a quantidade de energia gerada. A quantidade de energia solar incidente sobre uma superfície em um dado período é chamada de insolação, e a unidade usual com respeito a painéis fotovoltaicos é o kWh/m^2 .

Média anual típica de irradiação solar



Irradiação média anual

Variabilidade mensal da irradiação

Figura 4: Média anual típica de irradiação solar

Fonte: COLLE e PEREIRA (1998).

Os dados computados foram validados com base em coletas nas estações solarimétricas do INMET (1985/ 86), do LABSOLAR e ABRACOS – INPE (1995/ 98). Muito embora os dados computados até o presente tenham boa concordância com aqueles coletados nas estações disponíveis, torna-se imperativa a comparação desses para um número maior de estações de superfície qualificadas.

As possíveis falhas associadas ao modelo não impedem algumas conclusões quanto ao potencial de aproveitamento energético solar brasileiro. A figura 4 permite observar que mesmo as regiões com menores índices de radiação possuem um razoável potencial, tendo em vista que “idealmente, a insolação deve estar acima de 5

kWh/m²/dia durante o ano para que o painel fotovoltaico seja bem aproveitado” (HULSHER e FRAENKEL, 1994). O Nordeste chega a apresentar regiões com uma média aproximada de 6 kWh/ m²/dia.

II.2.2.3 - Programa Sundata

Um outro instrumento valioso na determinação do potencial solar para geração de energia em um determinado local é o Programa Potencial Solar – Sundata, desenvolvido pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB).

Este programa destina-se ao cálculo da radiação solar média diária mensal em qualquer ponto do território nacional e constitui-se em uma tentativa do CRESESB de oferecer uma ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. Ela tem sido sistematicamente usada no dimensionamento dos sistemas das diversas fases do PRODEEM¹⁹ (CRESESB, 2001).

O programa SUNDATA baseia-se no banco de dados CENSOLAR (1993). Este contém valores de radiação média diária mensal no plano horizontal para cerca de 350 pontos no Brasil e em países limítrofes. Opera-se o programa com facilidade. Basta conhecer as coordenadas geográficas (latitude e longitude) do ponto de interesse onde se deseja conhecer a radiação solar para efetuar-se o cálculo do potencial solar de geração energética.

A obtenção dos resultados é extremamente simples. Basta escrever, na própria página da Web que contém o programa (<http://www.cresesb.cepel.br/sundatn.htm>), a latitude e a longitude do local de interesse e requisitar o cálculo.

O programa fornece os dados de radiação solar para as 3 localidades disponíveis mais próximas do ponto de interesse, em kWh/m².dia no plano horizontal,

¹⁹ Os programas de incentivo à utilização das fontes renováveis de energia não foram profundamente abordados na dissertação. Porém, vale mencionar que “ao longo dos anos, os sistemas solares fotovoltaicos têm sido objeto de diversas ações voltadas para a pré-eletrificação de comunidades isoladas mais distantes” (MME, 2002b). O Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM) se destaca com a aplicação de recursos a fundo perdido em sistemas para a eletrificação de instalações de uso comunitário.

correspondentes às médias diárias mensais para os 12 meses do ano. Ainda quanto à radiação solar, são mostrados, também, o valor da menor média diária mensal (MÍNIMO), da maior média diária mensal (MÁXIMO), da média diária anual (MÉDIA) e da diferença entre a máxima e a mínima (DELTA).

Para cada uma das três localidades selecionadas são também fornecidos os valores de radiação solar convertidos do plano horizontal para planos inclinados com três diferentes ângulos em relação ao plano horizontal:

- o ângulo igual à latitude;
- o ângulo que fornece a maior média diária anual de radiação solar;
- o ângulo que fornece o maior valor mínimo mensal de radiação solar.

Estas são, geralmente, as inclinações mais favoráveis para a instalação dos painéis fotovoltaicos, segundo as informações contidas em <http://www.cresesb.cepel.br/sundatn.htm> (CRESESB, 2001).

No título das tabelas de resultados são mostrados o nome da localidade, suas coordenadas, o Estado da Federação (ou o país a que pertence, se não for o Brasil) e a distância em linha reta ao ponto especificado (km).

Deve-se encarar a existência destes três importantes modelos como ferramentas que auxiliam no levantamento dos dados necessários para estimativas preliminares da concepção de projetos, dos custos inerentes e de retorno do investimento. Para que as estimativas tenham êxito em relação às futuras aplicações práticas, torna-se extremamente relevante a busca da complementaridade destes instrumentos na medida em que as deficiências de um possam ser supridas pelas vantagens do outro, além da possibilidade de se comparar resultados.

GUIMARÃES (1998) resume a importância da relação entre os modelos para que não sejam concorrentes, e sim, complementares:

Não há necessidade de concorrência, e sim, de um esforço conjunto interdisciplinar, pois na medida em que as informações da diversidade geográfica das regiões forem sobre-postas às informações solarimétricas dos modelos, estaremos estabelecendo um avanço qualitativo nas pesquisas sobre o potencial solar do país.

II.2.3 - Biomassa

Biomassa é um termo geral que cobre uma ampla variedade de material de origem vegetal ou animal. Rigorosamente, este conceito inclui combustíveis fósseis, mas geralmente, o termo é usado para se referir às fontes renováveis de energia²⁰ como madeira e seus resíduos, resíduos agrícolas e fezes humanas/animais, dos quais se produz combustíveis diretamente, ou após alguma forma de conversão. Este processo de conversão pode ser físico (por exemplo, secagem, redução de tamanho ou densificação), térmico (como na carbonização) ou químico (como na produção de biogás). O resultado final do processo de conversão pode ser um combustível sólido, líquido ou gasoso, e esta flexibilidade de escolha da forma física do combustível é uma das vantagens da biomassa em relação a outros recursos energéticos renováveis.

Existem numerosas tecnologias comercialmente disponíveis para processos de conversão e para utilização de produtos finais. Apesar dos diferentes tipos de biomassa possuírem traços em comum, estes exibem variações consideráveis no que diz respeito às características físico-químicas que influenciam seus usos como combustíveis.

Como vantagens aplicativas deste tipo de recurso para a geração de energia elétrica em regiões rurais e isoladas destacam-se: funciona como seu próprio estoque de energia; tecnologia de conversão disponível em ampla escala de potência e em diferentes níveis de sofisticação; produção de combustível e tecnologia de conversão natural de países em desenvolvimento; produção pode prover mais empregos em nível local, em comparação a outros sistemas renováveis de dimensões semelhantes.

Na determinação do potencial de utilização da biomassa para geração de energia, pode-se considerar três grupos de recursos: resíduos (agrícolas, lenhosos, animais e urbanos), cultivos com propósitos energéticos e vegetação natural. A avaliação da fonte

²⁰ Nesta dissertação, o termo biomassa é empregado dentro do conceito de fonte renovável de energia.

local começa pelo exame da utilização das terras, em particular dos tipos de culturas praticadas e pela eventual presença de resíduos inutilizados. O uso de resíduos como combustível é provavelmente tão antigo como a própria produção agrícola e se constitui ainda como uma fonte muito importante para suprir as necessidades de energia de residências. Podem ser divididos em dois grupos: resíduos de colheita, os quais permanecem no campo após a mesma – por exemplo, talos de algodão; e resíduos de processos agro-industriais – por exemplo, casca de arroz.

Como as dimensões territoriais brasileiras são muito grandes e com características regionais variadas, pode-se afirmar que a produção de resíduos agrícolas e florestais é muito diversificada. Por isso, o uso energético dos resíduos produzidos depende das especificidades locais de aproveitamento, principalmente quando se tem em vista os fatores que afetam o potencial de energia dos resíduos, destacando-se:

- variação da colheita;
- variações climáticas;
- área sujeita à produção;
- média anual de resíduos produzidos (ajustada pelo teor de umidade);
- fração recuperável, pois nem todos os resíduos são tecnologicamente, além de nem todos serem economicamente coletáveis;
- fração ambientalmente permitida para remoção, pois resíduos que são deixados no campo desempenham um importante papel na redução da erosão e podem também contribuir para a fertilidade do solo;
- usos competitivos, uma vez que muitos resíduos já têm um uso, por exemplo, como ração animal ou como material para cobertura;
- perdas, já que resíduos são atacados por pragas e perdidos no manuseio durante a coleta, estocagem e transporte.

A tabela 8 apresenta o potencial de geração de eletricidade, a partir de cana-de-açúcar, resíduos agrícolas e resíduos madeireiros, para todas as regiões brasileiras.

Tabela 8: Potencial de Geração de Eletricidade a partir da Biomassa nas Regiões Brasileiras

Regiões	Tipo de Biomassa	POTENCIAL TEÓRICO (MW)		
		Baixo Rendimento	Rendimento Médio	Alto Rendimento
Centro-Oeste	Cana-de-açúcar	158	306	611
	Resíduos da Madeira	70	94	140
	Resíduos agrícolas	1.561	2.082	3.122
Sudeste	Cana-de-açúcar	1.362	2.633	5.267
	Madeira	135	180	270
	Resíduos agrícolas	1.449	1.932	2.899
Sul	Cana-de-açúcar	151	584	584
	Madeira	67	89	133
	Resíduos agrícolas	4.664	6.216	9.328
Nordeste	Cana-de-açúcar	367	513	1.026
	Madeira	56	74	111
	Resíduos agrícolas	593	791	1.187
Norte	Cana-de-açúcar	4	4	8
	Madeira	103	137	205
	Resíduos agrícolas	1.035	1.379	2.069
TOTAL		11.774	16.722	26.961

Fonte: WINROCK (2002) a partir de CENBIO

Os potenciais apontados acima indicam que há um espaço considerável para o aproveitamento da biomassa no que diz respeito aos sistemas de geração de energia descentralizados. Por exemplo, microturbinas a gás para a geração de energia elétrica em sistemas isolados são objeto de pesquisa no valor de R\$ 1 milhão, realizada em convênio entre a Escola Federal de Engenharia de Itajubá (Efei/MG) e a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Serão testadas diferentes microturbinas de até 45

quilowatts, utilizando como combustível o álcool e a biomassa gaseificada, além do gás natural (<http://www.energiabrasil.gov.br>).

Não é por acaso que existem vários movimentos no País a favor de um Programa de Biomassa para incentivar a geração de energia. Estima-se que o potencial de co-geração a partir do bagaço da cana-de-açúcar possa chegar a 6 mil MW, se considerado também a queima da palha. Segundo o representante da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (Unica), Onório Kitayama, a exploração desse potencial ainda é mínima (PEREIRA, 2001).

A figura 5 traz o potencial de geração de energia elétrica através do aproveitamento de cana-de-açúcar, de resíduos agrícolas, de resíduos da madeira e de óleos vegetais. Destaca-se a vocação dos recursos oleaginosos para o atendimento das comunidades isoladas do sistema elétrico, principalmente na Região Amazônica. Outra observação importante se refere à complementaridade das vocações. Por exemplo, as Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste apresentam os menores potenciais de utilização dos óleos vegetais, e no entanto, possuem as maiores perspectivas de aproveitamento dos resíduos agrícolas.

Potencial de geração de energia elétrica a partir da biomassa

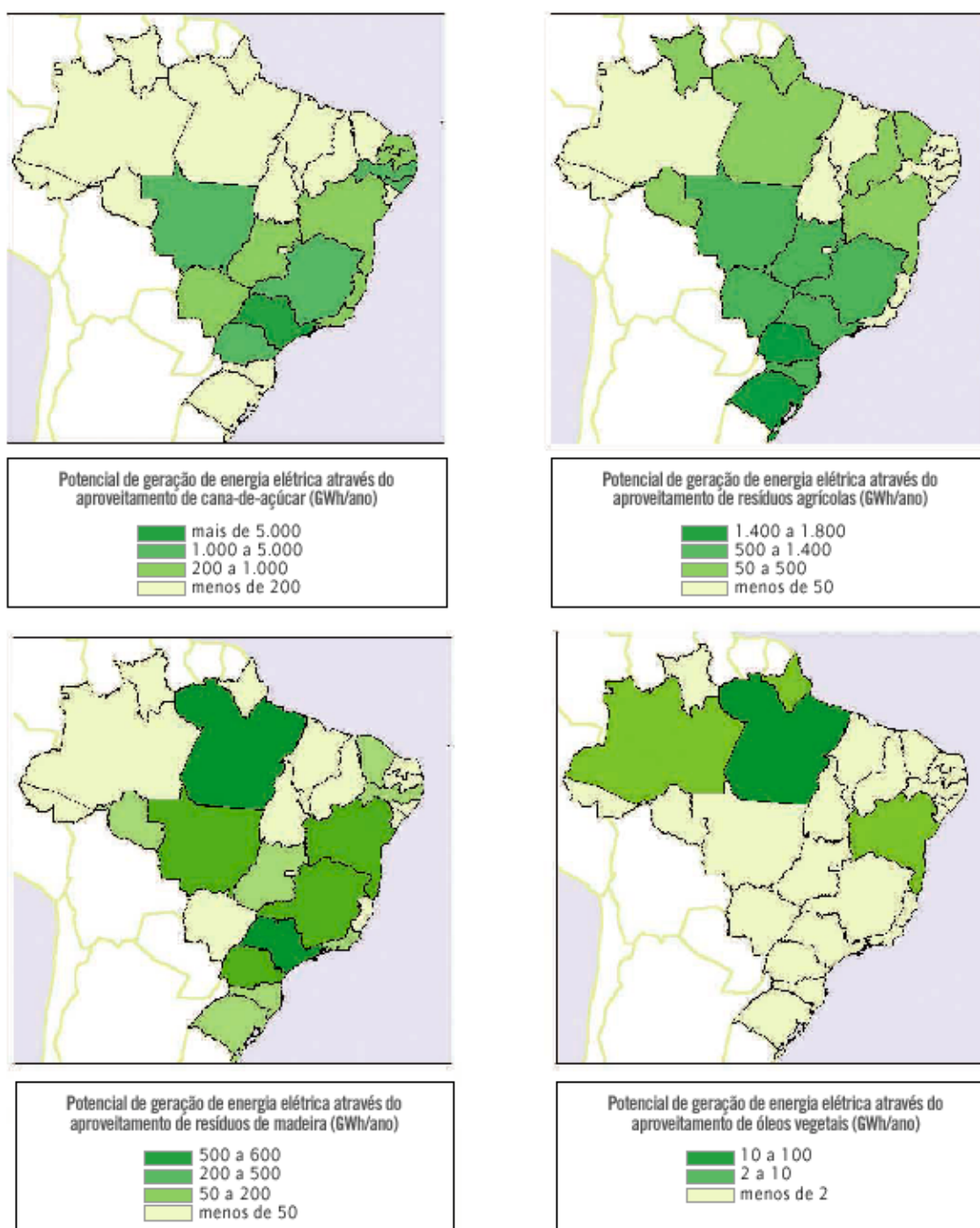


Figura 5: Potencial de geração de energia elétrica a partir da biomassa.

Fonte: ANEEL (2002) a partir de CENBIO.

Uma base de dados fundamental para a prospecção do potencial de aproveitamento da biomassa para a geração elétrica está sendo construída com base nos esforços conjuntos do projeto Informações Energéticas (Infoener) e do Centro Nacional de Referência em Biomassa (CENBIO). Trata-se do Banco de Dados de Biomassa.

II.2.3.1 - O Banco de dados de biomassa

Este banco de dados é acessado via Internet, por meio da *homepage* do CENBIO. Trata-se de um conjunto de informações sobre a biomassa para fins energéticos no Brasil, configurando um perfil estatístico por tipo de fonte energética e desagregado por região, estado e município. Também são apresentados dados estatísticos internacionais sobre biomassa e um módulo específico sobre as atuais tecnologias de conversão da biomassa em energia. O banco foi desenvolvido visando atender as necessidades sobre informações acerca da biomassa, por parte de empresários, consultores, especialistas e pesquisadores. Em virtude da complexidade no processo de coleta de dados em campo, a primeira etapa coloca à disposição, apenas dados referentes à Amazônia Legal Brasileira (CENBIO, 2002).

II.2.4 - Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's)

O Brasil possui um parque gerador de energia elétrica de base predominantemente hidráulica. Em 2000, 88,5 % da energia elétrica gerada foi proveniente da fonte hidráulica, segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) (MME, 2001). As características físicas do país propiciam este tipo de aproveitamento, o qual ainda possui um vasto potencial de exploração ao se considerar que apenas cerca de 24% estão sendo utilizados na produção de energia pelas usinas hidrelétricas em operação.

O potencial hidrelétrico brasileiro, segundo as informações armazenadas no SIPOT²¹ em setembro de 2002, totaliza 258.420 MW, conforme tabela 9. A Região

²¹ O Sistema de Informação do Potencial Hidrelétrico Brasileiro, desenvolvido pela Eletrobrás, é o instrumento utilizado para a organização das informações relativas a esse potencial. Estão armazenadas no SIPOT as principais características de mais de quatro mil locais, como por exemplo: identificação e localização da usina; características físicas, como níveis d'água, volumes de reservatório, áreas inundadas e queda e características energéticas, como potência e energia firme. Os números que traduzem o conhecimento do potencial hidrelétrico brasileiro são objeto de atualizações periódicas, em função do

Norte tem o maior potencial para a geração hidráulica, 111,4 GW ou 43%, enquanto a Região Nordeste tem apenas 10% deste total, 26,3 GW. O potencial hidrelétrico das outras regiões brasileiras é apontado na figura 6, enquanto a tabela 9 apresenta o potencial hidrelétrico nacional estimado e inventariado, de maneira desagregada.

Tabela 9: Potencial hidrelétrico brasileiro (2002)

Estágio²²	Potência (MW)
Remanescente	28.418
Individualizado	60.969
Total Estimado	89.387
Inventário	46.974
Viabilidade	39.648
Projeto Básico	9.477
Construção	11.213
Operação	61.711

aprofundamento dos estudos do potencial já investigado e de novos levantamentos incorporados ao SIPOT (<http://www.eletrobras.gov.br/atuacao/sipot/potencial.asp>).

²² Estágios de desenvolvimento considerados no SIPOT: **Remanescente** - resultado de estimativa realizada em escritório, a partir de dados existentes, sem qualquer levantamento complementar, considerando um trecho do curso d'água, via de regra situado na cabeceira, sem determinar o local de implantação do aproveitamento; **Individualizado** - resultado de estimativa realizada em escritório para um determinado local, a partir de dados existentes ou levantamentos expeditos, sem qualquer levantamento detalhado; **Inventário** - resultado de estudo da bacia hidrográfica, realizado para a determinação do seu potencial hidrelétrico através da escolha da melhor alternativa de divisão de queda, caracterizada pelo conjunto de aproveitamentos compatíveis entre si e com projetos desenvolvidos de forma a obter uma avaliação da energia disponível, dos impactos ambientais e dos custos de implantação dos empreendimentos; **Viabilidade** - resultado da concepção global do aproveitamento, considerando sua otimização técnico-econômica, compreendendo o dimensionamento das estruturas principais e das obras de infra-estrutura local, a definição da respectiva área de influência, do uso múltiplo da água e dos efeitos sobre o meio ambiente; **Projeto Básico** - aproveitamento detalhado, com orçamento definido, em profundidade que permita a elaboração dos documentos de licitação das obras civis e do fornecimento dos equipamentos eletro-mecânicos; **Construção** - aproveitamento que teve suas obras iniciadas, sem nenhuma unidade geradora em operação; **Operação** - aproveitamento que dispõe de pelo menos uma unidade geradora em operação. Os aproveitamentos só são considerados nos estágios "inventário", "viabilidade" ou "projeto básico" se os respectivos estudos tiverem sido aprovados pela ANEEL (<http://www.eletrobras.gov.br/atuacao/sipot/estagio.asp>).

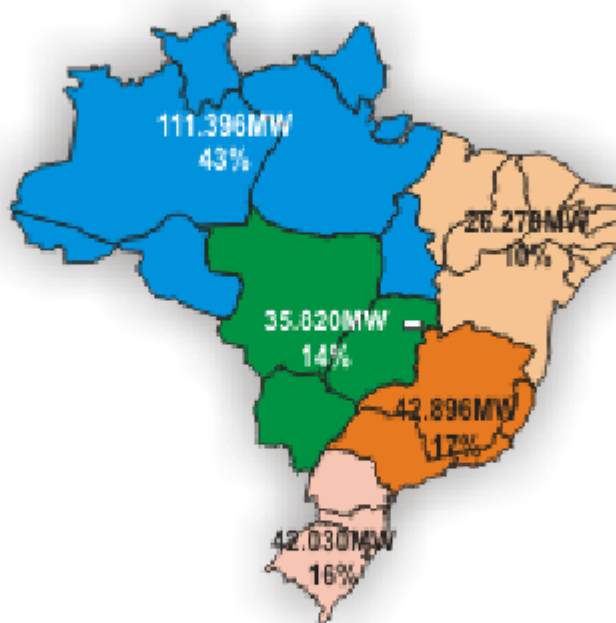
Desativado **10**

Total Inventariado **169.033**

Total Geral **258.420**

Fonte: MME (2002b) a partir de Eletrobrás – SIPOT – set/2002.

DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO



Potencial Hidrelétrico (MW)	
Estimado	89.387
Inventariado	169.033
TOTAL	258.420

Figura 6: Distribuição regional do potencial hidrelétrico.

Fonte: MME (2002b).

“O potencial hidráulico passível de exploração no País, associado às pequenas centrais hidrelétricas, é relativamente elevado (4 % da potência instalável total)” (MOREIRA *et al.*, 2002). De acordo com a tabela 9, as usinas em operação respondem por 61.711 MW²³ de potência. Partindo da informação de que o potencial hidrelétrico

²³ O Banco de Informações de Geração da ANEEL (www.aneel.gov.br) informa que existem 136 usinas hidrelétricas e 202 PCH's em operação, totalizando respectivamente

nacional é de 258.420 MW, conclui-se que o potencial remanescente, passível de exploração, gira em torno de 196.709 MW, o que leva à estimativa de que o potencial a ser explorado por meio de PCH's estaria em torno de 7.868 MW. Entretanto, segundo PORTO (2002), os potenciais inventariados e em estudo para PCH's giram em torno de 9.794 MW e 1.530 MW, respectivamente.

O Plano Decenal de Expansão – 2001/2010 – calcula que serão instalados, durante os dez anos contemplados no estudo, cerca de 1.077 MW²⁴ relativos às PCH's (MME, 2002a). Uma estimativa inicial do potencial de médio prazo é mencionada no Sumário Executivo do Plano Decenal de Expansão – 2003/2012: cerca de 4.000 MW (MME, 2002b). Já o Atlas de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2002) contabiliza a adição de cerca de 5.000 MW de potência ao sistema elétrico nacional nos próximos 10 anos.

Faltam levantamentos sistemáticos sobre o atendimento a sistemas isolados, apesar dos valores informados, tanto em MME (2002b), como em ANEEL (2002), incluírem tais sistemas. O Plano Decenal de Expansão para o período entre 2001 e 2010 traz a informação de que “os estudos de planejamento da expansão da oferta de energia dos sistemas isolados contemplam a expansão indicativa da capacidade de geração e de transmissão dos estados da Região Norte e de Mato Grosso. Há ocorrências de sistemas isolados em outros estados, porém em menor número” (MME, 2002a). Com relação às PCH's, o mesmo Plano Decenal estabelece que “a grande maioria dos sistemas isolados do interior é suprida por unidades dieselétricas de pequeno porte, embora existam, também, algumas pequenas centrais hidrelétricas – PCH, nos Estados de Rondônia, Roraima e Mato Grosso” (MME, 2002a). O capítulo do Plano Decenal para 2001/2010 dedicado aos sistemas isolados não indica expansão de geração elétrica através de projetos de pequena escala utilizadores de fontes alternativas de energia, até porque tais estimativas carregam um alto grau de complexidade no que diz respeito à previsão sistemática de empreendimentos que envolvam projetos de escalas reduzidas. No

potências no valor de 63.332 MW e 843 MW. Porém, os dois números relativos à operação apresentam uma mesma ordem de grandeza.

²⁴ Os projetos de geração passíveis de entrar em operação no período considerado se referem a empreendimentos em construção e com autorização da ANEEL. Os 1.077 MW mencionados se relacionam às estimativas para a expansão do sistema interligado.

entanto, o Sumário Executivo da versão para 2003/2012 aponta para a confecção de um capítulo dedicado à geração distribuída, incluindo as fontes renováveis e a cogeração.

Apesar desta dificuldade de previsão, as PCH's apresentam-se como possibilidades muito adequadas em relação ao atendimento das necessidades de carga das regiões rurais e isoladas, devido às suas principais características: usinas com potência instalada superior a 1 MW e igual ou inferior a 30 MW e com o reservatório com área igual ou inferior a 3 Km². “Esses empreendimentos procuram atender demandas próximas aos centros de carga, em áreas periféricas ao sistema de transmissão e em pontos marcados pela expansão agrícola nacional, promovendo o desenvolvimento de regiões remotas do país” (ANEEL, 2002). Além disso, apresentam outros atrativos como: impacto ambiental reduzido, menor volume de investimentos, prazo de maturação mais curto e incentivos legais.

Para cargas muito reduzidas, torna-se importante considerar os empreendimentos hidrelétricos com potência instalada inferior a 1 MW, principalmente quando existe a constatação de que os incentivos à produção de energia através de projetos de PCH's são mais voltados para o sistema interligado de geração de eletricidade, como demonstra o PCH-COM²⁵.

II.2.4.1 - Mapa do Potencial Hidrelétrico Brasileiro

Um instrumento de grande interesse para os empreendedores do setor hidrelétrico é o Mapa do Potencial Hidrelétrico Brasileiro, recentemente editado pela Eletrobrás. A elaboração do mapa foi iniciada no segundo semestre de 1998 e as informações sobre o potencial foram extraídas da base de dados do SIPOT, sendo lançadas sobre uma base cartográfica digital do IBGE. “Tendo como objetivo principal ilustrar a distribuição espacial da rede de centrais hidrelétricas, em operação e em planejamento, com potências acima de 10 MW, o trabalho se propõe a oferecer ao Setor

²⁵ A ELETROBRÁS, em parceria com o BNDES, em consonância com os esforços do MME, e de modo a ampliar as condições de viabilização de PCH's, implantou o “Programa de Desenvolvimento e Comercialização de Energia de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH-COM”, destinado a incentivar a produção de energia, através de projetos de PCH's que possam se conectar ao Sistema Interligado Brasileiro. Nessa parceria, o BNDES oferece o financiamento para a construção das PCH's e a ELETROBRÁS garante a compra da energia das usinas através de contratos de longo prazo, de modo a

Elétrico e demais setores da economia uma visão geral das potencialidades do parque gerador hidrelétrico nacional” (ELETROBRÁS, 2002).

Por fim, pode-se afirmar que o Brasil ainda possui um grande potencial hidrelétrico a ser explorado e deve fazê-lo na busca de seu maior desenvolvimento. Todavia, a preservação ambiental precisa estar contemplada no planejamento, tendo em vista que as grandes usinas hidrelétricas apresentam impactos ambientais consideráveis ao se levar em consideração o alagamento de áreas que podem conter florestas, plantações e núcleos humanos. Portanto, a importante opção de implantação de hidrelétricas de grande porte necessita ser contemplada com responsabilidade, principalmente quando se constata que uma das regiões com maior potencial hidrelétrico é a amazônica. Além disso, a organização da matriz energética nacional tem sido marcada atualmente pela falta de recursos públicos para investimentos em grandes empreendimentos, principalmente após a política equivocada de privatizações do setor.

Por isso, a opção pelas PCH's deve estar sempre presente, considerando-se tanto a atenuação dos eventuais efeitos sócio-ambientais negativos, que permitem, por exemplo, a não interferência no regime hidrológico do curso d'água, como os custos acessíveis, os menores prazos de implementação e maturação do investimento, as facilidades oferecidas pela legislação e a disposição das concessionárias de energia elétrica de comprarem o excedente de energia gerada por autoprodutores (MOREIRA *et al.*, 2002).

II.3 - A dificuldade de penetração dos sistemas de geração de energia renovável frente à utilização dos combustíveis fósseis

Se existe uma demanda reprimida de energia elétrica no setor rural e se o atendimento descentralizado por meio das fontes renováveis de energia se apresenta como uma solução viável, por que estes sistemas ainda são pouco difundidos no Brasil, detentor de um potencial invejável em relação a tais recursos?

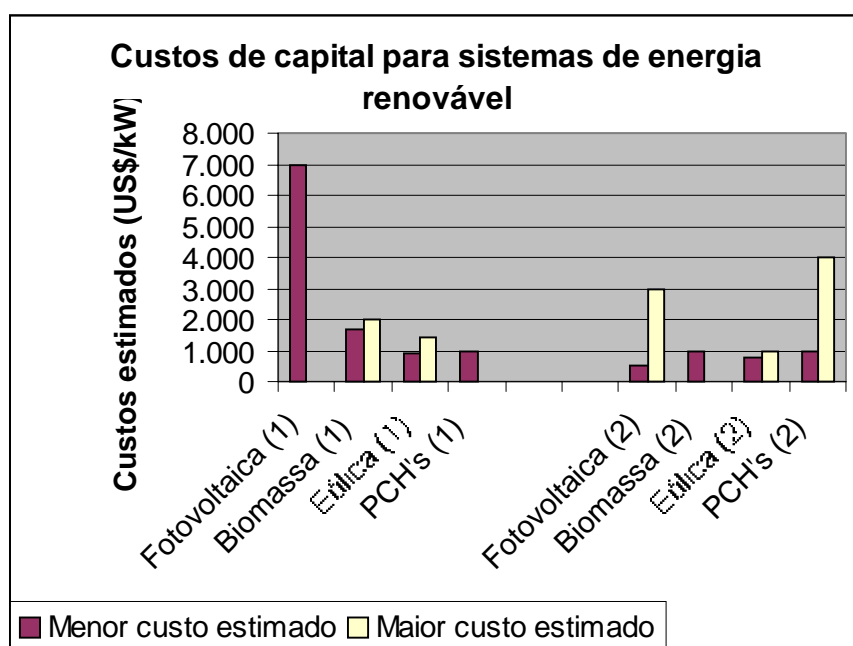
Uma das razões é que as plantas alimentadas com diesel dominam o cenário de geração elétrica de pequeno porte nos países em desenvolvimento. A substituição desses sistemas encontra algumas barreiras, pois os diferentes recursos e tecnologias usados para a geração de eletricidade não são perfeitos substitutos uns dos outros. Este fato torna-se claro ao se comparar vantagens e desvantagens das tecnologias alternativas de energia em relação às tecnologias de combustão de derivados de petróleo. A tabela 10 mostra que as vantagens e desvantagens das renováveis são reversas às do diesel.

Tabela 10: Algumas características das tecnologias geradoras de energia

Motores convencionais movidos a derivados de petróleo	Equipamentos movidos a energia renovável
Altos custos de operação e manutenção.	Altos custos de investimento.
Barulho e poluição.	Silenciosos, em sua maioria, e apresentam baixos impactos ambientais.
Flexibilidade na oferta de energia de acordo com a demanda.	Mais inflexível na operação em termos de atender variações na demanda (a menos que sejam usadas baterias ou outras formas de estoque de energia).
Apresentam custos de combustível.	Geralmente, são livres do custo de combustível.
Necessidade freqüente de intervenção humana, mas que não requer grandes habilidades.	Pouca necessidade de intervenção humana após o funcionamento. Porém, geralmente quando a intervenção é exigida, requer conhecimento especializado.

Fonte: elaboração própria a partir de HULSHER e FRAENKEL (1994).

Apesar dos custos das tecnologias utilizadoras de recursos renováveis terem experimentado um decréscimo bastante acentuado nas últimas décadas e da tendência de continuidade de queda (ver gráficos 15 e 16, assim como tabela 11), quando julgadas com base em critérios convencionais de investimento, ainda parecem ser pouco competitivas.



(1) Custos atuais estimados

(2) Custos estimados para as próximas gerações de tecnologias.

Gráfico 15: Custos de capital para sistemas de energia renovável

Fonte: Elaboração própria a partir de IEA (1998).

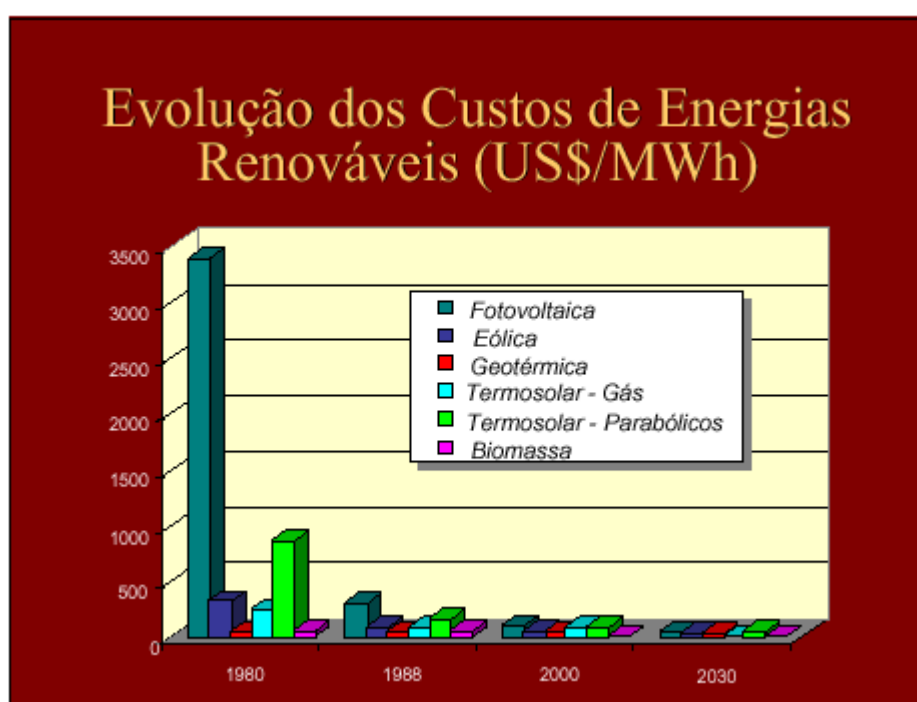


Gráfico 16: Evolução dos custos de energias renováveis.

Fonte: CRESESB (2000).

Tabela 11: Redução de custos de geração, já implementada e antecipada, para alguns sistemas de energia renovável

Tecnologia	Custo atual de geração de energia (US\$/kWh)	Decréscimo nos custos de capital nos últimos 10 anos (%)	Decréscimo esperado nos custos de capital nos próximos 10 anos (%)
PCH's	0.02-0.10	constante	Leve acréscimo
Biomassa			
- Combustão de resíduos	0.02-0.14	constante, mas atualmente em elevação	Tendência de elevação
- digestão aeróbia de resíduos	0.02-0.14	5-10	5-10
- gás de aterro	0.04-0.06	10-15	Leve acréscimo
- florestas energéticas e aproveitamento de colheitas	0.05-0.08 (calor) 0.08-0.15 (eletricidade)	5-10 (calor) 10-15 (eletricidade)	10-15 (calor) 30-50 (eletricidade)
Biocombustíveis			
- etanol	0.24-0.37 (US\$/litro)	5-10	25-50
- biodiesel	0.40-0.52 (US\$/litro)	5-10	20-25
Aquecedores solares	0.03-0.20	30-60	30-50
Energia Solar-térmica	0.10-0.25	50	25
Painéis fotovoltaicos	0.50-1.50	40	40-50

Eólica (on-shore)	0.04-0.10	30-50	20-35
--------------------------	-----------	-------	-------

OBS.: Esta tabela teve por base dados provenientes de *experts* envolvidos em projetos no âmbito da IEA. Os valores apontados variam de acordo com a localização e com os países. A título de comparação, custos de geração típicos para novas plantas convencionais estão entre 0,035 US\$/kWh (para grandes geradoras a gás) e 0,10 US\$/kWh (para pequenos geradores a diesel).

Fonte: IEA (2001).

Os investimentos iniciais de projetos que fazem uso de fontes alternativas de energia são geralmente maiores quando comparados com aqueles que utilizam derivados de petróleo como combustível. Os custos de operação e manutenção destes últimos são superiores, mas uma das grandes barreiras relativas aos projetos de energia renovável reside mesmo na necessidade de altos investimentos iniciais, o que dificulta a substituição dos combustíveis tradicionais por recursos alternativos. Esta situação poderá perdurar por muito tempo, caso não sejam internalizados os custos da poluição produzida pelos geradores de energia convencionais ou se as energias renováveis não merecerem o mesmo tratamento de vantagens políticas que os combustíveis convencionais receberam e continuam a receber.

Segundo a IEA (1999), muitos estudos reconhecem que a energia renovável não pode e não substituirá os combustíveis fósseis pelo menos nos próximos 50 anos. No entanto, os sistemas renováveis desempenharão um papel cada vez maior nas matrizes energéticas mundiais. Para que isto ocorra de forma mais rápida, os cenários acima precisam ser invertidos com a internalização dos custos da poluição produzida pelos geradores de energia convencionais, associada à concessão de vantagens para os sistemas utilizadores de energia renovável.

A tabela 12 mostra uma comparação entre os custos de sistemas de energia renovável e não renovável em alguns países da IEA. Verifica-se que em cada país considerado, os custos de geração baseada em recursos renováveis superam, em sua imensa maioria, aqueles referentes às fontes não renováveis.

Tabela 12: Custos comparativos de renováveis e não renováveis

País	Custos projetados para novas plantas (centavos de dólar/kWh) #			Custos para renováveis (centavos de dólar/kWh)		
	Carvão	Gás	Nuclear	Eólica	Biomassa	Outras
Canadá	3,6-5,2	3,2	3,9-4,6			33,2* (Painel fotovoltaico não ligado à rede)
Dinamarca	3,6	4,3-5,5		5,5 (on-shore)	11,9 (palha)	
França	5,7	3,2	4,8	6,5**		
Alemanha		3,3		5,8-11,0		11-14,4 (Hidro<0,5 MW)
Itália	5,1	3,5		7,5		
Japão	7,4	7,8	7,6	13,3*		
Nova Zelândia***	5,0	2,8		4,5-6,3		3,6-5,7 (Geotermia)
Holanda	5,4-5,9	2,6-2,8		9,0* (1995)		
Reino Unido	3,9*	3,9*	3,9*	5,5**	5,1**	
EUA	3,3-3,5	2,3-2,6	4,5		4,1	

- (Taxa de desconto: 10%, US\$ de 1996). Fonte: *Projected Costs of Generating Electricity*, IEA/NEA,

forthcoming, 1998.

* estimativas de custos das administrações nacionais (1997).

** preços médios de oferta para projetos bem sucedidos (1997)

*** Fonte: New Zealand Energy Outlook, Ministry of Commerce, February (1997)

Fonte: Renewable Energy Policy in IEA Countries
(www.iea.org/pubs/studies/files/renenp2/renenp2.htm.pdf).

Visando a comparação dos valores apresentados com uma referência nacional, apresenta-se a tabela 13.

Tabela 13: Características técnico-econômicas para energias renováveis no Brasil

Fonte	Custo de instalação (US\$/kW)	Custo de geração (US\$/MWh)
Eólica	900 a 1.400	50 a 95
Biomassa	700 a 1.000	45 a 105
PCH	700 a 1.200	35 a 145
Solar	6.000 a 10.000	500 a 1.160

Fonte: PORTO (2002) a partir de Plano Decenal de Geração 2001-2010

Uma análise das tabelas 12 e 13 revela que os custos de geração dos diversos países se situam dentro do intervalo de custos nacionais, no que se refere ao recurso eólico. Quanto à biomassa, os valores do Reino Unido e dos EUA se aproximam do limite inferior nacional, enquanto que o custo de geração através da palha, na Dinamarca, ultrapassa o limite superior brasileiro. A mini central hidrelétrica alemã apresenta um intervalo de custos próximo do limite superior do Brasil com relação às PCH's. E o Canadá possui um custo de geração para a energia solar menor do que o brasileiro.

A União Européia vem agindo de uma forma cada vez mais proeminente no sentido de considerar as externalidades produzidas pelas tecnologias de combustíveis fósseis. O Projeto Atlas constitui uma iniciativa para estabelecer uma base de dados de suporte para pesquisa e desenvolvimento tecnológicos na área de energia. Tal projeto informa que várias iniciativas de mercado estão em condução pelos governos membros da União Européia, assim como pelas autoridades regionais e municipais. Estes esquemas, essencialmente, provêm fundos para cobrir os custos extras incorridos no uso de energia renovável ao invés de arcar com os custos de reparação dos impactos causados pelo uso convencional de energia.

Portanto, instrumentos político-econômicos, como os apontados acima, precisam ser criados para que os custos ambientais das energias não renováveis sejam considerados na tomada de decisão de investimento. Este fato fortaleceria a competitividade das tecnologias mais limpas. Deve estar claro, no entanto, que não se trata de inviabilizar a alternativa de uso dos combustíveis fósseis. A exploração

de tais recursos deve ser realizada, mas a sociedade não deve arcar com parcela tão grande dos custos ambientais provenientes deste tipo de desenvolvimento. O Brasil pode e deve optar por um desenvolvimento mais limpo sem que os países industrializados o façam primeiro. Alcançar o equilíbrio entre o uso das fontes renováveis e não renováveis de energia constitui um desafio que o país não pode se furtar.

Um grande passo foi dado nesse sentido com a instituição da Resolução 245 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), de agosto de 1999, que estende os benefícios da sistemática de rateio da Conta Consumo de Combustíveis (CCC) a empreendimentos que substituam a geração termelétrica baseada em derivados de petróleo ou atenda a novos mercados. Assim, a energia gerada a partir de recursos renováveis pode ser remunerada pelo valor da geração a base de óleo diesel ou óleo combustível (ANEEL, 2002).

Outros suportes governamentais e privados podem ser realizados por meio de investimento em pesquisa e desenvolvimento. O Brasil precisa aumentar os investimentos nessa área, como pode comprovar a tabela 14.

Tabela 14: Gastos com pesquisa e desenvolvimento (P & D) - 1998

Países	% do PIB
Suécia	3,8
Japão	2,9
Coréia do Sul	2,7
EUA	2,7
Brasil	0,8
Argentina	0,4

Fonte: http://www.abimaq.org.br/ceimaq/meta8/gastosP_DPIB_98_T.htm.

COUTINHO e CASSIOLATO (2002) apontam que nos anos 80 assistiu-se ao significativo aumento dos gastos privados e públicos de P&D nos países industriais avançados, observando também que nos anos 90 a sustentação destes gastos se deu em patamar elevado (acima de 2.3% do PIB), apesar da crise financeira e dos processos de redução dos déficits públicos. Além disso, os poucos países em desenvolvimento que

conseguiram aumentar significativamente a sua capacitação tecnológica e industrial nos últimos anos, como a Coréia do Sul, também registraram um notável e rigoroso aumento dos investimentos em P&D. Estes exemplos dão claros sinais de que o desenvolvimento depende de conhecimento e tecnologia gerados pela pesquisa. Assim, o baixo investimento em P&D aponta uma barreira mais genérica à maior inserção das fontes alternativas de energia na matriz nacional.

Outra justificativa mais específica para a baixa penetração dos sistemas alternativos de energia reside no fato da maior parte da potencial clientela sofrer com a falta de informações técnicas e de custeio, entre outras, sobre alternativas disponíveis para o abastecimento de energia renovável, o que vem a reduzir sua capacidade de se tornar ativa consumidora dos serviços de energia renovável para sua comunidade ou uso individual. Carecem também de informações sobre apoio financeiro ou subsídios disponíveis para este fim (MSES/BID, 1998).

O Relatório da ESMAP (2000) informa, por exemplo, que muitas famílias pesquisadas em áreas rurais do Brasil imaginavam que os sistemas fotovoltaicos podiam fornecer apenas iluminação. Outras pensavam que a aceitação e utilização das opções descentralizadas inviabilizariam uma possível conexão futura à rede.

Em diagnóstico da situação de sistemas fotovoltaicos instalados no Estado da Bahia, CORREIA *et al.* (2002) coletaram dados para avaliar as condições de funcionamento e a forma de gestão dos sistemas. Fizeram parte do universo amostral 54 localidades, distribuídas entre 11 municípios do Nordeste do Estado, onde 400 unidades foram avaliadas, o que representa 3,4% do total de sistemas instalados na Bahia. As anormalidades verificadas estão listadas na tabela 15.

Tabela 15: Anormalidades encontradas em sistemas fotovoltaicos na Bahia

Controlador de carga desconectado, retirado ou quebrado
Ausência de conectores nas baterias ou conectores de má qualidade
Ausência de disjuntor de proteção
Fiação em estado precário
Recarga de baterias extras
Reatores e/ou lâmpadas queimadas
Problemas com tempo nublado
Painel com orientação incorreta
Sistema não está sendo utilizado
Equipamentos roubados
Sistema não funciona (abandonado)
Problemas com bateria: descarregada, sobrecarga, substituída precocemente ou utilizada em capacidade abaixo da prevista
Sistema retirado

Fonte: CORREIA *et al.* (2002).

O número de sistemas roubados e abandonados correspondeu a cerca de 50% da amostra. Este fato demonstra a importância que tem a disseminação da informação e o treinamento das comunidades em relação ao funcionamento dos aparelhos. Não basta que os programas de eletrificação simplesmente forneçam os equipamentos, caso contrário ter-se-á uma situação similar a dos assentamentos de trabalhadores rurais sem terra que não recebem assistência para cultivar a terra. Entregar as comunidades atendidas à própria sorte significa colaborar com o aumento das dificuldades de sucesso da penetração dos pequenos sistemas de energia renovável, pois a decepção da população pode conferir um baixo grau de replicabilidade das tecnologias.

A falta de informação não é exclusividade dos consumidores. Possíveis investidores também carecem de informações bem fundamentadas para que as decisões de investimento sejam tomadas, como por exemplo, tamanho e características do mercado de energia renovável, custos de operação e manutenção de sistemas em locais de difícil acesso e adequação de cobrança de tarifas.

Dentro de uma visão otimista, este cenário tende a se alterar. Recentemente, vem aumentando de forma considerável a escala de ação para a difusão, tanto do conhecimento como da aplicação, dos serviços de energia renovável para comunidades rurais e isoladas. A questão ganha uma importância cada vez maior nos vários setores da sociedade, adquirindo “fôlego” renovado a partir da recente crise do setor elétrico brasileiro. O racionamento acelerou o debate sobre a diversificação da matriz energética nacional, abrindo espaço para a discussão sobre uma maior inserção dos recursos renováveis alternativos. Os combustíveis fósseis também adquiriram um peso significativo, principalmente com a solução de curto-prazo que o Programa Prioritário de Termelétricas representava. A frase se apresenta propositalmente no passado, tendo em vista que a indefinição no estabelecimento das regras sobre os preços do gás natural e as cláusulas de *take-or-pay*²⁶ dos contratos de gás, além de outros complicadores, fizeram com que o referido Programa se estabelecesse mais lentamente do que se imaginava, tendo em vista o afastamento de possíveis investidores em decorrência do risco que esse tipo de empreendimento representava. Cabe ressaltar que o potencial brasileiro de exploração do gás natural deve ser aproveitado²⁷, mas procurando-se manter o perfil renovável da matriz energética nacional. Esta característica se deve ao papel preponderante que o recurso hídrico representa para o país, que tem uma oportunidade histórica de somar efetivamente as chamadas fontes alternativas de energia a este tipo de recurso.

Ironicamente, a universalização do atendimento do serviço elétrico e a conseqüente necessidade de utilização do potencial dos recursos renováveis receberam estímulos oriundos do racionamento de energia imposto pelo governo federal brasileiro anterior, a fim de sanar uma crise que teve origem, principalmente, na própria política energética equivocada.

²⁶ Tolmasquim (2002) aponta o *take-or pay* como uma das principais falhas da boa alternativa que representa a termelétricidade a gás natural, no que diz respeito ao atendimento à crescente demanda brasileira de eletricidade. A disponibilidade de energia de base hídrica pode fazer com que ou se pague pelo gás mesmo sem consumi-lo ou que se verta água em ocasiões de consumo de gás com reservatórios cheios.

As privatizações mal geridas resultaram em escassez de investimentos no setor de geração, cuja consequência se deveu também ao acerto, por parte do Governo Federal, de empréstimo com o Fundo Monetário Internacional que, por sua vez, considerou como déficit fiscal qualquer investimento de empresas estatais, ainda que fosse uma mera aplicação de seus lucros. O fato é que a escassez de investimentos na geração elétrica, cujo ônus incidiu e continua a incidir sobre o consumidor residencial e sobre o consumidor produtivo, trouxe “luz” à Lei 10.438 que incorporou obrigações das concessionárias distribuidoras no que diz respeito ao atendimento da população que, segundo CORREIA (2002), vive no “apagão permanente”.

Apesar das críticas, torna-se necessário reconhecer que a gestão anterior do governo federal iniciou esforços de eletrificação rural antes da crise de energia. Programas como o Prodeem e o Luz no Campo somaram-se a iniciativas de Organizações Não-Governamentais, Centros de Pesquisa, Concessionárias de serviço público e Cooperativas de eletrificação rural.

Também vale ressaltar que mesmo com algumas distorções – como encargos financeiros do racionamento incidindo sobre a população que se sacrificou para economizar energia a fim de evitar o chamado “apagão” – a Lei 10.438/2002 deve ser valorizada, tendo em vista que aponta soluções para questões que, até então, não eram encaradas como prioritárias. O aproveitamento do alternativo potencial energético renovável e a universalização do atendimento elétrico são exemplos relevantes para esta dissertação.

O aproveitamento dos recursos renováveis de energia vem ganhando importância não somente no cenário interno, mas também, no cenário internacional em consequência do aumento do aquecimento global causado pela emissão antrópica de gases de efeito estufa (GEE). O assunto possui rebatimentos internos de extrema relevância, apesar de apresentar caráter global. As discussões

²⁷ Na América Central e na América do Sul, a demanda por hidroeletricidade e outras renováveis crescerá a uma taxa de cerca de 1,4% ao ano entre 1999 e 2020, enquanto que o uso do gás natural aumentará 7,4 % ao ano (EIA, 2002). Ver gráfico 17.

anteriores mostraram que as energias renováveis quando julgadas com base em critérios convencionais de investimento, ainda apresentam um baixo grau de competitividade em comparação com as fontes tradicionais de energia. Também se apontou que é necessária a concessão de vantagens para os sistemas utilizadores de energia renovável. No próximo capítulo será discutida uma dessas vantagens, trazida pela necessidade de redução das emissões de GEE. Trata-se do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) que pode vir a representar um instrumento de fomento aos pequenos projetos de energia renovável em substituição aos sistemas baseados em combustíveis fósseis, emissores de GEE.

Consumo de energia renovável e de gás natural na América Central e na América do Sul (1999, 2010 e 2020)

Quadrilhões de BTU

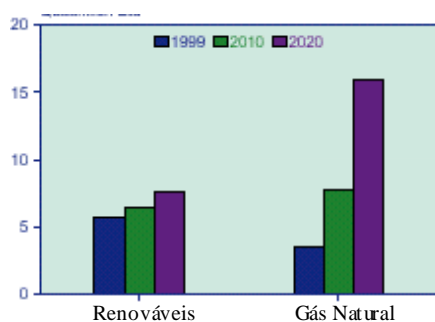


Gráfico 17: Consumo de energia renovável e de gás natural na América Central e na América do Sul.

Fonte: EIA (2002) a partir de: **1999:** Energy Information Administration (EIA), International Energy Annual 1999, DOE/EIA-0219(99) (Washington, DC, February 2001). **2010 and 2020:** EIA, World Energy Projection System (2002).

CAPÍTULO III - O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO E OS PROJETOS DE ENERGIA RENOVÁVEL DE PEQUENO PORTE

III.1 - Introdução

Ao contrário do que é difundido de maneira equivocada, o efeito estufa é de extrema importância para a manutenção da vida na Terra. Sem este, a temperatura média do planeta estaria em torno de 19 °C negativos. O aquecimento global causado pela intensificação do efeito estufa é que representa um grave problema ambiental para a humanidade. O aumento da concentração atmosférica de gases de efeito estufa²⁸, consequência de determinadas atividades econômicas, sobretudo dos setores de energia e transportes, é a causa direta desse aquecimento.

Em 1992, por ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento²⁹, vários países adotaram a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Este foi o primeiro passo em direção ao objetivo de “estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático” (CQNUMC, 1992).

Cinco anos depois, na Terceira Conferência das Partes³⁰ (COP-3) da Convenção, foi criado o Protocolo de Quioto, o qual determina o estabelecimento de compromissos, por parte dos países do Anexo I³¹, de atingir uma meta de redução média de 5% das

²⁸ A CQNUMC define gases de efeito estufa (GEE) como os constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha. O Protocolo de Quioto engloba como GEE, em seu Anexo A, os gases dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e hexafluoreto de enxofre (SF₆) e as famílias de gases hidrofluorcarbonos (HFCs) e perfluorcarbonos (PFCs).

²⁹ (RIO 92), ECO-92, Cúpula da Terra (Earth Summit).

³⁰ A Conferência das Partes (COP) é o órgão supremo da Convenção e tem a responsabilidade de manter regularmente sob exame a sua implementação, além de tomar as decisões necessárias para promovê-la de maneira efetiva. A Conferência das Partes da Convenção ocorre anualmente para acompanhar a sua implementação, deliberando sobre regras e procedimentos. As COP's reúnem a comunidade científica afim ao tema. A primeira ocorreu em Berlim, no ano de 1995, a mais recente em Nova Dheli, em 2002 (COP 8) e a próxima ocorrerá na Itália, em dezembro de 2003.

³¹ Fazem parte do Anexo I da Convenção, os países industrializados membros da OCDE, exceto México e Coréia do Sul, além de países industrializados em processo de transição para economias de mercado.

emissões dos GEE, em relação ao ano de 1990, durante o período de 2008 – 2012. Para alcançarem tal meta, os países do Anexo I deverão proceder a políticas e medidas internas de redução, podendo descontar de suas contabilidades a remoção de GEE por meio de sumidouros³².

Cabe destacar que os países em desenvolvimento (não Anexo I) estão isentos de compromissos quantificados de redução de GEE no âmbito do Protocolo de Quioto por conta do princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada. Comum porque é de responsabilidade de todos os países o aumento do aquecimento do planeta decorrente de uma maior concentração atmosférica de GEE. A maior concentração destes gases intensificará o efeito estufa, o qual apresenta consequências globais, atingindo tanto o índio da floresta amazônica como o grande fazendeiro dos EUA.

A diferenciação se faz necessária por uma questão de justiça histórica. Os países do Anexo I começaram a contribuir para uma maior concentração de GEE desde a Revolução Industrial, enquanto que os países em desenvolvimento iniciaram significativamente a sua contribuição somente a partir da década de 1940, quando a industrialização chegou a estes países. Mesmo atualmente, os países ricos continuam a contribuir com uma emissão muito maior de GEE do que o resto do mundo, sendo que no ano de 1990, os países do Anexo I emitiram cerca de 70% a mais do que os países não Anexo I. Perversamente, os países que menos contribuíram para o aumento da concentração de GEE na atmosfera são justamente os mais vulneráveis às consequências das mudanças climáticas, pois possuem menos recursos para a adaptação aos seus impactos negativos.

Dentre os vinte e oito Artigos do Protocolo aparecem três que tratam dos chamados Mecanismos do Protocolo de Quioto. Tais mecanismos apresentam o objetivo de auxiliar os países do Anexo I em seus compromissos de redução de GEE através da geração de créditos relativos às emissões reduzidas em outros países e a custos menores em relação às atividades internas. Trata-se de: Implementação Conjunta ou JI (*Joint Implementation*), Comércio de Emissões ou ET (*Emissions Trading*) e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) ou CDM (*Clean Development Mechanism*). Os mecanismos devem ser suplementares às ações domésticas.

O JI (Art. 6 do Protocolo) e o ET (Art. 17 do Protocolo) estão restritos aos países do Anexo I à Convenção, com metas de redução de emissões estabelecidas

³² Sumidouro significa qualquer processo, atividade ou mecanismo que remova um gás de efeito estufa, um aerossol ou um precursor de um GEE da atmosfera (CQNUMC, 1992). As florestas constituem um exemplo de sumidouros de carbono.

no Anexo B³³ ao Protocolo. O JI engloba a transferência e/ou aquisição de unidades de redução de emissões resultantes de projetos que reduzam as emissões antrópicas em vários setores da economia. A maior diferença entre estes dois Mecanismos está justamente no fato de que o primeiro envolve o estabelecimento de projetos de um país em outro, enquanto que o segundo permite negociações financeiras das unidades de redução de CO₂ equivalente sem envolver projetos diretamente.

O Artigo 12 do Protocolo, que trata do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), também auxilia as partes incluídas no Anexo I a cumprirem os compromissos quantificados de limitação e redução de emissões. Porém, uma grande diferença em relação aos outros dois mecanismos está no envolvimento dos países que não possuem compromissos de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, ou seja, aqueles não incluídos no Anexo I. Os países em desenvolvimento seriam os hospedeiros dos projetos de redução de emissões ou absorção de GEE. Outra diferença substantiva reside no fato de que o objetivo do MDL também visa assistir os países em desenvolvimento no que se refere ao desenvolvimento sustentável, além de, ao mesmo tempo, auxiliar na contribuição do objetivo final da Convenção. A menção a este tipo de desenvolvimento se dá de maneira explícita no Parágrafo 2 do Artigo 12 do Protocolo de Quioto, diferente dos Artigos 6 (JI) e 17 (ET).

Com relação ao desenvolvimento sustentável, vale destacar que em 07 de julho de 1999 foi criada a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, com a finalidade de articular as ações de governo decorrentes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e seus instrumentos subsidiários de que o Brasil fosse parte (BNDES e MCT, 1999).

Dentre as atribuições da Comissão destaca-se a definição de “critérios de elegibilidade adicionais àqueles considerados pelos Organismos da Convenção encarregados do MDL conforme estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável” (BNDES e MCT, 1999). Portanto, o Brasil, como país não Anexo I hospedeiro dos projetos, tem ingerência sobre os mesmos no que diz respeito ao

³³ O Protocolo de Quioto traz o chamado Anexo B, o qual faz referência aos compromissos quantificados de limitação ou redução de emissões. Trata-se de todos os países do Anexo I da Convenção, com exceção de Belarus e Turquia, que não eram Partes da Convenção quando o Protocolo foi adotado.

estabelecimento de critérios de elegibilidade adicionais aos estabelecidos pelo Conselho Executivo do MDL³⁴.

Ainda em relação ao desenvolvimento sustentável, o Ministério do Meio Ambiente, por intermédio do Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas, sugere que, no Brasil, os projetos MDL estejam voltados, prioritariamente, para os setores que empreguem tecnologias e técnicas que contribuam para:

- eficiência energética no uso final (conservação de energia), em suas diversas formas e nos diversos setores, como o de transportes, a indústria, etc.;
- eficiência energética na expansão da oferta de energia, incluindo a redução de perdas na cadeia de produção, transporte e armazenamento de energia (por exemplo, a redução de emissões fugitivas na produção e transporte de gás natural);
- suprimento de serviços energéticos através de energia renovável ou do uso de gás natural em substituição de combustíveis fósseis com maior teor de carbono;
- aproveitamento energético das emissões de metano (CH₄) provenientes da disposição de resíduos;
- redução nas emissões de GEE no setor industrial (por exemplo, redução de N₂O das indústrias químicas ou de PFC's na produção de alumínio);
- florestamento e reflorestamento a longo-prazo, objetivando a expansão da base florestal para o fornecimento de insumos industriais, o florestamento urbano ou a recuperação de áreas degradadas, abandonadas ou desmatadas. A garantia de sustentabilidade destes setores de atividades deve ser assegurada por órgãos certificadores nacionais ou estrangeiros de reputação internacional, favorecendo assim, a biodiversidade e a definição de uma proporção de floresta nativa por área de floresta plantada.
- redução nas emissões de GEE provenientes da fermentação entérica de rebanhos (OLIVEIRA e RIBEIRO, 2002).

Para finalizar é necessário esclarecer que os países do Anexo I, com metas de redução de emissões estabelecidas no Anexo B, participam do processo do MDL

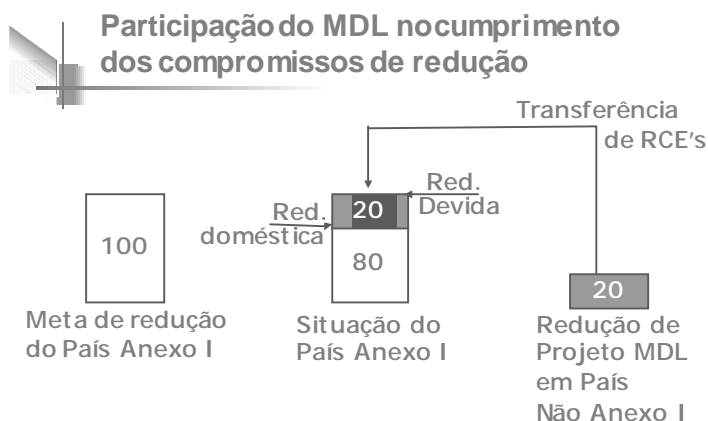
³⁴ O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo deve sujeitar-se à autoridade e orientação da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo e à supervisão de um Conselho Executivo do MDL (Protocolo de Quioto, artigo 12, § 4).

por meio da utilização das Reduções Certificadas de Emissões (RCE's³⁵) resultantes das atividades dos projetos³⁶ para cumprir os compromissos estabelecidos no Protocolo de Quioto, além de atuarem como investidores (companhias privadas, instituições financeiras, órgãos do governo, entre outros) nos projetos realizados nos países hospedeiros (não Anexo I). A quantidade de Reduções Certificadas de Emissões geradas pelo projeto é determinada ao se comparar as emissões do mesmo com as estimativas do que aconteceria na ausência da sua atividade. O cenário configurado pela ausência do projeto MDL é o chamado cenário de referência ou linha de base. A redução das emissões, que deve ser adicional a que ocorreria no cenário de referência, determina o número de RCE's.

O Fluxograma da Figura 7 esquematiza, de forma extremamente simplificada, o procedimento de transferência de RCE's.

³⁵ Redução Certificada de Emissões – RCE - é a unidade certificada de redução referente ao artigo 12 do Protocolo de Quioto, que estabelece o MDL. Cada unidade é igual a uma tonelada métrica equivalente de dióxido de carbono, a partir do potencial global de aquecimento. No original em inglês: CER.

³⁶ O termo “atividade de projeto” é usado, tanto no Protocolo de Quioto, como nas modalidades e procedimentos do MDL, ao invés de “projeto”. Por isso, uma atividade de projeto pode ser um componente ou aspecto de um projeto em operação ou planejado. Definiu-se atividade de projeto como uma medida, operação ou ação que objetiva a redução de GEE.



No exemplo desta figura, um hipotético país Anexo I (desenvolvido) apresenta uma meta de redução de emissões de 100 unidades. Para alcançar esta meta somente com medidas domésticas, ou seja, a partir de ações diretas para reduzir as suas emissões nacionais, o hipotético país terá um determinado custo de abatimento. Caso ele recorra também aos Mecanismos do Protocolo (JI, ET ou MDL) para auxiliá-lo no seu cumprimento de compromissos, ele despenderá um recurso menor do que o que gastaria com medidas internas, em alguns casos. No caso de interesse, o MDL, o custo de obtenção de RCE's nos países em desenvolvimento (não Anexo I) é menor do que o custo de abatimento de redução nos países desenvolvidos (Anexo I), em determinadas situações. No entanto, o Acordo de Marraqueche alcançado na COP-7 é claro ao afirmar que o uso dos Mecanismos deve ser suplementar à ação doméstica, que por sua vez deve constituir um elemento significativo do esforço feito por cada país desenvolvido para atingir seu compromisso de redução. Assim, no exemplo acima, o hipotético país reduziu domesticamente 80 unidades das 100 referentes à sua meta, e recorreu ao MDL para a aquisição de 20 unidades referentes às RCE's geradas por uma atividade de projeto MDL (OLIVEIRA e RIBEIRO, 2003).

Figura 7: Exemplo hipotético de transferência de RCE's.

Fonte: OLIVEIRA e RIBEIRO (2003).

O MDL oferece os primeiros meios reais para a internalização dos benefícios do desenvolvimento limpo, recompensando as companhias que investirem em processos

sustentáveis e não agressores do meio ambiente. No entanto, a integridade ambiental e a atratividade comercial dos projetos MDL dependem de tornar o processo de obtenção das RCE's transparente, confiável e equânime (BOSI, 2001).

Existe a preocupação de que o processo de aprovação desses projetos acarrete altos custos de transação³⁷. Estes custos podem representar barreiras para alguns projetos, particularmente, no que diz respeito a projetos de pequena escala, cuja relevância para a geração de energia descentralizada para a eletrificação rural foi apontada no Capítulo II.

III.2 – A necessidade dos procedimentos e modalidades simplificados para projetos de pequena escala – o *fast-track*

Para que a implementação dos projetos MDL seja incentivada é necessário que os custos de transação sejam minimizados, principalmente os que se referem aos projetos menores, tendo em vista que projetos de porte maior têm uma melhor capacidade de absorção desses custos.

A minimização dos custos de transação do MDL torna-se importante até mesmo para que um dos seus grandes atrativos continue vigorando. Trata-se, mais uma vez, do fato dos custos de redução dos GEE serem, geralmente, menores nos países em desenvolvimento do que nos países desenvolvidos. A comprovação deste fato ocorrerá somente na ocasião da efetiva implementação dos projetos de redução de GEE.

Se não existir essa diferença, será improvável que o MDL siga de maneira satisfatória. A diferença entre os custos de redução doméstica de GEE dos países desenvolvidos e os custos de redução dos países em desenvolvimento deve ser grande o bastante para cobrir todos os custos de transação. Assim, quanto mais altos forem os custos de transação, mais o MDL perde atratividade. Portanto, torna-se claro que “os custos de transação podem decidir se o projeto de MDL é economicamente viável” (PAN, 2002).

³⁷ Os custos de transação estão relacionados a quaisquer gastos que não são usados diretamente na produção de bens ou serviços, mas que incidem sobre o produtor e/ou consumidor para que se complete a

Dentro da perspectiva de facilitar o ciclo de projetos de pequeno porte, o acordo de Bonn, adotado na continuação da Sexta Conferência das Partes (COP – 6 bis) em julho de 2001, incluiu, na Decisão³⁸ 5/CP.6, a necessidade de adoção de um *fast-track* para projetos de pequena escala. De acordo com a referida Decisão, o Conselho Executivo do MDL deveria desenvolver e recomendar, até a COP 8, modalidades e procedimentos³⁹ simplificados para:

- a) **Projetos de energia renovável com uma capacidade máxima da ordem de até 15 MW (ou um equivalente apropriado);**
- b) Projetos de eficiência energética, que reduzam o consumo na oferta e/ou na demanda, até o equivalente a 15 GWh/ano;
- c) Outras atividades de projeto que, concomitantemente, reduzam as emissões antropogênicas e emitam diretamente, por ano, menos que 15 kt de CO₂ equivalente.

A definição de um *fast-track*⁴⁰ para projetos de energia renovável com uma capacidade máxima da ordem de até 15 MW representa um incentivo para a participação no MDL dos pequenos projetos de eletrificação residencial rural que fazem uso das alternativas locais de recursos energéticos.

O Acordo de Marraqueche, alcançado na Sétima Conferência das Partes - COP-7, determinou que o Conselho Executivo do MDL incluísse em seu plano de trabalho, até a Oitava Conferência das Partes - COP-8, o desenvolvimento e a recomendação dessa simplificação nas modalidades e procedimentos relativos aos projetos de pequena escala.

No capítulo II, a falta de informação sobre as características e benefícios das opções dos sistemas de energia renovável, além dos custos, foi apontada como barreira

transação. Custos relacionados à informação e a serviços legais são exemplos. No contexto do MDL, os custos de transação são causados pelo processo administrativo envolvido em suas etapas.

³⁸ A Convenção sobre Mudança do Clima estabelece um processo de tomada de decisão coletiva entre as Partes no que diz respeito à sua implementação, que se dá por meio de decisões tomadas no âmbito das COP's.

³⁹ “Modalidades e Procedimentos” significa modalidades e procedimentos para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo contidos no Anexo da Decisão 17/CP.7, que por sua vez está contida no documento FCCC/CP/2001/13/Add.2. O referido Anexo trata de: definições, regras, Conselho Executivo do MDL, credenciamento e designação de entidades operacionais, requerimentos para participação no MDL, validação, registro, monitoração, verificação e certificação de projetos e emissão de RCE's. Estes assuntos serão abordados ao longo do texto.

⁴⁰ *Fast-track*, modalidades e procedimentos simplificados e regras simplificadas são utilizados como sinônimos ao longo do texto.

à penetração desses sistemas na matriz energética. Isto inibe investidores e consumidores a aceitarem tais tecnologias. Os investidores, em suas tomadas de decisão, vêem essas barreiras como fatores de alto risco.

Assim, a escassez de capital e de conhecimento é freqüentemente citada como a razão para a falta de sucesso na implantação e nas transferências de tecnologia. Como o MDL provê tecnologia, capital e conhecimento, existe potencial, tanto para transpor algumas das barreiras existentes na transferência de tecnologia do Norte para o Sul, como para contribuir com a inovação e desenvolvimento de tecnologias nos países mais pobres (BUEN e TANGEN, 2000).

Cabe aqui defender que a transferência de tecnologia se dê da forma mais transparente possível. Os países em desenvolvimento precisam se resguardar para não serem meros receptores de tecnologias desenvolvidas nos países do Norte. O processo deve permitir a instalação de uma base industrial sólida em termos de tecnologia, principalmente de energia renovável. O Brasil não pode aceitar uma relação de moldes coloniais. Extrapolando as fronteiras do MDL, o país apresenta um potencial gigantesco, talvez o maior do planeta, para o aproveitamento de recursos renováveis. Por isso, a posição brasileira nas transferências de tecnologia deve ser soberana a fim de que não represente somente um grande mercado receptor. Pelo contrário, as relações precisam ser estabelecidas de tal modo que o Brasil possa se tornar um fornecedor de tecnologia. Base científica para essa finalidade o país possui. O que ainda não existe de maneira satisfatória é incentivo para que as pesquisas tenham uma aplicação mais prática.

Vale destacar também que tal posição não deve ser xenófoba. O equilíbrio das relações necessita ser buscado, pois o MDL é um Mecanismo de natureza internacional e que aparece como um estímulo para auxiliar na diminuição das barreiras apresentadas nas discussões acima. Isto faz com que aumente a possibilidade de investimentos em projetos de mitigação de gases de efeito estufa nos países em desenvolvimento, dentre eles, projetos de geração de energia renovável em pequena escala. Isto porque a existência das RCE's pode resultar em impactos relevantes no financiamento, sendo o mais óbvio, a introdução de um novo fluxo de renda que faz com que haja uma mudança no perfil dos riscos.

Quanto aos riscos inerentes ao MDL, o *fast-track* vem auxiliar os projetos de pequena escala, tendo em vista que estabelece uma maior flexibilidade no que diz respeito ao processo do Mecanismo.

As justificativas para esse tipo de flexibilização são:

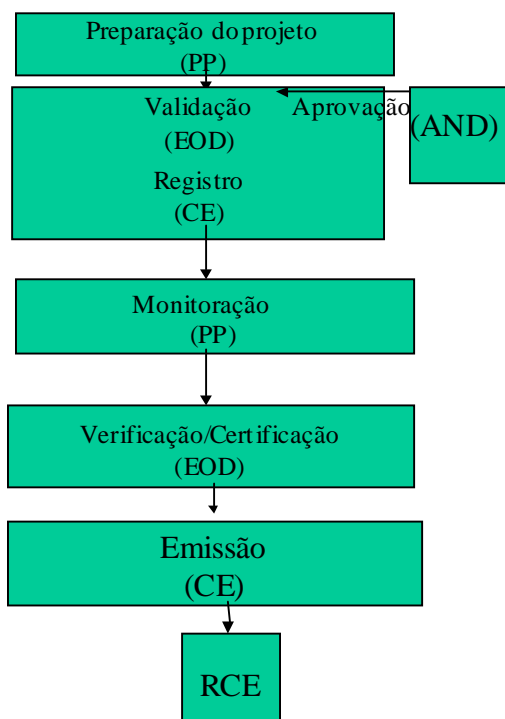
- Pequenos projetos MDL podem ser particularmente importantes no auxílio à melhoria das condições sócio-econômicas e ambientais locais, em alguns contextos (exemplo: pequena geração de energia elétrica descentralizada em áreas rurais sem acesso à rede);
- Pequenos projetos, apesar de totalmente compatíveis com o duplo objetivo do MDL, podem ter uma desvantagem comparativa em relação a projetos maiores, tendo em vista que o valor total de suas reduções de emissões pode não ser suficientes para cobrir os custos de transação adicionais associados ao processo de aprovação do MDL;
- O potencial do impacto de erro ambiental (exemplo: se o cenário de referência é escolhido incorretamente) é provavelmente menor para projetos de pequena escala;
- Poderia ser mais fácil implementar um maior número de pequenos projetos MDL, o que serviria de teste para o desenvolvimento futuro das regras e guias do MDL (BOSI, 2001);
- O MDL pode perder suporte público se as regras forem mais direcionadas aos projetos de grande capital intensivo;
- As tecnologias de pequena escala são algumas das mais promissoras para resolver os problemas de longo-prazo das mudanças climáticas (exemplo: painéis fotovoltaicos, energia eólica e célula-combustível), (BAUMERT, 2000);

- Comparado com o Comércio de Emissões (*Emissions Trading* – ET), onde as decisões de abatimento são tomadas de maneira descentralizada pelos atores comerciais, o MDL é um mecanismo “pesado”⁴¹ (BUEN e TANGEN, 2000).

III.3 – Breve descrição do Ciclo do MDL

Para o efetivo entendimento da simplificação das regras referentes aos projetos de pequena escala, é preciso um conhecimento prévio do ciclo de um projeto MDL. Este processo apresenta uma estrutura (Figura 8) que, geralmente, não será compatível com pequenos projetos, dada a pouca capacidade dos mesmos em absorver os custos de transação acarretados pelo ciclo.

CICLO DE ATIVIDADE DE PROJETO



Legendas:

PP = Participantes do Projeto;

EOD = Entidade Operacional Designada (Qualquer órgão público ou privado que tenha sido credenciado pelo Conselho Executivo e designado pela COP/MOP⁴²);

⁴¹ Torna-se relevante esclarecer que o ET possui um elemento intrínseco de controle, enquanto que o MDL necessita de uma supervisão mais rígida, pois envolve um processo que pode ser considerado *win-win* (ganha-ganha).

CE = Conselho Executivo do MDL;

AND = Autoridade Nacional Designada (O pedido de registro precisa incluir uma aprovação escrita acerca da participação voluntária de cada parte envolvida);

RCE = Reduções Certificadas de Emissões.

Figura 8: Ciclo de Atividade de Projeto MDL

Fonte: Elaboração própria a partir de <http://unfccc.int/cdm/dmprojslide.html>

Segue, portanto, uma descrição resumida das etapas a serem percorridas por um projeto candidato a receber RCE's.

A – Preparação ou concepção do projeto

Um país em desenvolvimento pode participar de uma atividade de projeto MDL se for Parte integrante do Protocolo de Quioto. No caso brasileiro, o Presidente da República assinou, em 23 de julho de 2002, a carta de ratificação, que, em seguida, foi enviada ao Secretariado da Convenção sobre Mudança do Clima. Entretanto, juridicamente, o país será Parte do Protocolo somente quando este entrar em vigor.

Existem requisitos metodológicos específicos para a participação dos países industrializados (Anexo I) no MDL, não cabendo aqui detalhá-los. O que interessa, em termos do que trata o artigo, é saber que o Secretariado manterá uma lista de consulta com as Partes elegíveis do Anexo I.

A preparação ou concepção do projeto pelos seus participantes envolve o estabelecimento do cenário de referência e o preparo do plano de monitoração, além de outras ações. Nesta fase, os participantes deverão gerar um documento de concepção do projeto (*project design document* – PDD).

A.1 - Documento de concepção do projeto (PDD)

Os assuntos abordados em seguida baseiam-se no Acordo de Marraqueche e na versão do PDD que contém inserções e comentários do Painel que trata de metodologias para cenário de referência e plano de monitoração (Painel de Metodologias ou *Meth*

⁴² MOP é a abreviação para *Meeting of the Parties*. Trata-se dos encontros das Partes da Convenção do Clima que ocorrerão após a entrada em vigor do Protocolo de Quioto. Participarão dos encontros os

*Panel*⁴³). A versão final do documento foi aprovada na COP-8, em Nova Dheli, e pode ser acessada via Internet (<http://unfccc.int/cdm>). Uma tradução para o português está contida no Anexo II da Resolução nº 1 da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima.

O PDD deverá conter:

A.1.1) Descrição geral da atividade de projeto, contendo o título, os participantes, o seu propósito e a sua descrição técnica, incluindo a localização, a categoria, a forma de transferência de tecnologia (caso houver), breve descrição de como serão reduzidas as emissões antropogênicas de GEE e afirmações de que o projeto não ocorreria na ausência do MDL.

A.1.2) Proposta de metodologia para o cenário de referência. Os participantes devem selecioná-la, levando em consideração as abordagens abaixo e justificando apropriadamente a escolha:

- Emissões históricas ou atuais existentes, ou
 - Emissões provenientes de tecnologias que se apresentam economicamente atrativas, levando em consideração barreiras ao investimento, ou
 - A média das emissões de atividades similares ao projeto,
- considerando-se os 5 anos antecedentes. As similaridades social, econômica, ambiental e tecnológica devem ser apontadas, junto à comprovação de que seu desempenho esteja entre os primeiros 20% de sua categoria.**

países que ratificarem o Protocolo.

⁴³ Este Painel desenvolve recomendações para o Conselho Executivo do MDL acerca de diretrizes para metodologias de cenário de referência e plano de monitoração. A versão preliminar do PDD que serviu de base para as discussões esteve aberta para comentários públicos no período de 3 a 11 de julho 2002 no *web site* da Convenção sobre Mudança do Clima que trata do MDL (<http://unfccc.int/cdm>). O Painel de Metodologias é presidido pelo ex-Secretário de Políticas e Programas em Ciência e Tecnologia do Ministério da Ciência e Tecnologia, Dr. Luiz Gylvan Meira Filho. Outro brasileiro, membro do Painel é o Professor do Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ, Dr. Roberto Schaeffer.

Essencialmente, o cenário de referência ou linha de base determina o cenário futuro de emissões de GEE na ausência do projeto. Por isso, deve ser estabelecido de uma maneira transparente com relação à escolha de abordagem, metodologias, parâmetros, fonte de dados, fatores e adicionalidade. Deve levar em consideração também, as incertezas e, além disso, deve ser específico para cada projeto.

Também é necessário considerar políticas e circunstâncias de relevância setorial e/ou nacional, como iniciativas de reforma setoriais, disponibilidade de combustível local, planos de expansão do setor energético e a situação econômica no setor do projeto.

Com isto, pode se trabalhar com uma metodologia aprovada pelo Conselho Executivo do MDL ou com uma nova metodologia que seguirá procedimentos específicos. Para ambas deverá haver uma declaração justificando a escolha e explicando porque e como a metodologia será aplicada no contexto do projeto. Em se tratando de nova metodologia, deve-se também justificar a escolha, apontando virtudes e fraquezas.

A parte do *web site* da Convenção que trata do MDL proverá tanto uma lista de metodologias aprovadas, como aspectos a serem vislumbrados na descrição de novas metodologias.

Torna-se importante salientar que deverá estar claramente contemplada a descrição de como serão reduzidas as emissões antropogênicas de GEE em relação às emissões que ocorreriam na ausência do projeto. Trata-se de se provar a adicionalidade, talvez o critério mais importante a ser atingido por um projeto no âmbito do MDL.

Serão exigidas, também, a descrição e a justificativa para as fronteiras do projeto, levando-se em consideração as emissões de GEE sob controle e atribuíveis à atividade. As discussões sobre o plano de monitoração do projeto, a ser discutido adiante, detalharão mais a definição destas fronteiras.

A.1.3) Estabelecimento da vida útil estimada do projeto e do período de obtenção de créditos, sendo que este último deve ser selecionado entre:

- um máximo de sete anos que poderá ser renovado duas vezes, cuidando-se para que uma empresa credenciada determine e informe ao Conselho Executivo do MDL que a linha de base original é ainda válida ou que foi substituída considerando-se novos dados, ou

- um máximo de dez anos sem opção de renovação.

O período de creditação começará na data do registro da atividade proposta. Porém, projetos iniciados a partir do ano 2000 podem ser elegíveis para Validação e Registro, se submetidos até 31 de dezembro de 2005. Neste caso, **se o projeto for registrado**, a data de início do período de obtenção de créditos pode ser anterior à data de Registro, mas não antes de 1^o de janeiro de 2000. Este fato cria um incentivo para que empreendedores invistam em projetos o mais cedo possível.

A.1.4) Documentação da análise de impactos ambientais, incluindo possíveis impactos fora das fronteiras do projeto.

A.1.5) Informação de que o financiamento do projeto por meio de fundos públicos dos países desenvolvidos será independente do orçamento previsto nas obrigações financeiras desses países, no que diz respeito à assistência oficial para o desenvolvimento.

A.1.6) Plano de Monitoração:

Deve apresentar informação detalhada com relação à coleta e ao arquivamento dos dados necessários para se determinar o cenário de referência, as emissões do projeto e o “vazamento” ou “fuga” (mais conhecido no original em inglês – *leakage*⁴⁴). O plano deverá refletir adequação ao tipo de atividade proposta e ao se identificar os dados necessários, torna-se pertinente a observação de sua qualidade com relação à acurácia, comparabilidade e validade.

⁴⁴ *Leakage* é o deslocamento de emissão que pode ocorrer fora dos limites do projeto e que é mensurável e atribuível à atividade do projeto em questão.

É de extrema importância a apresentação dos dados a serem coletados, os quais permitirão a monitoração das emissões provenientes da atividade do projeto. Como exemplo de apresentações, pode-se citar os tipos de dados, suas unidades, se os mesmos são medidos, calculados ou estimados e a frequência de monitoração. A forma de arquivamento também deverá ser mostrada. Será feita em papel ou no formato eletrônico? Por quanto tempo os dados serão mantidos em arquivo?

O Plano deverá informar se serão incluídos dados relativos às emissões atribuíveis ao projeto fora da sua fronteira (*leakage*). Se não, uma justificativa plausível deverá ser apresentada. No caso de inclusão dessa informação, deverão ser procedidos os mesmos cuidados dispensados à coleta e ao arquivamento dos outros dados. Estas exigências também são válidas para os dados referentes ao cenário de referência.

Será necessária a informação quanto à existência ou não de controle e segurança dos dados a serem monitorados, indicando o nível de incerteza.

O Plano deve ser estabelecido com base em uma metodologia previamente aprovada pelo Conselho Executivo ou com base em uma nova metodologia. No caso de uma nova metodologia, o documento deverá conter sua descrição, apontando virtudes e fraquezas, além de mostrar se já foi ou não aplicada com sucesso em outra atividade, e em que circunstâncias.

O CE ainda fará revisões do PDD. Sobre metodologia de monitoração, há a possibilidade de se aceitar uma combinação de metodologias (aprovadas e novas).

A.1.7) Cálculos:

(i) Descrição das fórmulas usadas para o cálculo das emissões antropogênicas de GEE no âmbito da atividade de projeto. A fronteira do projeto deve ser claramente estabelecida;

(ii) Descrição das fórmulas usadas para o cálculo e projeção dos “vazamentos” (*leakage*).

(iii) A soma de (i) e de (ii) representa as emissões do projeto;

(iv) Descrição das fórmulas usadas para o cálculo das emissões do cenário de referência;

(v) Descrição das fórmulas usadas para o cálculo e projeção dos “vazamentos” (*leakage*) no cenário de referência;

(vi) A soma de (iv) e de (v) representa as emissões do cenário de referência;

(vii) A diferença entre (vi) e (iii) representa a redução de emissões alcançada pelo projeto.

O cálculo dessa redução apresentado no PDD será confrontado com as realizações efetivas de redução em etapas posteriores do processo, principalmente nas fases de monitoração e de verificação, a serem apresentadas mais adiante.

A confecção do PDD constitui uma etapa de vital importância, tendo em vista que é a “porta de entrada” para o processo do MDL. O próprio documento pode se apresentar como um foco de atração de investimentos. Por isso, o envolvimento de especialistas das mais diversas áreas torna-se relevante, principalmente daqueles envolvidos mais diretamente com o processo de implementação do Protocolo de Quioto.

A.1.8) Comentários dos *stakeholders* (atores envolvidos)

O PDD deverá apresentar uma breve descrição sobre o envolvimento dos *stakeholders*. Como foram convidados a opinar e de que forma foram compilados os comentários?

O relatório de validação do projeto (a ser discutido posteriormente) precisará apresentar, entre outros requisitos, explicações sobre a forma de aproveitamento dos comentários recebidos. Portanto, esta fase de participação de *stakeholders* deve ser encarada com seriedade, pois trata-se de dar oportunidade de envolvimento às comunidades no âmbito do projeto. Esta etapa carrega um fator social intrínseco.

A.1.9) Referências de suporte, caso haja.

B - Validação

A Validação foi definida como o processo de análise independente de uma atividade de projeto por uma Entidade Operacional Designada (EOD - instituição credenciada pelo CE) tendo como referência os requerimentos do MDL. Estas entidades serão credenciadas pelo Conselho Executivo do MDL, o qual manterá disponível para o público uma lista de todas estas instituições, que podem ser entidades domésticas públicas ou privadas, assim como organizações internacionais. Feito isto, o Conselho recomenda a designação da EOD para a COP/MOP, como estabelecido no Artigo 12, parágrafo 5 do Protocolo de Quioto⁴⁵.

Torna-se necessário informar que a EOD deverá desempenhar uma das seguintes funções: validação ou verificação/certificação. Por meio de requisição, o Conselho Executivo pode permitir que apenas uma EOD desempenhe ambas as funções para uma mesma atividade de projeto. Estas Entidades também têm a incumbência de revisar tanto o PDD como qualquer documentação de suporte.

Ao final do processo, a EOD deverá notificar os participantes do projeto sobre a validação e a data de submissão do respectivo relatório ao Conselho Executivo. No caso de não validação, as razões de não aceitação deverão ser explicadas e documentadas.

A EOD deve receber dos Participantes do Projeto uma aprovação escrita da Autoridade Nacional Designada (AND) indicando a participação voluntária de cada Parte envolvida, antes de submeter o relatório de validação para o Conselho Executivo. Tal aprovação deve incluir a confirmação de que o projeto contribui para o desenvolvimento sustentável do país hospedeiro. A AND brasileira é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima.

C - Registro

⁴⁵ O Artigo 12, parágrafo 5 do Protocolo de Quioto estabelece que “as reduções de emissões resultantes de cada atividade de projeto devem ser certificadas por entidades operacionais a serem designadas pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo”.

O Registro é a aceitação formal, pelo Conselho Executivo, do projeto validado, devendo ocorrer dentro de oito semanas após a data de pedido do registro, a não ser que uma revisão seja requerida por uma das Partes envolvidas ou por três membros do Conselho. A decisão acarretada pela revisão, acompanhada de suas razões, será comunicada tanto aos participantes do projeto, como ao público.

Uma proposta de projeto que não tenha sido aceita pode ser reconsiderada para validação e subsequente registro, levando em consideração os requerimentos não cumpridos para estas duas fases do ciclo do MDL.

D - Monitoração

Esta é a fase em que os Participantes do Projeto devem, então, implementar o Plano de Monitoração contido no PDD, devidamente registrado. Essa implementação constitui condição para a verificação, certificação e emissão das RCE's. Para que essas etapas se realizem, a Entidade Operacional Designada contratada pelos Participantes do Projeto para proceder a verificação deve receber dos mesmos um relatório de monitoração.

Os cálculos da realização das reduções efetivas do projeto são de fundamental importância para as próximas etapas.

E - Verificação/Certificação

Verificação é, tanto a revisão periódica, como a determinação *ex post* das reduções de emissões monitoradas. Estas atividades serão realizadas de forma independente pela Entidade Operacional Designada. Ao final do processo de verificação, a EOD proverá um relatório sobre essa atividade.

A Verificação envolverá, por exemplo, inspeções locais, entrevistas com os participantes do projeto e com os *stakeholders* locais, coleta de dados e testes de acurácia dos equipamentos de monitoração.

A Certificação é a garantia escrita, emitida pela mesma entidade, assegurando que a atividade do projeto alcançou a redução nas emissões. Essa atividade baseia-se no

relatório de verificação. Ambos os relatórios (verificação e certificação) devem se tornar públicos.

F - Emissão das RCE's

O relatório de certificação submetido ao Conselho Executivo pela Entidade Operacional Designada constitui uma solicitação para a emissão das RCE's.

A emissão de RCE's deverá ocorrer quinze dias após a solicitação, a não ser que uma Parte envolvida no projeto ou pelo menos três membros do Conselho Executivo requeiram uma revisão.

O Administrador de Registro do MDL, sob a autoridade do Conselho Executivo, emite a quantidade devida de RCE's, descontando uma parte para cobrir gastos administrativos e outra (2% das RCE's emitidas) destinada a um Fundo de Adaptação que atenderá os países em desenvolvimento que sejam particularmente vulneráveis aos efeitos adversos da mudança do clima, de acordo com o Artigo 12, Parágrafo 8 do Protocolo de Quioto.

Esse é um resumo do ciclo de um projeto de MDL. O Acordo de Marraqueche (2001) traz cerca de 30 páginas que descrevem todo o processo exigido. Diante do volume de informações requeridas, pode-se concluir que os custos de transação dos projetos terão uma participação considerável nas saídas do fluxo de caixa. Parte daí uma das principais necessidades do estabelecimento do *fast-track* para pequenos projetos de MDL.

III.4 - Os custos de transação do MDL e os projetos de pequena escala

Existe um dilema inerente aos projetos de MDL de pequena escala, incluindo os de energia renovável voltados para a eletrificação rural: alto potencial em contribuir para a sustentabilidade, combinado com a falta de habilidade em atrair investimentos privados (SUTTER, 2001).

Dentro desse ponto de partida, efetua-se uma análise de como a minimização dos custos de transação do MDL pode auxiliar projetos de energia renovável em pequena escala no âmbito do Mecanismo e atrair possíveis

investidores. A minimização dos custos de transação é buscada por meio da simplificação das modalidades e procedimentos do MDL.

Para que os investimentos em projetos de pequena escala sejam estimulados pelo MDL, incluídos os voltados para a eletrificação rural, os custos de transação precisam ser minimizados, tendo em vista a possibilidade de potenciais investidores optarem por oportunidades mais competitivas. Devido a ganhos de escala, a tendência é que projetos maiores apresentem menores custos de redução de emissão e de transação por RCE.

Segundo MICHAELOWA (2001), a eficiência econômica dos projetos de MDL é auxiliada pela minimização da soma dos custos de transação, tanto para os participantes do projeto como para as instituições públicas. Assim, quanto menor o número de atores envolvidos no processo, menores serão os custos de transação. Mas “para projetos de MDL é inevitável que haja muitos atores” (PAN, 2002). Este fato foi verificado na descrição realizada anteriormente sobre o ciclo de projetos MDL.

Por meio da análise desse ciclo, verifica-se que as diversas etapas acarretarão custos substanciais para projetos de pequena escala, caso o *fast-track* não seja bem estabelecido. A tabela 16 lista prováveis custos referentes a algumas fases do ciclo.

Tabela 16: Custos de transação inerentes ao ciclo de projetos

Fase do Ciclo	Resumo das atividades	Custos de transação
Preparação do projeto	Formulação do PDD, incluindo o estabelecimento do cenário de referência e o preparo do plano de monitoração.	Pagamento de consultores externos, além de outros custos iniciais relativos à definição do projeto, como estudo de viabilidade, consultas e negociações, por exemplo.
Validação/Registro	Validação da atividade do projeto pela Entidade Operacional Designada	Gastos com a EOD, com o relatório de validação e com a aprovação da Autoridade Nacional Designada. Taxa de administração na fase de registro.
Monitoração	Implementação do Plano de Monitoração	Pagamento de consultores externos e gastos com coleta de dados e relatório de monitoração.

Fase do Ciclo	Resumo das atividades	Custos de transação
Verificação/Certificação	Revisão periódica das reduções de emissões monitoradas, realizada de forma independente pela Entidade Operacional Designada e garantia escrita emitida pela mesma entidade, assegurando que a atividade do projeto alcançou a redução nas emissões.	Gastos com a EOD, com auditoria e com os relatórios de validação e certificação.
Emissão	Emissão da quantidade devida de RCE's pelo Administrador do Registro do MDL (CE)	Gastos administrativos
OBS.: Os custos de transação associados ao financiamento de pequenos projetos de energia renovável não estão contemplados na análise. Fazem parte desta, somente os custos de transação relativos ao processo do MDL		

Fonte: elaboração própria

Torna-se importante salientar que em quase todas as fases existem gastos administrativos e de emissão de documentos direcionados aos órgãos receptores. Quanto maior a complexidade das metodologias (exemplo: cenário de referência) e dos processos para obter a aprovação do projeto, maiores serão os custos de transação. Destaca-se também, que de acordo com o Artigo 12, Parágrafo 8 do Protocolo de Quioto, uma parte das RCE's geradas pela atividade do projeto (2%) será destinada para cobrir custos de adaptação das Partes países em desenvolvimento que sejam particularmente vulneráveis aos efeitos adversos da mudança do clima.

Com relação aos custos administrativos do Conselho Executivo foram propostas taxas para a fase de Registro dos projetos de acordo com a redução de emissão alcançada. Esta cobrança será analisada na Seção III.7.2.1, que tratará, dentro das medidas propostas com vistas a auxiliar os projetos de pequena escala, da isenção total

ou parcial de contribuição por parte destes, tanto para o Fundo de Adaptação, como para cobrir os custos de administração do MDL.

Para se ter uma idéia mais concreta, as tabelas 17 e 18 trazem alguns estudos apresentados em BOSI (2001) e em ECOSECURITIES (2002), os quais incluem estimativas de potenciais custos de transação do MDL sem o *fast-track*.

Tabela 17: Estimativas dos custos de transação inerentes ao ciclo de projetos MDL

Estudos	Custos de transação estimados	Considerações
PWC	No caso de um projeto de painéis solares fotovoltaicos de 0,1 MW, os custos de transação seriam da ordem de U\$ 387.000	Envolvimento de uma entidade operacional
Walsh	<ul style="list-style-type: none"> - U\$ 40.000,00 (projetos com alto grau de simplificação) à U\$ 80.000,00. Para projetos mais complexos: U\$ 100.000,00 a U\$ 500.000,00; - Relatórios anuais subsequentes e custos de auditoria: 10-20% dos custos iniciais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inclui custos iniciais de definição do projeto MDL, estabelecimento do cenário de referência, PDD, preparação de registro, obtenção de certificação, aprovação governamental e emissão de documentos requeridos. - Considera um mix de taxas profissionais nos países industrializados e em desenvolvimento.

Estudos	Custos de transação estimados	Considerações
EcoSecurities Ltd.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Up-front costs</i>: U\$ 57.000,00 a U\$ 90.000,00; - Monitoração e verificação: U\$ 3.000,00 a U\$ 15.000,00 por ano. 	Custos de transação referentes a projetos JI, assumindo que os requerimentos são similares aos do ciclo MDL.
PCF	Custos totais: U\$ 200.000,00 a U\$ 400.000,00	Metade do montante para os trabalhos que envolvem o estabelecimento do cenário de referência e metade para o trabalho de verificação/certificação.
Martens <i>et al.</i>	Custos de transação para sistemas fotovoltaicos residenciais de pequena escala: cerca de 20% da renda total das RCE's, usando um cenário de referência padrão.	Sem um cenário de referência padrão, os custos de preparação do projeto seriam cerca de 3 vezes maiores e os custos totais de transação 50% maiores.

Fonte: BOSI (2001).

Tabela 18: Custos mínimos de transação associados com o ciclo de um projeto MDL

Etapas do ciclo do MDL que acarretam custos	Estimativa de custo (US\$)⁴⁶
Estudos referentes à linha de base	19.600,00 – 24.500,00
Plano de monitoração	8.200,00 – 16.400,00
Avaliação ambiental	Incerto
Consulta aos <i>stakeholders</i>	Incerto
Aprovação nacional	Incerto
Validação	16.400,00 – 32.800,00
Arranjos legais e contratuais	24.500,00 – 41.000,00
Registro	5.000,00 – 30.000,00 (Depende do nível de redução de emissões)
Negociação das RCE's	5% – 15% do valor da RCE
Fundo de adaptação	2% do valor da RCE anual
Mitigação de riscos	1% - 3% do valor da RCE anual
Verificação	8.200,00

Fonte: elaboração própria a partir de ECOSECURITIES (2002).

MICHAELOWA e STRONZIK (2002) calculam um custo fixo mínimo de US\$ 150.000,00 para projetos de MDL.

Os custos iniciais de transação podem representar mais de 10% das RCE's (a US\$/tCO₂) que uma planta eólica de 15 MW pode gerar, tomando-se como cenário de referência, o uso de diesel. Ainda para a mesma planta, os custos anuais subsequentes relacionados ao MDL podem representar entre 7 e 10% da renda anual de RCE's (a US\$/tCO₂). Estes custos podem ser considerados altos para alguns pequenos projetos de geração de eletricidade. Por exemplo, a implicação para pequenos projetos eólicos (com fator de capacidade de 25%) é que para reduzir as emissões e gerar RCE's (baseadas em um cenário de referência com uso de diesel) suficientes para cobrir os custos anuais

⁴⁶ Utilizou-se a conversão monetária de £ 1,00 igual a US\$ 1,637 (cotação de 28/01/2003), pois os valores do estudo original foram dados em libra esterlina.

estimados do MDL, esses tipos de projetos precisam apresentar uma capacidade maior que 1 MW (BOSI, 2001).

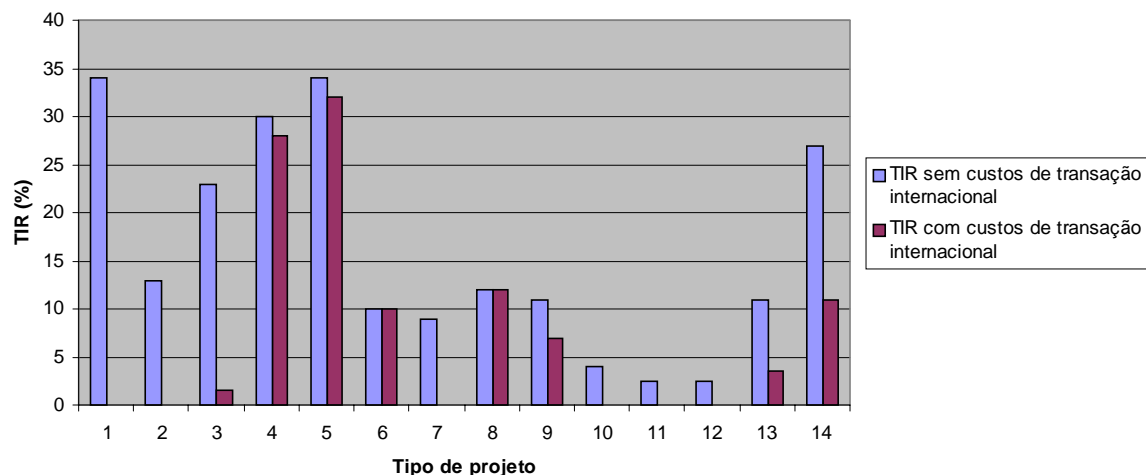
A situação é agravada ao se considerar que os investidores, de maneira geral, não suportam custos de transação maiores do que 7% da renda proveniente da negociação das RCE's (ECOSECURITIES, 2002).

As tabelas 16, 17 e 18 indicam que na ausência da simplificação das modalidades e procedimentos do MDL, o nível dos custos de transação, geralmente, independe da dimensão do projeto. Normalmente, projetos de eletrificação rural que envolvem pequenas comunidades não são capazes de absorver estes custos, principalmente pelo nível de exigência incorporado na preparação de um projeto no âmbito do MDL. Os altos custos de transação relativos aos projetos de pequeno porte fazem com que o retorno financeiro líquido proveniente da negociação das RCE's seja menor na ausência do *fast-track*. Além disso, os dispêndios financeiros associados aos custos de transação ocorrem, em sua maioria, antes da venda das RCE's.

Portanto, está claro que os custos de transação podem chegar ao ponto de inviabilizar projetos de MDL em pequena escala, e ao contrário, podem ser favorecidos pelo corte nestes custos, principalmente em nível internacional, tendo em vista que muitos destes gastos são contabilizados em moeda estrangeira, como o pagamento a consultores externos, por exemplo. Tal favorecimento é possível por meio do processo unilateral do MDL, cuja discussão dar-se-á posteriormente na seção III.7.2.3, que trata das medidas para que o Mecanismo efetivamente contribua para o desenvolvimento de projetos de geração de energia renovável de pequena escala. Por enquanto, pretende-se mostrar o quanto esses cortes podem favorecer a Taxa Interna de Retorno (TIR) de projetos de energia renovável de pequena escala.

SUTTER (2001) conduziu um estudo financiado pela Agência Suíça de Desenvolvimento e Cooperação sobre oportunidades e obstáculos para projetos MDL de pequena escala. Os estudos de caso se referem a projetos do setor de energia renovável na Índia. A figura 9 mostra como a TIR desses projetos variam com o corte nos custos de transação internacional.

**Efeito do corte nos custos de transação internacional sobre a TIR dos projetos
MDL de pequena escala**



Legenda:

- 1 – Gaseificador (50 kW)
- 2 – Gaseificador (100 kW)
- 3 – Gaseificador (120 kW)
- 4 – Planta de geração – biomassa (6MW)
- 5 – Planta de geração – biomassa (5,5MW)
- 6 – Planta de geração – bagaço e carvão (41MW)
- 7 – Energia eólica (250 kW)
- 8 – Energia eólica (13,5 MW)
- 9 – Sistema fotovoltaico (700 kW)
- 10 – Sistema fotovoltaico (50 kW)
- 11 – Sistema fotovoltaico (25 kW)
- 12 – Sistema fotovoltaico (2 kW)
- 13 – Energia agro-florestal (aumento de biomassa)
- 14 – Energia agro-florestal (aumento de biomassa)

Figura 9: Efeito do corte nos custos de transação internacional sobre a TIR dos projetos MDL de pequena escala

Fonte: Elaboração própria a partir de SUTTER (2001).

III.5 – As indefinições do MDL e as competições externa e interna

Implicitamente, junto ao corte nos custos de transação, um dos objetivos de se estabelecer um processo de *fast-track* é auxiliar o desenvolvimento de tecnologias que contribuam tanto para a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, como para o desenvolvimento sustentável. As tecnologias que utilizam recursos renováveis são candidatas a atrair potenciais investidores no âmbito do MDL.

MICHAELOWA (2001) aponta como os maiores beneficiários do Mecanismo:

- Grandes projetos com baixos custos de transação;
- Projetos de substituição de combustíveis fósseis a baixos custos;
- Alguns projetos de energia renovável a baixos custos em locais favoráveis.

Portanto, no que diz respeito a este último ponto e aos países em desenvolvimento, um dos setores com potencial para atrair investimentos é o de eletrificação rural, pois existe uma enorme demanda reprimida em relação à energia elétrica. O MDL pode auxiliar na utilização de recursos renováveis como substitutos de combustíveis fósseis em áreas carentes, servindo como estímulo à iniciativa privada no sentido de aumentar os investimentos na geração descentralizada de energia. A perspectiva da venda de RCE's aumenta a atratividade do negócio. No Brasil, onde se começa a estabelecer metas de atendimento universal do serviço de energia elétrica, o MDL pode representar uma oportunidade de incrementar o fluxo de caixa dos projetos de energia renovável de pequena escala.

Mas o Mecanismo deve ser encarado como um dos meios de sustentação de um projeto de pequena escala para geração de energia renovável, aliado a outros possíveis incentivos externos e internos. Deve-se ter a cautela de não apontar a adoção do MDL como a única solução para a falta de energia em regiões rurais e isoladas, até mesmo porque o volume do mercado a ser gerado no âmbito do Mecanismo só poderá ser determinado quando os países desenvolvidos definirem suas regulações internas para a redução das emissões, dentro do princípio da complementaridade⁴⁷.

⁴⁷ Suplementaridade: o uso dos mecanismos deve ser complementar à ação doméstica e deve, portanto, constituir um elemento significativo do esforço feito por cada país desenvolvido para atingir seu compromisso de redução e/ou limitação de emissões de gases de efeito estufa (MIGUEZ, 2002).

Com a retirada dos EUA do processo de ratificação do Protocolo de Quioto, a demanda por RCE's foi reduzida ao comparar-se esse cenário com aquele que contava com o país em suas projeções.

Estima-se ainda que os demais países do Anexo I encontrem uma oferta amplamente suficiente de possibilidades de compra barata de reduções certificadas na Europa do Leste, em particular na Rússia. Além dos projetos de implementação conjunta, o MDL sofrerá uma temível concorrência do comércio de emissões “evitadas” desses países, que dispõem de enorme folga no cumprimento de suas metas de emissões devido à derrocada de suas economias após a queda do muro de Berlim (o chamado “ar quente”⁴⁸, no jargão da Convenção). Assim, não haveria muitos investidores dispostos a apostar em projetos de MDL e de todo modo o preço da tonelada de carbono seria extremamente baixo (LA ROVERE, 2001).

Soma-se ainda aos fatores que induzem a uma queda na demanda das RCE's, a quantidade de carbono absorvido pelas atividades de Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas (LULUCF⁴⁹) que poderá ser contabilizada no cumprimento das metas de redução das emissões, como prevê o Artigo 3.4 do Protocolo de Quioto.

Por outro lado, as preocupações acima devem ser relativizadas, pois “no que se refere à demanda por projetos MDL, ainda que as previsões listadas se confirmem, a referência é o primeiro período de compromisso dos países Anexo I em limitar suas emissões, isto é, até 2008-2012. Metas sucessivas deverão ser estabelecidas para períodos posteriores” (LA ROVERE, 2001), o que faz com que demandas futuras possam ser maiores.

Portanto, os cenários descritos acima mostram as indefinições que ainda cercam o MDL, indicando que o Mecanismo tem de ser analisado como **uma** das opções para aumentar a atração de investidores para o setor de eletrificação rural com fontes

⁴⁸ Em alguns países, as emissões de GEE estarão abaixo dos níveis comprometidos no Protocolo de Quioto, mesmo que nenhuma medida de redução seja tomada. Este é o caso da maioria dos países em transição para economias de mercado (JOTZO e MICHAELOWA, 2001). Estes países estão aptos a comercializar seus excessos de redução de emissões, que passaram a ser chamados de ar quente ou *hot air*, em inglês.

⁴⁹ LULUCF: iniciais em inglês para uso da terra, mudança no uso da terra e florestas. Mesmo nas discussões internas, é comum o uso dessa abreviação.

renováveis. Essas incertezas estão associadas a um quadro em que o Protocolo de Quioto estiver vigorando. No entanto, a indefinição maior reside na sua entrada em vigor, a qual ocorre 90 dias depois da ratificação de pelo menos 55 Partes da Convenção sobre Mudança do Clima, englobando as Partes incluídas no Anexo I que representaram, em 1990, pelo menos 55% das emissões totais de dióxido de carbono equivalente dos países do Anexo I. A situação atual para a entrada em vigor do Protocolo depende da ratificação por parte da Federação Russa, a fim de que os 55% das emissões do Anexo I, relativos a 1990, sejam alcançados. A primeira condição foi atingida, tendo em vista a ratificação por mais de 100 Partes da Convenção sobre Mudança do Clima.

As informações anteriores levam à concluir que o mercado de carbono apresenta, ainda, muitas indefinições. Apesar dessa conclusão, existem estudos que apontam possíveis *market shares*, levando-se em consideração algumas possibilidades. Um exemplo é o estudo realizado por JOTZO e MICHAELOWA (2001), cujos resultados originaram a tabela 19.

Tabela 19: Participação dos mecanismos para que sejam cumpridos os compromissos do Protocolo de Quioto.

Mecanismo	Mt CO ₂ /ano	Participação no mercado
MDL	297	32%
Abatimento doméstico (Países da OCDE, exceto EUA)	149	16%
JI, principalmente envolvendo os países em transição para economias de mercado.	78	8%
Venda de <i>hot air</i> pelos países em transição para economias de mercado	400	43%
Total	923	100%

Fonte: JOTZO e MICHAELOWA (2001), a partir de modelo PET⁵⁰ (Pelangi's Emissions Trading), cenário padrão.

Vale destacar que o estudo citado acima alerta para a possibilidade de existir *hot air* suficiente para atender a todos os compromissos de redução de emissão sem a participação dos EUA. Apesar da existência dessa possibilidade, pode não ser vantajoso para os países detentores do *hot air* comercializar todos seus excessos de redução de emissão no primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto. Isto, porque a “tonelada de carbono” sofreria uma queda nos preços, além de ser estratégica a manutenção de algum excesso de redução para negociações inerentes a possíveis períodos de compromisso posteriores. Também há o interesse desses países em, tanto expandir os projetos JI, como atrair investimentos diretos da Europa, Japão e outros países. Assim, diante da perspectiva de não comercialização de todo *hot air* para o atendimento do primeiro período de compromissos do Protocolo, as estimativas do cenário apresentado na tabela 19 apontam uma participação do MDL no mercado de carbono, como sendo de um terço. Dentro dessa proporção haverá uma competição

⁵⁰ O modelo provê uma análise técnico-financeira das reduções de emissões e do mercado de carbono no ano 2010, por meio de uma aproximação das médias do primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto, incluindo também possíveis RCE's acumuladas entre 2002 e 2008

externa entre os países e uma competição interna entre os diversos tipos de projetos, incluindo os de energia renovável de pequena escala, para atrair investidores. Segue abaixo algumas tabelas, com as respectivas conclusões, sobre esses dois aspectos de competição no âmbito do setor de energia elétrica.

Tabela 20: Número de plantas geradoras de energia elétrica por região de países não Anexo I

Região	Unidades de 15 MW ou menos	Unidades com mais de 15 MW	Total
China	71	862	933
Sul da Ásia	345	859	1204
Leste Asiático	321	722	1043
América Latina	321	1026	1347
África	200	312	512
	181	520	701
Outros países não Anexo I	42	100	142
Total	1481	4401	5882
OBS.: O total do número de plantas inclui as instaladas recentemente (1998-2000), as que estavam em construção e as que estavam planejadas.			

Fonte: Elaboração própria a partir de BOSI (2001).

A tabela 20 aponta algumas tendências de distribuição de pequenos projetos nas diversas regiões do planeta que englobam países não pertencentes ao Anexo I. As regiões que abrigaram mais e menos projetos, no total, foram, respectivamente, a América Latina e a África.

Em números absolutos, a região que concentrou mais projetos de pequena escala foi o Sul da Ásia, seguida do Leste Asiático e da América Latina. No entanto, proporcionalmente, o continente africano foi o que mais teve projetos de 15 MW ou menos em relação ao seu total de projetos (39%). Esta proporção foi de cerca de 24% na América Latina, cujo número absoluto de projetos com capacidade maior que 15MW superou os países e regiões pesquisadas.

Tabela 21: Distribuição geográfica do MDL em 2010 (I)

	Venda de RCE's, excluindo projetos de absorção de carbono (Mt CO₂/ano)	Porcentagem do volume global do MDL, excluindo projetos de absorção de carbono (%)
China	120	52
Índia	29	12
Indonésia	5,6	2,5
Outros países asiáticos	24	10
	18	8
África	25	11
Brasil	1,3	0,6
Outros países da América Latina	7,0	3,2
Total	230	100

Fonte: JOTZO e MICHAELLOWA (2001), a partir de modelo PET (Pelangi's Emissions Trading), cenário padrão.

Tabela 22: Distribuição geográfica do MDL em 2010 (II)

Países	Participação no MDL (%)
China	60,0
Índia	15,4
Países exportadores de energia	5,8
Economias asiáticas dinâmicas	4,7
Brasil	0,3
Resto do mundo	13,8
O modelo não inclui as opções de projetos no setor de LULUCF.	

Fonte: elaboração própria a partir de ZHANG (2000)

O estudo de JOTZO e MICHAELLOWA (2001) mostra que a China e a Índia aparecem como os dois países que podem atrair 64% do mercado de MDL (Tabela 21). ZHANG (2000) prevê uma participação dos dois países da ordem de 75,4% (Tabela 22).

Estes resultados se aproximam da informação contida em WOHLGEMUTH (2000): o potencial de abatimento identificado para China e Índia constitui aproximadamente 70% do total. BUEN e TANGEN (2000) também apontam a China como o país a ser mais beneficiado pelo MDL, pois de acordo com o Relatório de Desenvolvimento Mundial (1999-2000), o país recebeu, respectivamente, 6% e 20% do investimento externo direto⁵¹ (IED) direcionado para o mundo e para os países em desenvolvimento. A China, atualmente, é a maior receptora de IED dos países em desenvolvimento.

A participação apontada para o Brasil (0,6% e 0,3%, nas tabelas 21 e 22 respectivamente) destoa da conclusão de alguns analistas que apontam o país, juntamente com a Índia e a China, como um dos países com maior potencial de oferta para projetos MDL, incluindo o setor energético. “Especialistas dizem que não é exagerado imaginar o Brasil com a fatia de 10% do mercado de carbono” (MIRANDA, 2002).

Para LA ROVERE (2001), “o Brasil já faz parte do seleto clube de 12 países em desenvolvimento que em conjunto recebem 80% do investimento privado estrangeiro dos países do Norte, e o padrão de investimentos direcionados para o MDL não deve se afastar muito deste perfil”.

Um raciocínio similar pode ser estabelecido com base na informação de AVERBURG (2002) de que o Brasil está “entre os quatro países em desenvolvimento, de todo o planeta, que mais receberam IED durante 1994-1999. (...) Em 2000, quase 60% do IED canalizado para a América Latina se concentrou no Brasil e no México. Por cinco anos consecutivos, o Brasil mantém a posição de destino preferido do investidor estrangeiro na região”.

No entanto, depois de quebrar o recorde histórico em 2000, quando recebeu US\$ 33,4 bilhões em IED, o Brasil viu esses investimentos caírem para US\$ 22,5 bilhões em 2001, uma queda de 32,6% (D’ERCOLE, 2002). Em 2002, o fluxo de IED no Brasil deve fechar com queda de 29%, indo de US\$ 22,5 bilhões para US\$ 16 bilhões (NOVO, 2002).

⁵¹ O IED é definido como o capital estrangeiro direcionado às atividades produtivas e não às aplicações financeiras (AVERBURG, 2002).

Apesar da queda, o Brasil continuava, em 2001, entre os quatro países em desenvolvimento e entre os onze países do globo que mais atraíram IED (D'ERCOLE, 2002). O recuo decorre mais de uma redução generalizada nos fluxos globais de investimento, que foi de 50,7% em 2001, do que de fatores específicos do Brasil. Três razões explicam a queda no fluxo de investimentos ao redor do mundo: a perda de valor de mercado das empresas transnacionais, como resultado da crise nas bolsas; os escândalos contábeis de grandes empresas; e a própria desaceleração da economia mundial (NOVO, 2002).

Portanto, os resultados que mostram uma pequena participação do Brasil no MDL são passíveis de questionamento. JOTZO e MICHAELOWA (2001) justificam a pequena participação brasileira nos projetos energéticos do MDL por ser a hidroeletricidade a fonte predominante na matriz energética nacional, o que faz com que as emissões por unidade de energia gerada já sejam comparativamente baixas. O argumento pode ser rebatido por meio de quatro fatos principais:

- com a recente crise no setor energético brasileiro, o governo demonstrou tendência de fazer maior uso dos combustíveis fósseis na geração de energia elétrica. Existia, por exemplo, o Programa Prioritário de Termelétricas, cujo objetivo era implementar 49 usinas até 2003. Apesar do objetivo não ter sido alcançado, a participação termelétrica na matriz energética nacional tende a aumentar;
- apesar de atualmente o IPCC considerar como zero as emissões provenientes de hidroelétricas, estudos têm apontado que tal consideração pode ser alterada. Porém, torna-se relevante esclarecer que as comprovações científicas ainda estão em curso;
- os projetos serão estabelecidos em bases específicas. Considerar a hidroeletricidade como cenário de referência para um país de dimensões continentais como o Brasil constitui uma generalização mal fundamentada;
- Os projetos de eficiência energética terão participação relevante no MDL.

Faz-se necessário, no entanto, considerar que as tabelas 21 e 22 não incluem projetos de absorção de carbono. Quando estes são considerados, a participação brasileira no MDL sobe para um intervalo entre 3,3% e 7,3 %, segundo dados apresentados no estudo de JOTZO e MICHAELOWA (2001). Este estudo aponta uma

participação do Brasil, nos possíveis créditos gerados por projetos de absorção de carbono, da ordem de 15% à 33%, sugerindo portanto, que a grande participação brasileira no MDL estaria no setor de LULUCF.

As Partes incluídas no Anexo I que adquirirem RCE's provenientes de atividades de reflorestamento ou florestamento no âmbito do Artigo 12 (MDL), para o cumprimento de suas metas relativas ao primeiro período de compromisso de redução de emissões, não poderão exceder o limite de utilização destas RCE's. Este limite é estabelecido, no Acordo de Marraqueche, da seguinte forma:

Para o Primeiro Período de compromisso, o total de acréscimo nas quantidades designadas (*assigned amount* – AA's) da Parte, resultante das atividades de projeto no setor de LULUCF elegíveis no âmbito do Artigo 12, não deve exceder 1% vezes 5 das emissões do ano base da Parte adquirente.

O estabelecimento dessa barreira no uso de RCE's provenientes do setor de LULUCF reduzirá o valor absoluto do “mercado de carbono absorvido” em relação ao que existiria na ausência de limites. Mas a participação proporcional do Brasil nesse mercado deve, mesmo assim, ser significativa.

Entretanto, as regras para projetos de absorção de carbono somente devem ser decididas em 2003, na COP-9, efetivamente bloqueando a plena implementação de projetos desse tipo até a ocasião da tomada das decisões. Este fato pode favorecer os projetos no setor de energia.

A discussão apresentada acima mostra uma forte tendência ao desequilíbrio na distribuição regional dos projetos MDL. Banuri e Gupta afirmam que a maior preocupação acerca do Mecanismo refere-se à possibilidade de haver concentração de projetos em poucos países, o que pode acarretar e exacerbar inequidades regionais entre os países não Anexo I.

Chegou-se a sugerir que fossem definidas cotas de projetos MDL. SOKONA *et al.* (1998) defenderam que 1/3 dos projetos deveriam ser implementados na África, dado que os baixos níveis de industrialização e de emissões do continente o tornam pouco competitivo.

Porém, em termos de cota, o que ficou estabelecido foi que uma parte das RCE's geradas pela atividade do projeto MDL (2%) será destinada para cobrir custos de adaptação das Partes países em desenvolvimento que sejam particularmente vulneráveis aos efeitos adversos da mudança do clima. Apesar de justa, a preocupação de SOKONA *et al.* abordada acima não converge com os objetivos do MDL, pois o desenvolvimento sustentável deve estar associado à redução de emissões de GEE, a qual conduzirá à estabilização da concentração desses gases na atmosfera. A África não apresenta condições muito favoráveis à efetivação dessa redução.

A forma de aliviar o problema está no âmbito do Acordo de Marraqueche, estabelecendo que a COP/MOP deverá revisar a distribuição regional das atividades de projetos MDL, com o intuito de identificar barreiras sistemáticas a uma distribuição equitativa das mesmas e de tomar providências com base nos relatórios produzidos pelo Conselho Executivo. Portanto, o desequilíbrio na distribuição geográfica dos projetos MDL pode ser minimizado.

Além do risco da má distribuição regional de projetos, haverá uma competição interna entre os diversos setores elegíveis ao MDL nos países em desenvolvimento.

Para Banuri e Gupta, os projetos tenderão a se concentrar nos segmentos mais prósperos da sociedade, o que pode exacerbar as desigualdades intra-nacionais. No Brasil, caso esse fato venha a se concretizar, os projetos de pequena escala para eletrificação rural através de energia renovável seriam prejudicados no âmbito do MDL, dado o alto nível de pobreza das comunidades.

A tabela 23 auxilia em algumas conclusões acerca da competição entre setores de atividade similares e diferentes

Tabela 23: Número de plantas geradoras de energia elétrica nos países não Anexo I, de acordo com o recurso utilizado

Recurso	Unidades de 15 MW ou menos	Unidades com mais de 15 MW	Total
Carvão	20	855	875
Gás Natural	52	784	836
Petróleo ¹	852	545	1397
Total de unidades alimentadas com combustíveis fósseis	924	2184	3108
Geotérmico	8	92	100
Nuclear	0	60	60
Hídrico	440	1757	2197
Eólico	55	31	86
Biomassa	8	21	29
Solar	3	9	12
Resíduo urbano	42	230	272
Total de unidades alimentadas com recursos renováveis + energia nuclear	556	2200	2756
Total de unidades	1480	4384	5864
OBS.: O total do número de plantas inclui as instaladas recentemente (1998-2000), as que estavam em construção e as que estavam planejadas.			
1 – Petróleo inclui óleo diesel, óleo cru, óleo combustível, nafta e querosene.			

Fonte: Elaboração própria a partir de BOSI, 2001

De acordo com a tabela 23, em relação às unidades com mais de 15 MW, metade utiliza combustíveis fósseis e a outra metade utiliza recursos renováveis. Por outro lado, no que diz respeito às unidades com menos de 15MW, 62% fazem uso de combustíveis fósseis e 38% usam fontes renováveis.

Somente os projetos iniciados a partir de 1^o de janeiro de 2000 podem se candidatar ao MDL. Assim, muitos dos projetos de energia renovável apresentados na tabela não seriam elegíveis para o mecanismo. Porém, se for mantida a tendência de superação numérica dos pequenos projetos que utilizam recursos fósseis, existe um grande potencial para que o MDL e outras questões envolvendo sustentabilidade altere futuramente, fazendo com que haja uma maior substituição de combustíveis fósseis por recursos renováveis em projetos de pequena escala.

Nota sobre as tabelas 20 e 23

De acordo com a tabela 23, das pequenas unidades (menos de 15 MW) alimentadas por recursos renováveis, 79% são hídricas. As unidades eólicas aparecem em seguida com cerca de 10%. A menor proporção cabe aos projetos solares: somente 0,5% das unidades com capacidade de 15 MW ou menos são baseadas nessa fonte de energia.

Entretanto, existem fraquezas inerentes ao banco de dados (UDI/McGraw-Hill) utilizado para a obtenção das informações apresentadas nas tabelas 20 e 23. Trata-se da única fonte de dados sobre unidades individuais de plantas geradoras de energia. Quanto menor for a capacidade da planta, maior é a probabilidade da não inclusão de algumas unidades. Por exemplo, um relatório da IEA em 2000 apontava que 10 projetos de 500 kW estavam sendo desenvolvidos, somente na Índia, naquele ano e que 15 estavam sendo viabilizados. No entanto, o banco de dados UDI inclui apenas 3 plantas solares abaixo de 15 MW.

Apesar da probabilidade dos dados das tabelas 20 e 23 estarem subestimados em relação a plantas de pequena escala, os números apresentados servem como um indicativo da distribuição desses projetos, tanto no que diz respeito às regiões que comportam países do não Anexo I, como no que se refere ao uso dos diversos recursos.

Por outro lado, para BUEN e TANGEN (2000) há a possibilidade dessa substituição ser desfavorecida, pois pode ser mais fácil documentar medidas incrementais de economia de energia em sistemas baseados em combustíveis fósseis, em comparação com os benefícios marginais da introdução de tecnologias de energia

renovável. De forma inesperada, o MDL poderia se tornar uma espécie de subsídio para a produção de energia de origem fóssil. Os dois autores chegam a defender que se as energias renováveis perderem competitividade no que diz respeito aos fundos do MDL, o Mecanismo poderia até mesmo piorar as condições de utilização de projetos de tecnologia de energia alternativa nos países do Sul. Em outras palavras, o MDL pode estimular uma infra-estrutura energética com benefícios ambientais de curto-prazo, mas que seria insustentável a longo-prazo.

Trata-se de uma provocação que deve ser levada em consideração nas futuras análises sobre o Mecanismo, porém, há de se considerar que os países não pertencentes ao Anexo I estão isentos de compromisso de redução quantificada de emissões de GEE, no primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto. Portanto, considerando o objetivo da Convenção sobre Mudança do Clima, são bem-vindos os projetos que envolvem combustíveis fósseis, desde que haja redução comprovada de emissões de GEE. A utilização de recursos renováveis de energia não representa, por si só, garantia de sustentabilidade. Por isso, as opções passíveis de inclusão no MDL deveriam ser analisadas sob a ótica da integração, cuidando para que os objetivos de redução de GEE na atmosfera e do alcance do desenvolvimento sustentável sejam perseguidos, independente do recurso utilizado. Dentro da filosofia da responsabilidade comum, porém diferenciada, os países não Anexo I têm o direito de aproveitar suas reservas fósseis. A diferença está na oportunidade de aprendizado com o passado. O modelo de desenvolvimento dos países industrializados não pode se repetir, dada a incapacidade do planeta de suportar a exploração de recursos naturais da forma como já ocorreu. A eficiência no consumo dos recursos, sejam renováveis ou não, é que precisa nortear as decisões envolvidas, tanto na política de desenvolvimento, como na política de contribuição para o alcance do objetivo da Convenção sobre Mudança do Clima. Se os países em desenvolvimento podem evoluir para uma sociedade baseada no aproveitamento de recursos renováveis, tanto melhor, mas esta transição deve se dar de maneira responsável, sem rupturas traumáticas e inconseqüentes.

Entretanto, vários países e organizações argumentaram que somente projetos de energia renovável deveriam se qualificar para o MDL, ou que ao menos as regras fossem alteradas no sentido de que permitissem a qualificação imediata desses tipos de projeto. Estas solicitações não foram atendidas, pois mesmo o *fast track* do MDL para

projetos de pequena escala inclui na flexibilização de modalidades e procedimentos, além de projetos de energia renovável com uma capacidade máxima de até 15 MW, os projetos de eficiência energética que reduzam o consumo na oferta e/ou na demanda, até o equivalente a 15 GWh/ano e outras atividades de projeto que, concomitantemente, reduzam as emissões antropogênicas e emitam diretamente, por ano, menos que 15 kt de CO₂ equivalente.

Na visão do Greenpeace (MALLON e HARE, 2000) e de outras ONG's, o MDL deveria se voltar, principalmente, para a área de energia renovável, pois essa seria a melhor opção de preservação da integridade do Protocolo e dos interesses dos países em desenvolvimento. São listadas algumas razões:

- as tecnologias de energia renovável maximizariam os fluxos financeiros provenientes dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento;
- as tecnologias de energia renovável fazem parte da indústria do setor energético que cresce mais rapidamente no mundo. O MDL asseguraria uma maior participação dos países em desenvolvimento na transição para a utilização de formas mais sustentáveis de energia;
- os investimentos em tecnologias baseadas em combustíveis fósseis seriam minimizados;
- a transferência de tecnologia seria difundida através de um maior número de países, abrangendo um maior número de setores.

Apesar da importância que tem o setor de energia renovável para o Protocolo de Quioto, particularmente em relação ao MDL, alguns estudos mostram um potencial maior para projetos de eficiência energética no âmbito do Mecanismo:

- Medidas de eficiência energética, tanto do lado da oferta como da demanda são os dois tipos de atividade com maior potencial de abatimento (66%). O papel das renováveis está limitado a 14% e o potencial para substituição de combustíveis é de 17% (ECN, 1999).

- AUSTIN e FAETH (1999) também afirmam que projetos de eficiência de combustível no lado da oferta e projetos de substituição de combustível, principalmente

na geração de eletricidade, tendem a oferecer os maiores potenciais de abatimento no setor de energia. Em relação à substituição de combustível, os autores não diferenciam o uso de fontes tradicionais do uso de fontes renováveis de energia.

- Projetos que aumentam a eficiência da extração e da distribuição de combustíveis fósseis são usualmente baratos e geram altos volumes de unidades de redução de emissão (JOTZO e MICHAELOWA, 2001).

Dentro dessas três perspectivas, o cenário para os projetos de energia renovável fica desfavorecido quando comparado àquele de projetos de eficiência energética. Por outro lado, este quadro pode favorecer os projetos de energia renovável de pequena escala ao se considerar que os projetos de eficiência energética tendem a apresentar escalas maiores. Este ganho de competitividade somente ocorrerá com o melhor uso possível das modalidades e procedimentos simplificados para projetos de pequeno porte. E para isto torna-se necessário o completo entendimento das regras gerais do MDL, assim como das regras específicas para os projetos de pequena escala. Dentro deste contexto, a próxima seção traz uma análise acerca de algumas questões definidas pelo Conselho Executivo do MDL.

III.6 – Questões definidas pelo Conselho Executivo do MDL

Nesta seção pretende-se esclarecer alguns conceitos e discussões acerca dos projetos de pequena escala no que se refere ao setor de energia renovável, no âmbito da Convenção sobre Mudança do Clima e de seu Protocolo. Trata-se de iniciativa necessária, tendo em vista que as regras do *fast-track* foram apresentadas pelo CE à Conferência das Partes em sua Oitava Sessão (COP-8). Portanto, seguem algumas reflexões baseadas nas discussões ocorridas nas sete Reuniões periódicas do CE e nas três Reuniões do Painel SSC (*Small Scale CDM Projects Panel*), cujos locais e datas são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24: Reuniões do Conselho Executivo do MDL (CE) e do Painel SSC

Reunião	Data da Reunião	Local da Reunião
Primeira Reunião do CE	10/11/01	Marraqueche (COP 7)
Segunda Reunião do CE	14-16/01/02	Bonn
Terceira Reunião do CE	09-10/04/02	Bonn
Primeira Reunião do SSC	03/05/02	Nova York
Quarta Reunião do CE	09-10/06/02	Bonn
Segunda Reunião do SSC	11/06/02	Bonn
Terceira Reunião do SSC	02-03/07/02	Bonn
Quinta Reunião do CE	01-02/08/02	Bonn
Sexta Reunião do CE	23-24/10/02	Nova Delhi (COP 8)
Sétima Reunião do CE	20-21/01/03	Bonn

Fonte: Elaboração própria a partir das Agendas do Conselho Executivo do MDL e do Painel SSC.

Por ocasião da Segunda Reunião do CE, decidiu-se lançar um Painel, até a Reunião seguinte, para desenvolver recomendações sobre modalidades e procedimentos simplificados para atividades de projeto de pequena escala. A elaboração destas recomendações deveria ocorrer até a Quarta Reunião do CE, visando as suas considerações. O Painel SSC foi composto por dez membros selecionados pelo CE e a composição seguiu a mesma estrutura do Conselho, com um membro de cada um dos cinco Grupos Regionais das Nações Unidas, dois membros de Partes do Anexo I, dois membros de Partes não Anexo I e um representante dos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento.

Para atingir o objetivo de apresentar até a COP 8 as modalidades e procedimentos simplificados para projetos de pequena escala, como determinava a Decisão 17/CP.7, o CE baseou-se inicialmente numa Proposta de Plano de Trabalho (*Draft Work Plan to Develop Recommendations to COP 8 on Simplified Modalities and Procedures for Small-Scale CDM Project Activities*), a qual constituía o Anexo 4 da Agenda Proposta para a sua Segunda Reunião. O Documento levantou a necessidade de esclarecimentos acerca dos três critérios de elegibilidade para enquadramento no *fast-track*, segundo o conceito destes tipos de projetos de MDL estabelecido nas Decisões

5/CP.6 e 17/CP.7. Doravante, tal Documento passa a ser denominado simplesmente como Proposta.

O CE precisava considerar se o *fast track* seria aplicável a todas as categorias de atividades de projeto e se seria tecnologicamente neutro ou se o nível de simplificação se diferenciaria de acordo com as categorias. O Painel SSC recomenda cenários de referência simplificados, critérios de elegibilidade para o uso destes e planos de monitoração simplificados para várias categorias de projetos.

O primeiro critério se refere aos projetos de energia renovável, e como mostrado na Seção III.2, estabelece como elegíveis ao *fast-track* do MDL, projetos de energia renovável com uma capacidade máxima da ordem de até 15 MW (ou um equivalente apropriado).

A Proposta estabeleceu que seriam necessárias definições acerca de “energia renovável” e de “equivalente apropriado” de 15 MW. Também se iniciou o questionamento sobre em que condições seriam elegíveis os projetos maiores que 15 MW na condição de serem subdivididos em unidades menores, além de ser necessário esclarecer se os três critérios de elegibilidade seriam mutuamente exclusivos.

Estas questões são discutidas a seguir, destacando-se que o CE requisitou comentários públicos sobre a Proposta, tendo recebido vinte e quatro submissões, as quais foram incorporadas quando pertinentes.

O Documento subsequente que serviu de base para a discussão das definições associadas aos projetos de pequena escala foi o Anexo 2 da Agenda Proposta para a Terceira Reunião do CE, intitulado *Simplified Modalities and Procedures for Small Scale Project Activities under the Clean Development Mechanism - Elements for Developing a Proposal on the Interpretation of Definitions*.

III.6.1 - Definição de energia renovável

Na Terceira Reunião do CE ficou acordado que seria estabelecida uma lista indicativa de atividades de projetos elegíveis de acordo com o recurso energético

utilizado. O CE deveria considerar classificações reconhecidas de energia renovável, no que diz respeito a tecnologias e recursos, levando-se em conta a experiência adquirida em projetos de pequena escala já implementados ou em execução. Essa lista deve evoluir, sendo reelaborada conforme forem propostas e registradas novas atividades de projeto.

O texto sobre a definição de energia renovável apresentado na Terceira Reunião do CE foi mantido no Anexo II do documento FCCC/CP/2002/3, relativo ao Primeiro Relatório do Conselho Executivo do MDL, que por sua vez, foi apresentado formalmente na COP 8. **Este Anexo é o que trata das recomendações para as modalidades e procedimentos simplificados sobre projetos de pequena escala e que foi adotado pela Conferência das Partes em sua Oitava Reunião (COP 8)**, de acordo com a Proposta de Decisão (*Draft Decision*) contida em FCCC/CP/2002/L.5.

O Anexo 2 da Agenda Proposta para a Terceira Reunião do CE cita como exemplo de classificação reconhecida de energia renovável aquela contida no trabalho conjunto da *UNDP, UN Department of Economic and Social Affairs and World Energy Council* (2000):

Recursos renováveis de energia dependem do fluxo de energia através dos ecossistemas terrestres proveniente da insolação e da energia geotérmica da Terra, podendo-se distinguir:

- *Energia da biomassa (crescimento das plantas por meio da radiação solar);*
- *Energia eólica (massa de ar em movimento conduzida pela energia solar);*
- *Uso direto da energia solar (na forma de calor e na produção de eletricidade);*
- *Energia hídrica;*
- *Energia dos mares (exemplo: energia proveniente das ondas);*
- *Energia geotérmica (proveniente do fluxo natural de calor, cujo estoque se dá nas rochas).*

*Estes recursos têm o potencial de prover serviços energéticos com pouca ou nenhuma emissão de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa*⁵².

Ainda sobre a definição de energia renovável, o Anexo 2 da Terceira Reunião do CE traz a seguinte recomendação:

Recomenda-se que a COP faça uso da definição geral de atividade de projeto baseada em energia renovável, como “uma atividade de projeto que utiliza parcialmente ou em sua totalidade recursos energéticos que não provenham de recursos minerais finitos e que sejam rapidamente repostos por processos naturais” (ISAACS *et al.*, 1998).

Esta definição traz um certo grau de subjetividade acerca do tempo de reposição do recurso. A palavra “rapidamente” não é a mais indicada para uma definição por permitir interpretações variadas.

No entanto, ambas as definições contidas em *UNDP, UN Department of Economic and Social Affairs and World Energy Council* (2000) e ISAACS *et al.* (1998), não constam do Anexo II do documento FCCC/CP/2002/3, relativo ao Primeiro Relatório do Conselho Executivo do MDL.

A não menção, no Anexo II do documento FCCC/CP/2002/3, dos exemplos citados foi uma decisão acertada por parte da COP, tendo em vista que estes deixariam margens a dúvidas e questionamentos como os apresentados anteriormente. A já mencionada lista indicativa de atividades de projetos elegíveis é suficiente para enquadrá-las no conceito de energia renovável, tendo em vista as necessidades do *fast track*.

Sugeriu-se, ainda no âmbito da Terceira Reunião do Conselho, que a COP limitasse a elegibilidade de algumas fontes de energia e projetos. Com base em análises técnicas posteriores, dever-se-ia, por exemplo, considerar a extensão em que a queima de resíduos poderia se qualificar como um aproveitamento de recurso renovável de energia. Implicações relativas à elegibilidade da biomassa como recurso renovável de

⁵² Esta afirmação não está considerando os impactos decorrentes da produção dos equipamentos que utilizam recursos renováveis para a geração de energia.

energia também seriam objeto de análises futuras. Quanto a estes assuntos, a COP 8 decidiu, por meio do Anexo II do Relatório do CE (FCCC/CP/2002/3), que atividades de projetos referentes à queima de turfa e resíduos não-biogênicos não deveriam ser incluídas na lista indicativa mencionada anteriormente. O CE já havia requerido recomendações técnicas ao Painel SSC sobre o tratamento relativo à turfa e à queima de resíduos não-biogênicos. O parecer foi dado no sentido de que o Painel não poderia concordar que turfa fosse classificada como recurso renovável, assim como não poderia confirmar a elegibilidade de resíduo não-biogênico.

No entanto, o texto do Relatório do CE não aborda a questão relativa à biomassa, a não ser na proposta de Apêndice B⁵³ do referido Relatório, onde se negligencia, mais uma vez, a necessidade de definição do “uso sustentável da biomassa”. A abordagem do assunto não se deu, ainda, de forma satisfatória.

A biomassa é uma fonte renovável de energia. Contudo, se o recurso for explorado de maneira que não seja renovado caracteriza-se uma situação de não sustentabilidade. Por isso, o uso energético da biomassa é um ponto que merecia ser discutido com maior profundidade. O não desenvolvimento deste tema no documento adotado pela COP deixa uma lacuna em relação aos projetos que envolvem geração de energia através do uso deste recurso. Ao menos, deveria constar a frase contida no Anexo 2 da Agenda proposta para a Terceira Reunião do CE: “Implicações relativas à elegibilidade da biomassa como recurso renovável de energia também seriam objeto de análises futuras”.

OLIVEIRA e RIBEIRO (2002) defendem que projetos de energia proveniente da biomassa florestal deverão, para sua aprovação interna por meio da Autoridade Nacional Designada, apresentar um plano de manejo adequado, com programas de reposição biomássica devidamente comprovados, os quais permitam a verificação e a certificação de que não existe *leakage*. Caso isto não ocorra, propõe-se que o projeto torne-se inelegível.

O exemplo anterior aponta para a necessidade da Autoridade Nacional Designada agir internamente no que diz respeito à contribuição dos projetos ao desenvolvimento sustentável, sem entrar em conflito com a Convenção sobre Mudança do Clima e seu Protocolo, quando este entrar em vigor.

⁵³ O Primeiro Relatório do CE do MDL traz três apêndices. O Apêndice A versará sobre o PDD simplificado de projetos de pequena escala, o Apêndice B sobre as metodologias simplificadas de cenário de referência e monitoração e o Apêndice C tratará de análise específica para se evitar desmembramento de projetos. O Painel de Metodologias desenvolveu propostas sobre estes assuntos, as quais foram apresentadas ao CE por ocasião de sua Sétima Reunião. Estes assuntos serão abordados na Seção III.7.

É desejável que as discussões sobre Regulamentação do MDL ocorram em articulação com os setores da sociedade interessados no tema de Mudanças Climáticas.

Quanto às regras no âmbito da COP, o Anexo 2 da agenda proposta para a Terceira Reunião do Conselho sugeria ainda que este poderia decidir, também, pela elaboração de sua própria definição de recursos renováveis de energia e da escala máxima de tempo para que uma fonte fosse considerada renovada ou reposta, exemplificando: “Se o Conselho Executivo decide que um projeto de energia renovável é aquele em que o recurso deve ser renovado dentro da expectativa de vida de um ser humano (35 – 70 anos), projetos geotérmicos seriam elegíveis. Por outro lado, um projeto utilizador de turfa não o seria”.

Apesar da proposta, o Primeiro Relatório do CE não menciona escala de tempo para que se considere um recurso renovado ou reposto.

O Anexo 2 da agenda proposta para a Terceira Reunião do CE traz, também, uma tabela referente à lista indicativa de atividades de projetos elegíveis de acordo com o recurso energético utilizado que provê exemplos de 89 projetos de pequena escala em execução, por categoria e sub-categoria, agrupados como projetos de pequena escala: projetos de energia renovável, projetos de melhoria na eficiência energética e outros projetos. O objetivo foi prover uma avaliação preliminar de categorias de projetos que podem se qualificar como atividades de projeto de pequena escala, enquadrando-se nos critérios estabelecidos pela COP. A tabela foi preparada pelo Centro de Colaboração em Energia e Meio Ambiente (CCEE na sigla em inglês) do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA ou UNEP na sigla em inglês).

Reproduz-se, a seguir, a tabela no que se refere aos projetos de energia renovável (Tabela 25).

Tabela 25: Exemplos de projetos de energia renovável em pequena escala, por categoria

Categoria do projeto	Exemplo	Tamanho (MW _(e))	Redução (ktCO ₂ /ano)	Investimento total (10 ³ US\$)
Energia Solar				
Aquecimento de água	PNUMA – Zimbabwe – Aquecedores solares		2,90	878
Painéis fotovoltaicos não conectados à rede	AIJ – Bolívia, eletrificação rural	0,002	0,07	
Painéis fotovoltaicos conectados à rede	AIJ – Fiji – Projeto de painéis fotovoltaicos conectados à rede	0,011	0,01	84
Bombeamento de água	PNUMA/GEF – Senegal	0,705	65,40	10.000
Outras instalações solares	África do Sul – <i>Solar cookers</i>		20,0	900
Energia Eólica				
Turbina eólica <i>off-shore</i>	Parque eólico dinamarquês (5 de 20 turbinas, 2 MW cada)	10	34,0	

Categoria do projeto	Exemplo	Tamanho (MW_(e))	Redução (ktCO₂/ano)	Investimento total (10³ US\$)
Turbina eólica <i>on-shore</i>	AIJ – Costa Rica	6,4	28,0	9.300
Pequeno aproveitamento eólico	AIJ – Mauritania Eletrificação rural	0,3	0,88	2.750
Sistemas híbridos				
Mini-rede híbrida (cenário de referência: gerador diesel)	AIJ - México	0,117	0,25	4.200
Mini-rede híbrida (cenário de referência: ausência de eletricidade + querosene)	AIJ - Indonésia	0,008	1,05	945
Biogás				
Biogás em fazendas	PNUMA – Zimbabwe – Planta de biogás em 1000 pequenas fazendas		9,10	326
	PNUMA – IAF – Filipinas – Planta de biogás	2	53,50	
Biomassa				
Planta de biodiesel	Mali – substituição do diesel		0,013	3

Categoria do projeto	Exemplo	Tamanho (MW_(e))	Redução (ktCO₂/ano)	Investimento total (10³ US\$)
Energia hidráulica				
Hidroelétrica	Uganda	6,6	15-151	21.000
Energia Geotérmica				
Produção de eletricidade e calor	PCF – PIN – Guatemala	15	62,70	
Lixo				
Produção de eletricidade e calor provenientes do lixo	AIJ - Honduras	15	118,0	Não disponível
Planta de gás de aterro	PCF – PIN – Costa Rica	4	193,0	3.564
Tratamento anaeróbico de esgoto	AIJ – Costa Rica		14,99	932

Fonte: Anexo 2 para a Terceira Reunião do Conselho Executivo (“*Simplified Modalities and Procedures for Small Scale Project Activities under the Clean Development Mechanism - Elements for Developing a Proposal on the Interpretation of Definitions*”).

III.6.2 - Definição de “capacidade máxima da ordem de 15 MW (ou um equivalente apropriado)”

A Seção III.2 apresenta como projetos passíveis de se enquadrarem nas modalidades e procedimentos simplificados, aqueles de energia renovável com uma capacidade máxima da ordem de até 15 MW (ou um equivalente apropriado). O que isso quer dizer? Em seguida, uma discussão acerca desses conceitos é apresentada.

Definição de “capacidade máxima”: o Conselho concordou em adotar a capacidade instalada indicada pelo fabricante do equipamento ou planta, desconsiderando-se o fator de capacidade operacional da mesma.

Esta definição aumenta a transparência do processo e diminui custos de transação, dada a relativa facilidade de verificação da capacidade instalada do equipamento ou planta.

Todavia, a decisão de desconsiderar o fator de capacidade das plantas tornará inelegíveis, no que se refere ao *fast-track*, as plantas com capacidade instalada superiores a 15 MW, mas com fatores de capacidade que pudessem trazer a capacidade de operação da planta para os 15 MW. Por exemplo, uma planta eólica com capacidade instalada de 60 MW e que apresenta fator de capacidade igual a 25% não será elegível aos mecanismos e procedimentos de flexibilidade para projetos de pequena escala, pois não será considerada como tal, apesar da capacidade de operação ser de 15 MW ($60 \text{ MW} \times 25\% = 15 \text{ MW}$).

Os projetos de eletrificação rural baseados em geração de energia descentralizada serão favorecidos, dado que as capacidades envolvidas normalmente se apresentarão abaixo dos 15 MW de capacidade instalada.

Definição de “equivalente apropriado de 15 MW”: o Conselho percebeu que os proponentes do projeto poderiam se referir a MW_p (pico), a MW_e (elétrico) ou a MW_t (térmico). Como MW_e é a denominação mais comum, e MW_t refere-se à produção de calor, que pode ser derivada de MW_e , o Conselho concordou em definir MW como MW_e e aplicar os fatores de conversão apropriados.

III.6.3 – Desmembramento de projetos com capacidade instalada maior que 15 MW

Inerente às discussões acerca do *fast-track* aparece uma questão importante: seriam elegíveis aos procedimentos e modalidades simplificados, projetos maiores que 15 MW subdivididos em unidades menores?

Sobre essa questão, o Conselho requisitou ao Painel SSC recomendações técnicas acerca da prevenção do desmembramento de projetos que visem apenas se enquadrar no *fast-track* por meio da divisão em unidades menores. O Termo de Referência do Painel previa apenas o desenvolvimento de possíveis modalidades para o estabelecimento de “pacotes” de projetos similares (Este assunto será discutido na Seção III.7.1 1). Por isso, o Conselho Executivo determinou que as modalidades de prevenção de desmembramento deveriam ser consideradas em conjunto com aquelas relacionadas aos “pacotes”.

Outro questionamento diz respeito à elegibilidade de projetos maiores que 15 MW em sua totalidade, mas que apresentam um componente de energia renovável menor que 15 MW. Seria elegível ao *fast-track* do MDL, um sistema híbrido com potência instalada de 30 MW, que conta com energia solar e diesel, sendo que a componente solar apresenta uma capacidade menor que 15 MW?

Na mesma linha de raciocínio, poderiam se eleger unidades menores que 15 MW adicionais a um sistema de energia renovável já existente? E se esta nova unidade substituir uma mais antiga?

O Painel SSC foi requisitado para fornecer recomendações técnicas, também acerca dessas questões. Algumas reflexões sobre esses assuntos serão apresentadas na Seção III.7.1 1, onde se abordará o tema “pacote” de projetos similares de pequena escala.

III.6.4 - Elegibilidade relativa a mais de um campo de atividade e em relação a componente específico

A formulação do parágrafo 6 (c) da Decisão 17, que lista os três tipos de atividade de projeto que podem ser considerados como de pequena escala, não contempla se é possível a elegibilidade de um projeto em mais que um dos três critérios. Por isso, o CE deveria esclarecer se os critérios seriam mutuamente exclusivos. Neste aspecto, também foi importante decidir se as reduções de emissão poderiam ser requisitadas separadamente para componentes específicos de um projeto.

Segue um exemplo do que poderia ocorrer: um projeto de eficiência energética de mais de 15 GWh, que é o limite para a classificação como projeto de eficiência energética em pequena escala, com uma componente de energia renovável com capacidade instalada menor que 15 MW, poderia se beneficiar da simplificação das regras do MDL caso fosse definido como um pequeno projeto de energia renovável ao invés de projeto de eficiência energética.

Para evitar tal situação, o Conselho concordou que os três tipos de atividades de projeto de pequena escala seriam mutuamente exclusivos. Portanto, para se beneficiar dos procedimentos e modalidades simplificados, uma atividade de projeto com mais de um componente passível de elegibilidade deve se enquadrar integralmente nos critérios de cada um desses componentes. Por exemplo, se um projeto apresentar de forma concomitante, componentes de energia renovável e de eficiência energética, o primeiro deve cumprir todos os critérios de elegibilidade de um projeto de energia renovável, assim como o segundo deve estar de acordo com a totalidade dos requisitos de um projeto de eficiência energética.

Desta forma, no caso do exemplo supracitado, o componente de energia renovável se beneficiaria do *fast track* se houvesse o enquadramento nos critérios de elegibilidade estabelecidos para a atividade de projeto de energia renovável. A componente de eficiência energética ainda poderia receber RCE's, caso ainda fosse interesse do proponente, mas teria que seguir as modalidades e procedimentos normais da Decisão 17/CP.7, não se beneficiando das simplificações para projetos de pequena escala.

Portanto, o Conselho deverá examinar as condições sob as quais um projeto pode requisitar, separadamente, RCE's referentes a componentes ou atividades específicas. No caso de uma unidade de co-geração de 20 MW, cujo processo é alimentado por resíduos agrícolas, dos quais 8 MW são utilizados para uso interno (mesmo caso do cenário de referência), poderiam os 12 MW restantes (utilizados para alimentar a rede elétrica), livres de emissão de carbono, se qualificar como uma atividade de projeto MDL de pequena escala? Se for decidida a elegibilidade de um projeto desse tipo, deve-se considerar que somente as reduções de emissões provenientes da parte do projeto que se enquadra nas regras para os projetos de pequena escala serão passíveis de emissão de RCE's, segundo o Anexo 2 para a Terceira Reunião do Conselho Executivo.

Foi acertada a decisão de que os três tipos de atividades de projetos de pequena escala seriam mutuamente exclusivos, a fim de garantir a integridade

sócio-ambiental das regras simplificadas, que favorecerão separadamente as reais atividades de pequeno porte de acordo com a classificação do Parágrafo 6 (c) da Decisão 17/CP.7.

III.6.5 – Ponto da vida útil da atividade de projeto em que valores de referência serão aplicados

O CE precisou chegar a uma decisão sobre que valor de cálculo será utilizado como base para a emissão de RCE's, se o valor máximo de referência for excedido durante o período de creditação ou de vida útil da atividade de projeto. No caso de energia renovável, este valor é de 15 MW. Tal necessidade vem do fato de que o consumo de energia pode não ser constante durante o período de funcionamento do projeto. Por isso, as emissões podem aumentar ou diminuir ao longo do tempo.

O CE concordou que se o valor máximo de referência de uma atividade de projeto de pequena escala (15 MW para energia renovável) for excedido durante qualquer período verificado, as RCE's devem ser emitidas somente até o valor de redução de emissões correspondente ao valor máximo estabelecido para as três classificações de atividades de projeto de pequena escala (15 MW para energia renovável). A partir desse contexto, foi escolhido como valor de referência para o cálculo da linha de base, a redução de emissão acumulada anualmente.

Trata-se de importante medida para se evitar que projetos com estimativas de crescimento sejam subdimensionados, com relação às capacidades instaladas, apenas para buscar o enquadramento nas regras simplificadas do MDL para pequenos projetos.

O processo de definições já avançou de forma considerável. Porém, tal fato não significa uma garantia de que as dificuldades terminarão, nem tão pouco de que a interpretação das regras será definitiva e única. O processo de negociação internacional é muito dinâmico e só terá seus rebatimentos conhecidos de maneira mais consolidada na ocasião da implantação real dos projetos.

III.7 – Simplificações das Modalidades e Procedimentos do MDL no que se refere aos projetos de pequena escala.

Ao longo de todo o texto defendeu-se que o *fast-track* do MDL é indispensável no apoio aos projetos de pequena escala passíveis de se candidatarem ao Mecanismo. Portanto, serão discutidas a seguir as medidas de simplificação das regras, algumas já decididas e outras não.

Para a simplificação das modalidades e procedimentos relativos aos projetos de pequena escala, o CE decidiu, por ocasião de sua Segunda Reunião, que os critérios necessários deveriam considerar: a integridade ambiental; os custos de transação e facilitação de financiamento; a distribuição regional e sub-regional e os benefícios para o desenvolvimento sustentável associados com a atividade candidata ao MDL. Decidiu-se também que a simplificação incluiria: metodologias para o estabelecimento de cenário de referência e plano de monitoração, assim como requerimentos e etapas relacionadas ao ciclo de projeto MDL, além da permissão para a formação de “pacotes” de projetos.

Ao Painel SSC foi delegada a decisão, que seria analisada pelo CE, de considerar se a simplificação das modalidades e procedimentos seriam aplicadas da mesma maneira a todas as categorias de atividades de projetos ou se o nível de simplificação se diferenciaria de acordo com:

- os tipos das atividades de projetos, como definidos nos três critérios de elegibilidade do parágrafo 6 (c) da Decisão 17/CP.7;
- o tamanho da atividade de projeto (regras especiais deveriam ser aplicadas para micro projetos?);
- o setor;
- a tecnologia;
- a localização da atividade de projeto (rural/urbano ou integrante da rede/não integrante da rede).

O Painel SSC decidiu pela recomendação de simplificações para quatorze categorias de projetos, definidas de acordo com os tipos de atividades de projetos,

tecnologia e se o projeto está ou não interligado à rede elétrica. Porém, o Painel de Metodologias (*Meth Panel*) procedeu pequenas alterações na lista, reduzindo o número de categorias para treze. No que se refere aos projetos de energia renovável, foram definidas quatro categorias a serem apresentadas na Seção III.7.1.2, C).

Para que estas categorias de projetos utilizem o *fast track* são exigidos os seguintes critérios:

- a) Estar de acordo com o critério de elegibilidade do parágrafo 6 (c) da Decisão 17/CP.7;
- b) Não fazer parte de desmembramento de um projeto maior, de acordo com regras específicas a serem apresentadas na Seção III.7.1 1.

Torna-se importante esclarecer que as modalidades e procedimentos gerais do MDL estabelecidos na Decisão 17/CP.7 são aplicáveis aos projetos de pequena escala, exceto no que diz respeito aos parágrafos 37 a 60 constantes do Anexo A da mencionada Decisão. Estes parágrafos tratam de validação e registro, assim como de monitoração. Substituem estes parágrafos, os de número 12 a 39, referentes ao Anexo II do Primeiro Relatório do CE do MDL apresentado na COP 8.

A leitura das medidas que flexibilizam o processo do MDL, no que se refere aos projetos de pequena escala, deve ser feita dentro da perspectiva de que não se trata de medidas independentes. Pelo contrário, encontram-se intrinsecamente associadas e visam, principalmente, a minimização de custos de transação. A seguir, são discutidas as medidas estabelecidas pelo CE.

III.7.1 - Medidas de simplificação do MDL para projetos de pequena escala acordadas pelo Conselho Executivo

III.7.1 1- “Pacotes” de projetos⁵⁴ similares

O Primeiro Relatório do CE definiu que as atividades de projeto podem formar “pacotes” nos seguintes estágios do ciclo de projeto MDL: PDD, validação, registro, monitoração, verificação e certificação.

O objetivo dessa medida é reunir múltiplos projetos de pequena escala, do mesmo tipo, a fim de que a análise seja feita na forma de um único projeto. Essa medida visa a redução dos custos globais de administração dentro do ciclo de MDL.

Além dos custos de administração, podem reduzir, significativamente, custos de transação internacional de pequenos projetos (SUTTER, 2001), tendo em vista que estes custos são divididos pelos projetos individuais incluídos no “pacote”.

Por exemplo, ao invés de submeter para aprovação 15 projetos de energia eólica de 1 MW separadamente, estes 15 projetos poderiam ser reunidos e submetidos através do processo *fast-track* como um único projeto, assumindo um contexto similar para os projetos (BOSI, 2001).

Uma dificuldade passível de superação seria estabelecer critérios para se definir o contexto similar para projetos diferentes. Contraditoriamente ao que se propõe, essa busca poderia acarretar um adicional de custos.

Em busca da similaridade, existiam propostas de limitação no tamanho, na categoria e/ou no número de atividades de projetos a serem incluídos no pacote.

Entretanto, o Painel SSC sugeriu que cada pacote de projeto deve satisfazer o critério do parágrafo 6 (c) da Decisão 17/CP.7, que no caso de projetos de energia

⁵⁴ A terminologia “pacotes de projetos” foi adotada para a tradução de *project bundling*, a qual se diferencia de *project pooling*. O primeiro consiste em projetos do mesmo tipo, enquanto que o segundo se refere a projetos de diferentes tipos.

renovável é apresentar capacidade máxima da ordem de até 15 MW (ou um equivalente apropriado). Não se recomendaram limites de quantidade ou categorias de atividade de projeto a serem incluídos no pacote. O CE acatou a sugestão e no Anexo II do seu Primeiro Relatório limita somente o tamanho do pacote (parágrafo 9, (a)).

Um estudo realizado por SUTTER (2001) traz a conclusão de que pacotes com 10 ou mais unidades podem tornar vários projetos de pequena escala viáveis em relação ao MDL. No entanto, um aumento de 10 para 100 projetos não provoca uma mudança real no comportamento do investidor. Esta conclusão mostra que foi acertada a decisão de não limitar o número de projetos a serem incluídos no “pacote”, deixando a avaliação da quantidade ideal para os proponentes do conjunto de projetos.

A não limitação de categorias de atividade também flexibiliza a busca dos projetos para a inclusão no “pacote”, permitindo que este apresente vários tipos de categorias e tecnologias referentes às atividades de projetos de energia renovável.

A delegação suíça da COP 7, em 2001 defendeu que será importante o suporte às organizações locais dos países hospedeiros dos “pacotes” de projetos e que as entidades privadas locais deveriam agir como força-motriz dessas organizações. Porém, alertam para o fato de que na fase inicial do MDL serão necessárias a assistência e a cooperação internacionais com a finalidade de capacitação.

Depender exclusivamente de entidades privadas para o estabelecimento de tais organizações pode representar um risco, principalmente em se tratando de projetos de energia renovável voltados para a energização rural. A participação em organizações desse tipo deve ser ampla, abrangendo também os setores governamental, acadêmico e civil. Torna-se primordial que os projetos de energia renovável em pequena escala não sejam tratados dentro de uma ótica puramente econômica, tendo em vista que as aplicações de tais projetos carregam um forte apelo sócio-ambiental.

A figura 10 ilustra o princípio do “pacote” de projetos sob a responsabilidade de uma Organização. O investidor não financia, diretamente, projetos individuais, mas uma organização que lida com os projetos.

Princípio do “pacote” de projetos sob a responsabilidade de uma Organização

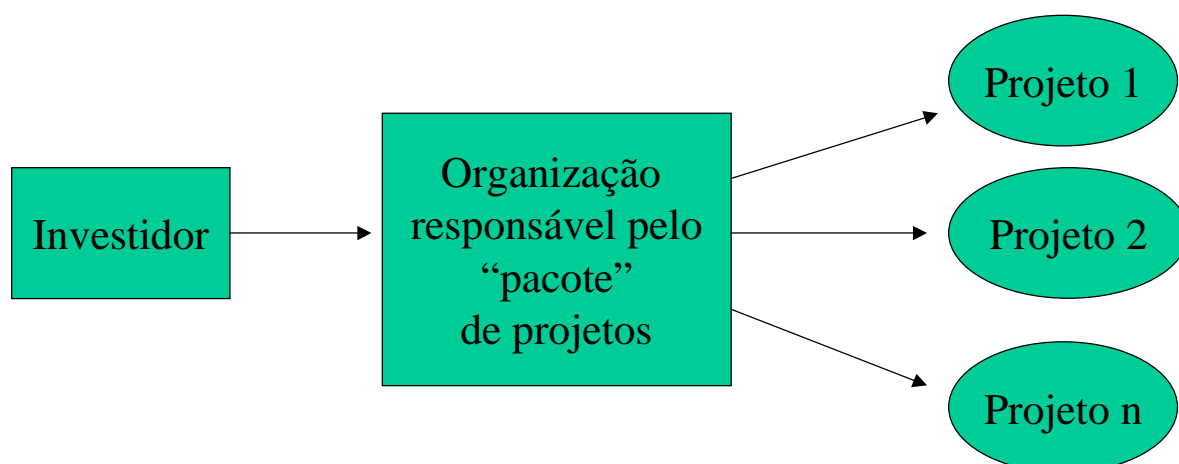


Figura 10: Princípio do “pacote” de projetos sob a responsabilidade de uma Organização

Fonte: SUTTER (2001).

Nada impede que investidores financiem projetos individuais, para depois serem reunidos em um pacote e apresentados ao CE. Todavia, a idéia de reunir os projetos sob a responsabilidade de uma Organização ajuda a diminuir custos de transação.

No caso brasileiro, deveria ser incentivada a participação das Cooperativas rurais como organizações responsáveis por “pacotes” de projetos.

As cooperativas são responsáveis pelo fornecimento de energia a cerca de um quinto do total de propriedades rurais atendidas no país. No caso dos programas de eletrificação rural implementados por cooperativas, há maior flexibilidade e abertura à racionalização dos custos, recorrendo-se inclusive ao engajamento efetivo dos beneficiários, como forma de viabilizar uma maior cobertura do atendimento rural (OLIVEIRA, 2001).

Cabe ao governo formular políticas públicas para capacitar as cooperativas no que se refere ao MDL e às Mudanças Climáticas, em geral.

Os projetos incluídos no “pacote” se beneficiam de outras medidas a serem analisadas em seguida, como por exemplo, padronização do cenário de referência e

procedimentos flexíveis de validação, verificação e monitoração. Antes desta análise, cabe abordar ainda as questões que ficaram abertas na Seção III.6.3 sobre desmembramento de projetos com capacidade instalada maior que 15 MW.

Quanto à subdivisão de projetos, a Seção III.6 que versa sobre as definições acerca de projetos de pequena escala traz algumas indagações sobre casos especiais de elegibilidade, levando-se em consideração o desmembramento de projetos. Seriam elegíveis aos procedimentos e modalidades simplificados, projetos maiores que 15 MW subdivididos em unidades menores?

A própria lógica econômica leva a crer que há mais incentivos para se agregar projetos ao invés de desagregá-los, analisados os seguintes fatos:

- Projetos que exigem facilidades de crédito maiores que US\$ 20 milhões são passíveis de ser escolhidos por um número maior de financiadores, quando comparados a projetos que exigem US\$ 5 milhões, por exemplo;
- Os custos de transação relativos diminuem com o crescimento do capital requerido;
- A economia de escala de grandes projetos pode aumentar a taxa de retorno e diminuir o período de retorno do investimento (ECOSECURITIES, 2002).

Mesmo assim, o Conselho Executivo se resguardou contra a possibilidade de projetos maiores serem subdivididos com a única intenção de enquadramento nos procedimentos e modalidades simplificados, como uma fazenda eólica dividida em mais de um projeto, por exemplo. O meio sugerido pelo Painel SSC para evitar o chamado desmembramento de projetos é a árvore de decisão, criada para a determinação da ocorrência deste artifício para o simples enquadramento no *fast track* do MDL para projetos de pequena escala. Ao Painel de Metodologias (*Meth Panel*) coube a tarefa de concluir as providências para evitar o desmembramento, levando-se em consideração o que já fora sugerido pelo Painel SSC. As recomendações finais neste sentido foram apresentadas ao CE na sua Sétima Reunião e incorporadas às modalidades e procedimentos simplificados do MDL.

O desmembramento⁵⁵ está definido como a fragmentação de uma atividade de projeto de larga escala em partes menores. Uma atividade de projeto de pequena escala que faz parte de uma atividade de projeto maior não estará elegível para o uso das regras simplificadas do MDL, no caso de constatação do desmembramento. Os critérios escolhidos pelo Painel de Metodologias para este julgamento são basicamente os mesmos dos sugeridos pelo Painel SSC. A diferença entre as propostas de análise é puramente estrutural, pois se abandonou o esquema da árvore de decisão. Apesar de conceitualmente os critérios de julgamento serem os mesmos, a proposta do Painel de Metodologias trouxe um aperfeiçoamento por meio de maior clareza da linguagem em comparação com a proposta do Painel SSC. O julgamento proposto e aceito pelo CE foi o seguinte:

Uma atividade de projeto de pequena escala deve ser considerada uma componente desmembrada de uma atividade de projeto maior se houver uma outra atividade de projeto MDL de pequena escala registrada ou um pedido de registro:

- com os mesmos participantes;
- na mesma categoria de projeto e de tecnologia;
- registrada até dois anos antes; e
- cuja fronteira esteja a uma distância de menos de um quilômetro do ponto mais próximo da fronteira do projeto proposto.

Estabeleceu-se uma exceção para a qualificação de uma atividade em relação ao *fast track*, mesmo se enquadrando nos critérios de julgamento expostos acima. Basta que a soma das capacidades instaladas dos equipamentos ou plantas do projeto proposto e do projeto em comparação não excedam o limite de 15 MW para os projetos de energia renovável, de acordo com a Decisão 17/CP.7. Trata-se de medida coerente com a idéia de pacotes de projetos, além de permitir que uma atividade que venha a se estabelecer posteriormente possa se enquadrar nas modalidades e procedimentos simplificados, como a expansão de um sistema existente que já conta com um projeto aceito, por exemplo, respeitando o limite de 15 MW para as atividades combinadas.

⁵⁵ Escolheu-se o termo desmembramento para a tradução do original em inglês *debundling*.

Porém, existe a necessidade de se considerar que a elegibilidade de unidades menores que 15 MW adicionais a um sistema de energia renovável já existente apresenta uma dificuldade. Pode surgir o argumento de que o sistema de energia renovável já estabelecido configura o cenário de referência! Neste caso, o proponente deverá provar que a tendência continua sendo o não uso do recurso renovável, dentro da filosofia de adicionalidade de qualquer proposta de atividade de projeto MDL. Outra preocupação dentro desse contexto foi levantada pela ECOSECURITIES (2002): um projeto pode ser elegível às regras simplificadas, iniciado como um projeto de pequena escala, e no entanto, posteriormente evoluir para uma escala que supere o limite de elegibilidade. Projetos como de energia eólica frequentemente seguem esta dinâmica em regiões onde existe incerteza quanto às características do recurso natural.

A ocorrência de projetos desta natureza precisa ser incentivada, e não ser objeto de preocupação, principalmente por convergir com um dos objetivos do MDL que é promover o desenvolvimento sustentável. Um projeto de pequena escala que serve de base para a promoção do desenvolvimento deve ser encarado como prioritário.

A leitura dos critérios de julgamento acerca do desmembramento, assim como da Decisão 17/CP.7, permite a interpretação de que é possível a elegibilidade de componentes de projetos com capacidades maiores que 15 MW em sua totalidade, desde que os componentes de energia renovável candidatos às regras simplificadas do MDL apresentem uma capacidade instalada de até 15 MW. Isto ocorre pelo fato já mencionado de que todo o processo do MDL trata de atividades de projetos, e não de projetos, única e exclusivamente. Esse fato traz associado um risco à integridade sócio-ambiental do *fast track*, tendo em vista que a abertura do processo a projetos de larga escala com atividade que respeite o limite estabelecido para usufruir das regras simplificadas abre um temeroso precedente, pois investidores podem preferir a aplicação de recursos em projetos mais rentáveis economicamente. Desta forma, projetos de maior cunho social, como aqueles ligados à eletrificação rural, perderiam competitividade no que diz respeito a busca de recursos provenientes do MDL. Torna-se importante esclarecer que esta não é uma posição contrária aos projetos maiores, pois é legítima a busca por RCE's se a atividade em questão é adicional, reduzindo portanto, a emissão de GEE. Trata-se da defesa de que a atividade ligada a projeto de maior proporção poderia não se tornar elegível aos procedimentos e modalidades

simplificados, tendo em vista que o auxílio trazido pelo *fast track* aos projetos de pequena escala voltados para a solução de problemas sociais (caso da eletrificação rural) será reduzido ao beneficiar projetos maiores com componente elegível de energia renovável.

III.7.1.2 – Simplificação de metodologias para estabelecimento de cenário de referência e monitoração

A Proposta de Plano de Trabalho do CE, no âmbito de sua Segunda Reunião, menciona que a simplificação das metodologias para cenário de referência consideraria: a avaliação da adicionalidade, o nível apropriado de padronização dos parâmetros relacionados ao cenário de referência, a fronteira da atividade de projeto, o cálculo de *leakage* e o período de creditação do projeto.

Quanto à simplificação da metodologia de monitoração seria abordado o uso de valores padronizados, assim como sistemas de relatório de dados, ambos já existentes.

A - Simplificação de metodologias para estabelecimento de cenário de referência

A.1) Avaliação da adicionalidade

O Termo de Referência do Painel SSC (2002) estabeleceu que em relação à avaliação da adicionalidade, considerar-se-ia:

- Riscos ambientais associados com a flexibilização de critérios de adicionalidade, incluindo as implicações para as diferentes atividades de projeto e categorias de tecnologia em níveis internacional, regional, nacional ou local;
- Custos de transação associados com a avaliação da adicionalidade;
- Avaliação da adicionalidade a ser determinada com o uso de possíveis padronizações de cenário de referência, de acordo com a atividade de projeto, a categoria da tecnologia e fatores de emissão e eficiência;
- Pertinência de diferenciação de critérios de adicionalidade de acordo com o tamanho do projeto de pequena escala.

A.2) Nível de padronização dos parâmetros relacionados ao cenário de referência

Quanto aos parâmetros do cenário de referência deveriam ser considerados os seguintes elementos:

- Riscos ambientais associados à padronização dos parâmetros do cenário de referência;
- Custos associados com o estudo do cenário de referência das atividades de projetos de pequena escala;
- Pertinência da seleção de *defaults* (fatores de emissão regionais ou específicos para cada país e para cada tecnologia, por exemplo);
- Pertinência do uso de dados não domésticos para o desenvolvimento do cenário de referência, na possibilidade de não se dispor de dados domésticos;
- Possível diferenciação por tamanho, categoria, tecnologia, setor e/ou local (em rede e descentralizado);
- Desenvolvimento de árvores de decisão e outras ferramentas para a seleção da metodologia mais pertinente, em colaboração com o Painel de Metodologias.

Como já mencionado no início da Seção III.7, o Painel de Metodologias decidiu pela recomendação de simplificação do cenário de referência para treze categorias de projetos, definidas de acordo com os tipos de atividades de projetos, tecnologia e se o projeto está ou não interligado à rede elétrica. O item C) desta Seção apresentará as quatro categorias de projetos de energia renovável.

Cenários de referência padronizados devem ser utilizados com discernimento e cuidado. A busca de dados específicos a serem usados no lugar de valores padronizados pode aumentar custos, porém, diminuem riscos ambientais, principalmente referentes a cálculos equivocados de emissões. Para projetos individuais de pequena escala, os impactos desta natureza são menos significativos, mas deve-se ter cautela quando se trata da totalidade dos projetos. Uma redução de emissão menor constatada ao final do projeto, em relação à prevista, levará a emissão igualmente menor de RCE's. Por isso, deve-se avaliar a melhor opção de uso de fatores de emissão.

Partindo-se da premissa de que o estudo está focalizado na questão dos projetos de energia renovável em pequena escala como apoio à eletrificação de regiões isoladas, passa-se a discutir a padronização de cenários de referência relativa à geração descentralizada de energia. Isto se deve ao fato de que a geração de energia em regiões remotas e/ou rurais freqüentemente ocorre por meio de geradores movidos a diesel. Por isso, alguns autores, como BOSI (2001) e LAZARUS *et al.* (1999), afirmam parecer apropriado considerar como cenário de referência de pequenos projetos de geração de energia descentralizada, o uso de combustíveis fósseis, principalmente o diesel. BOSI (2001) chega a sugerir o valor de 0,88 kg CO₂/kWh como *default* para pequenos projetos submetidos aos procedimentos e modalidades simplificados do MDL, tendo como referência a intensidade da emissão de pequenos geradores a diesel, operando com uma eficiência da ordem de 30%.

A padronização do cenário de referência auxilia na simplificação dos procedimentos e modalidades, porém, a medida deve refletir cada atividade de projeto, tecnologia e fatores de emissão específicos. Com relação aos projetos de pequena escala voltados para a eletrificação residencial rural, o resultado alcançado refletiu estes aspectos, como poderá ser constatado no item C) desta Seção. E a flexibilidade do processo fica por conta da possibilidade de proposição de cenários de referência e planos de monitoração diferentes daqueles estabelecidos pelo CE, como também poderá ser mostrado adiante.

Por exemplo, pequenos sistemas fotovoltaicos com aplicação em áreas rurais podem ser considerados como tipos particulares de projetos de pequena escala, tendo em vista que os serviços providos por tais sistemas são mais modestos em relação a outros projetos. A eletricidade produzida é usada, principalmente, com propósitos de iluminação e de funcionamento de aparelhos com pequena potência. Geralmente, os painéis fotovoltaicos substituem querosene para iluminação. YBEMA *et al.* (2000) recomenda um valor de 200 kg CO₂/ano para a redução de emissão acarretada pela substituição de querosene por um típico sistema fotovoltaico de 50 W_p. Outros parâmetros a se considerar são apresentados pelo WEC (1999): como regra geral, onde 90 a 100% das necessidades de iluminação são atendidas por querosene, em se tratando de grupos de baixa e média renda, o consumo é de aproximadamente 1,8 a 3,6 GJ anuais

por residência, ou cerca de 0,07 a 0,28 litros por noite, com períodos de iluminação entre duas e quatro horas por noite. Um estudo na Indonésia mostrou que 1 kWh de eletricidade para fins de iluminação substituiu 0,51 litros de querosene. Em seis vilas do Sul da Índia, residências eletrificadas utilizaram 1 kWh para iluminação, enquanto que casas não eletrificadas usaram de 0,15 a 0,28 litros de querosene.

As possibilidades acima suscitam algumas questões relativas à padronização dos fatores de emissão: estes devem ser regionais ou específicos para cada país? Se dados domésticos não estiverem disponíveis, será apropriado o uso de dados não domésticos para o desenvolvimento do cenário de referência?

A.3) Fronteira da atividade de projeto

O Painel SSC deveria considerar:

- Permissão para a definição da fronteira do projeto de acordo com a tecnologia instalada, levando-se em consideração os riscos ambientais e as reduções nos custos de transação;
- A aplicação do parágrafo 52 da Decisão 17/CP.7 que dispõe sobre fronteira de projeto, a qual deve contemplar todas as emissões antrópicas das fontes de GEE que são significativas e razoavelmente atribuíveis à atividade e que estão sob o controle dos participantes do projeto. Em colaboração com o Painel de Metodologias, o Painel SSC necessitava definir os termos “significativas” e “razoavelmente atribuíveis”, assim como “emissões das fontes de GEE sob o controle dos participantes do projeto”.

Com relação a esse assunto, o Painel de Metodologias recomendou fronteiras para cada categoria estabelecida de projeto, porém, quanto à definição dos termos acima, os participantes do projeto são convidados a apresentar sua interpretação no PDD, enquanto uma decisão nesse sentido não é tomada.

O Apêndice B do Relatório do CE, a ser abordado na Seção III.7.1.2, C), dispõe sobre fronteira de projeto ao considerar que esta deve ser estabelecida com relação à localização física da atividade de projeto.

A.4) Cálculo de vazamento (*leakage*)

Em se tratando de *leakage*, o Painel SSC deveria levar em consideração a pertinência de simplificação ou ausência de cálculos periódicos dos efeitos de *leakage* nos planos de monitoração.

O Painel SSC recomenda que os cálculos de *leakage* sejam simplificados de maneira consistente com a fronteira de projeto sugerida para cada categoria estabelecida. Para as categorias de projeto de energia renovável são exigidos cálculos de vazamento para o caso da instalação de equipamentos transferidos de outra atividade, como será visto em III.7.1.2, C).

A.5) Período de creditação do projeto

Deveriam ser considerados pelo Painel SSC, os seguintes aspectos:

- Possibilidade de permissão de períodos de crédito longos sem a necessidade de revisão do cenário de referência;
- Diferenciação dos períodos de crédito de acordo com as categorias de atividades de projeto.

O Painel SSC chegou à conclusão de que seria melhor recomendar os períodos de crédito já estabelecidos na Decisão 17/CP.7, com revisões simplificadas do cenário de referência, quando for o caso. Tais períodos são os seguintes:

- um máximo de sete anos que poderá ser renovado duas vezes, cuidando-se para que uma empresa credenciada determine e informe ao CE do MDL que a linha de base original é ainda válida ou que foi substituída considerando-se novos dados, ou

- um máximo de dez anos sem opção de renovação.

A simplificação das revisões colabora com a diminuição dos custos de transação, no entanto, o ideal seria que não houvesse a necessidade de reavaliação da linha de base a cada sete anos para projetos de pequena escala, a fim de que os custos associados fossem anulados. Os projetos com duração mais longa (como aqueles envolvendo

painéis fotovoltaicos, cuja vida útil é de 20 anos⁵⁶) seriam prejudicados frente a opções que exigem o menor período total de creditação, como medidas de eficiência energética, por exemplo.

B) Simplificação da metodologia de Monitoração

O Termo de Referência do *SSC Panel* (2002) estabeleceu que em relação à simplificação da metodologia de monitoração, deveriam ser considerados:

- Os riscos ambientais e custos de transação associados à metodologia simplificada de monitoração;
- O uso de valores padrões e de relatórios de dados existentes, desde que sejam válidos e confiáveis;
- As implicações da metodologia simplificada de monitoração nos casos em que o cenário de referência e a avaliação da adicionalidade são simplificados. Neste contexto, avaliar o nível de rigor requerido para a demonstração das reduções de emissões;
- O uso de dados para monitoração que evitem complexidade e custos altos;
- O uso de fatores de emissão (*default*) publicados ao invés de fatores medidos;
- A Utilização de grupos de controle, tanto para propósitos de monitoração como para propósitos de verificação;
- A diferenciação das metodologias de monitoração e de verificação simplificadas da atividade de projeto de acordo com o tamanho, a categoria, a tecnologia, setor e /ou local;
- A exploração das possibilidades de redução na frequência de monitoração.

⁵⁶ Um grande número de fabricantes de módulos fotovoltaicos oferecem 25 anos de garantia (GOUVELLO, 2002). Portanto, 20 anos pode ser considerado como um período conservador.

C) O Apêndice B do Primeiro Relatório do Conselho Executivo do MDL

O Primeiro Relatório do CE faz menção a um Apêndice B, cujo conteúdo se refere ao estabelecimento de metodologias simplificadas para o estabelecimento de cenário de referência e monitoração. A proposta mais recente deste documento foi feita pelo Painel de Metodologias, por requisição do CE, cuja avaliação final ocorreu na Sétima Reunião deste Conselho. O documento (*Indicative Simplified Baseline and Monitoring Methodologies for Selected Small-Scale CDM Project Activity Categories*⁵⁷) contém uma lista indicativa de cenários de referência e metodologias de monitoração simplificados para treze categorias de projeto, de acordo com os tipos elegíveis ao *fast-track*. No que diz respeito aos projetos de energia renovável, são quatro as categorias de projeto apresentadas: geração de eletricidade pelo usuário (*Electricity Generation by the User*), energia mecânica para o usuário (*Mechanical Energy for the User*), energia térmica para o usuário (*Thermal Energy for the User*) e geração de eletricidade para a rede elétrica (*Electricity Generation for a Grid*). Apenas a primeira categoria é relevante para os objetivos do trabalho. Apesar de sua importância para a energização rural, a segunda e a terceira categorias não serão abordadas por não tratarem de energia elétrica residencial, que é o objeto da dissertação. A quarta categoria também não será considerada pelo fato de tratar da geração de eletricidade para a rede elétrica. O presente trabalho trata de sistemas descentralizados.

Atenção deve ser dada ao fato de que se uma atividade proposta de projeto não se enquadra nas categorias listadas no Apêndice B, os participantes do projeto devem submeter uma requisição ao CE, por escrito, a fim de que se obtenha aprovação relativa ao cenário de referência e plano de monitoração simplificados para a atividade proposta. O mesmo procedimento deve ser considerado ao se propor cenários de referência e planos de monitoração diferentes dos estabelecidos para categorias já existentes. O CE deve então revisar a metodologia proposta, se possível na reunião posterior à submissão, aprovando-a ou não.

⁵⁷ O Painel de Metodologias classifica o documento como Apêndice B. Como a COP aceitou as modalidades e procedimentos simplificados para projetos de pequena escala tal qual se apresentam no Anexo II do Primeiro Relatório do CE, adotou-se nesta dissertação o uso de Apêndice B, conforme consta no Relatório citado. Isto também vale para os Apêndices A e C, que versam, respectivamente, sobre o PDD simplificado para projetos de pequena escala e a prevenção de desmembramento de projetos maiores.

Outro aspecto importante do Apêndice B se refere aos projetos que envolvem biomassa como recurso. Sugere-se que, neste caso, o *leakage* seja considerado. Sendo esta decisão adotada pelo CE, deverão ser consideradas, por exemplo, as emissões associadas ao ciclo de vida do projeto, como emissões relativas ao desmatamento e transporte da biomassa. Essa decisão faz com que os custos de transação aumentem. O assunto poderia ter sido melhor desenvolvido, já que a definição de uso sustentável da biomassa, considerada relevante pelo Painel SSC, é sequer mencionada.

C.1) Categorias de projetos de energia renovável

Como já mencionado, são quatro as categorias propostas que envolvem tecnologias utilizadoras de energia renovável. Três delas tratam de geração direta de energia para o usuário, dividindo-se em eletricidade, energia mecânica e energia térmica. A última categoria aborda a geração de eletricidade para a rede elétrica. Para os objetivos desta dissertação, somente a primeira categoria será considerada.

C.1.1) Geração de eletricidade pelo usuário

Tecnologia: Esta categoria compreende as tecnologias de energia renovável que suprem uma residência ou outros usuários com uma pequena quantidade de eletricidade, a qual deve ser usada de forma integral e local. A unidade de geração de energia renovável deve ser nova ou deve substituir uma unidade de geração existente, baseada em queima de combustíveis fósseis.

Cabe uma crítica à redação original em inglês: “*The renewable generating units may be new or replace existing fossil fuel fired generation*”. Uma unidade de geração de energia renovável pode ao mesmo tempo ser nova e estar substituindo uma unidade existente de geração baseada em queima de combustíveis fósseis. Deveria ser melhor explicitado que a unidade geradora de energia renovável pode ser estabelecida no lugar de uma unidade de queima de combustíveis fósseis ainda não existente no local em questão, bastando provar que o cenário de referência seria a implementação de uma unidade deste tipo. Fazia-se necessária, portanto, uma redação que informasse melhor a exigência de comprovação da tendência de uso de combustíveis fósseis, no caso da inexistência deste uso.

Medida: A capacidade dos geradores de energia deve ser menor que 15 MW, sendo que sistemas de cogeração são elegíveis dentro das categorias de energia térmica para o usuário e geração de eletricidade para a rede elétrica.

A ressalva é pertinente, tendo em vista que projetos de cogeração não se adequam à geração direta de energia para residências.

Fronteira: A fronteira do projeto é delineada pela localização da unidade de geração e do equipamento que usa a eletricidade produzida.

A fronteira assim estabelecida vai ao encontro da preocupação do Painel SSC de englobar as emissões antrópicas das fontes de GEE que são significativas e razoavelmente atribuíveis à atividade e que estão sob o controle dos participantes do projeto.

Caso a atividade de projeto substitua a energia gerada por fontes externas, as RCE's se referirão à redução de emissão associada com a energia que deixou de ser entregue por estes recursos externos.

Cenário de referência: Propôs-se que a linha de base seja o consumo de combustível da tecnologia em uso ou que teria sido usada na ausência da atividade de projeto. Há a opção de duas fórmulas para o cálculo:

- Opção 1:

$$LB = (n_i \cdot c_i) / (1 - l) \quad \text{(Fórmula 7)}$$

onde:

LB = Linha de base anual;

n_i = número de consumidores atendidos pela tecnologia de energia renovável pertencentes à categoria i (residência, posto de saúde rural, escola rural, etc.);

c_i = estimativa do consumo individual médio anual (em kWh) observado nos sistemas elétricos mais próximos entre consumidores rurais já conectados à rede elétrica e pertencentes à mesma categoria. Se o consumo de energia já é conhecido e medido, é a média deste consumo de acordo com cada categoria;

l = média das perdas na distribuição (fração) que teriam sido observadas em mini-redes baseadas no uso de diesel, instaladas por meio de programas públicos ou por companhias distribuidoras em áreas isoladas. O próprio Anexo traz uma recomendação de uso de um valor *default* razoável para as perdas na distribuição em redes rurais de baixa voltagem: 20%.

O argumento utilizado na defesa do uso do valor da energia consumida no cálculo da linha de base, ao invés da eletricidade gerada, é o de que assim evita-se superestimar a capacidade instalada ou a energia gerada pela atividade de projeto MDL, o que poderia refletir na linha de base, e conduzir a um cálculo também superestimado de redução das emissões. Porém, sugere-se uma exceção para a utilização da eletricidade gerada: se os participantes do projeto justificarem que esta representa uma estimativa razoável da energia que teria sido gerada para prover serviços de eletricidade similares aos do projeto, por um gerador diesel com capacidade maior que 35 kW, operando com um fator de capacidade de ao menos 50%.

- Opção 2:

$$LB = O_i / (1 - l) \quad \text{(Fórmula 8)}$$

onde:

LB = Linha de base anual;

O_i = A saída (*output*) (kWh) estimada anualmente com relação às tecnologias instaladas de energia renovável do tipo i (sistemas solares residenciais – *solar home systems* - e sistemas de bombeamento solar - *solar pumps*);

l = média das perdas na distribuição (fração) que teriam sido observadas em mini-redes baseadas no uso de diesel, instaladas por meio de programas públicos ou por companhias distribuidoras em áreas isoladas.

Torna-se importante observar que no caso dos participantes desejarem utilizar outras fórmulas para o cálculo da linha de base, a proposta precisa ser aceita de acordo com as regras estabelecidas para novas metodologias de cenário de referência, as quais já foram apresentadas anteriormente.

O item A.2 desta Seção mostrou que para o serviço de iluminação, a tecnologia de geração de energia renovável, normalmente, substitui o uso de querosene. Os estudos apontados neste mesmo item, relativos à Indonésia e ao Sul da Índia, apresentaram uma relação entre o consumo de eletricidade para fins de iluminação, em kWh, nas vilas eletrificadas e o consumo, em litros, de querosene para o mesmo fim em localidades não atendidas pelo serviço da eletricidade. Portanto, é possível a utilização das fórmulas 7 e 8 para o cálculo da linha de base. Nos casos onde essa relação não existir, a linha de base poderá ser representada, para um determinado período, pelo consumo de querosene, em volume. Assim, a unidade do fator de emissão a ser utilizado deve estar em massa de CO₂ por volume de querosene, o qual é mais comum do que o fator de emissão em massa de CO₂ por kWh, no caso de utilização de querosene para iluminação.

Uma linha de base simples como a do exemplo anterior mostra que a fórmula de cálculo necessitará de submissão ao CE, pelo fato de não se apresentar em kWh/ano, mas sim em l/ano, por exemplo. Na melhor das hipóteses, o CE aprovará a fórmula na sua primeira reunião após a submissão. Este caso serve como fundamento para criticar o estabelecimento de apenas duas fórmulas para o cálculo da linha de base.

Para finalizar, as emissões do cenário de referência são calculadas pela multiplicação entre o fator de emissão de CO₂ associado ao combustível substituído e a linha de base, por sua vez calculada de acordo com as opções apresentadas acima ou por meio de uma nova proposta. Os valores *default* do IPCC (*IPCC 1996 Revised Guidelines*) para fatores de emissão podem ser usados, sendo que na falta de valores mais específicos, sugere-se o valor de 0,9 kg de CO₂ / kWh, referente a unidades geradoras alimentadas por diesel.

Assim, podem ser respondidas as questões apresentadas no item A.2 referentes à pertinência do uso de fatores de emissão regionais ou específicos para cada país e do uso de dados não domésticos para o desenvolvimento do

cenário de referência no caso de não disponibilidade de dados domésticos. É melhor que haja a posse de fatores de emissão específicos, porém, na sua falta, dados não domésticos poderão ser utilizados, como o valor apresentado acima.

Leakage: Propõe-se que o cálculo nesse sentido seja requerido para o caso da instalação de equipamento transferido de outra atividade.

A determinação do tamanho do vazamento pode apresentar dificuldades relativas à identificação de causa e efeito, o qual normalmente é muito pequeno em se tratando de projetos de pequena escala. Por isso, o ideal seria que este requerimento não existisse para estes tipos de projetos. Porém, o cálculo será requerido para o caso mencionado. Tal decisão prejudica justamente projetos que necessitam utilizar equipamentos semi-novos transferidos de outras atividades, pois a identificação de *leakage* pode incorrer em aumento dos custos de transação. Por outro lado, demonstra preocupação com o que ocorreu na área que forneceu o equipamento usado, evitando-se que possíveis aumentos nas emissões de GEE nessas áreas não sejam contabilizados.

Monitoração: Consiste em duas possibilidades:

- Uma averiguação anual de todos os sistemas ou de uma amostra para a confirmação de funcionamento dos mesmos, sendo que outras evidências de continuidade da operação podem funcionar como substitutas ou;
- Medida da eletricidade gerada por todos os sistemas ou por uma amostra.

O Painel de Metodologias ainda estabelece que os participantes do projeto devem prover uma explicação indicando as razões pelas quais a tecnologia do projeto poderia não ser implementada, levando-se em consideração pelo menos uma das barreiras abaixo:

- a) Barreira de investimento: existência de uma alternativa mais viável financeiramente que teria resultado em emissões maiores;
- b) Barreira tecnológica: existência de uma alternativa menos avançada em termos de tecnologia que teria resultado em emissões maiores, mas que envolve menos

riscos em comparação com a *performance* ou com a baixa penetração (pequeno *market share*) da nova tecnologia a ser adotada pelo projeto;

- c) Barreira relativa à prática dominante: prática dominante, regulação existente ou requerimentos políticos que teriam conduzido à adoção de uma tecnologia que resultaria em maiores emissões;
- d) Outras barreiras que por razões específicas, identificadas pelos participantes do projeto, teriam conduzido a maiores emissões em comparação com as atividades do projeto: por exemplo, barreiras institucionais, limitação de informações, recursos administrativos ou financeiros limitados e baixa capacidade organizacional.

III.7.1.3 - Simplificação de requerimentos e etapas relacionados ao ciclo de projeto MDL

A recomendação do Painel SSC com relação à simplificação do ciclo de projetos de pequena escala deu-se no sentido de não promover mudanças profundas das etapas originais, partindo do princípio de que os custos de transação dependem principalmente da dificuldade inerente à validação do cenário de referência e do plano de monitoração. Assim, a contribuição para a redução nos custos de transação teria ocorrido ao se propor a simplificação das modalidades e procedimentos destes dois requisitos para as diferentes categorias de projetos, além da permissão para a formação de pacotes de projetos.

Em seguida, são listadas algumas simplificações associadas ao ciclo do MDL, a maioria das quais, profundamente relacionadas com o cenário de referência e monitoração simplificados.

A) Preparação ou Concepção do projeto

A.1) Simplificação do PDD

A Decisão 17/CP.7 traz no Apêndice B⁵⁸ das modalidades e procedimentos do MDL as informações que devem constar do PDD. O próprio modelo de PDD adotado pela COP amplia tais informações.

Para projetos de pequena escala, o Painel SSC recomendou a adoção de um PDD simplificado, que faz parte de um Apêndice das recomendações para o *fast-track* adotadas no Anexo II do Primeiro Relatório do CE. Este Apêndice é chamado de Apêndice A, e substituirá o Apêndice B das modalidades e procedimentos do MDL, mencionado acima.

Coube ao Painel de Metodologias as recomendações finais acerca do PDD simplificado, as quais foram aceitas por ocasião da Sétima Reunião do CE⁵⁹.

A estrutura proposta pelo Painel de Metodologias para o PDD relativo aos projetos de pequena escala não difere daquela apresentada para o PDD de outros projetos. As diferenças residem nos conteúdos dos requisitos que refletem as modalidades e procedimentos simplificados com relação aos projetos de pequeno porte, sejam elas:

- Confirmação de que a atividade de projeto não é um componente “desmembrado” de uma atividade maior;
- Utilização do Apêndice B no que se refere às metodologias para cenários de referência e monitoração, assim como aos cálculos de redução de emissão de GEE.

⁵⁸ Deve-se ter atenção para não confundir este Apêndice B, que integra a Decisão 17/CP.7, com o Apêndice B (cenário de referência e monitoração simplificados) do Anexo II do Primeiro Relatório do CE.

⁵⁹ O Relatório da sétima Reunião do CE prevê uma revisão, na ocasião da oitava Reunião deste Conselho, no que diz respeito às primeiras versões de ambos os PDD's (normal e simplificado para projetos de pequena escala), a fim de que se assegure consistência entre os mesmos.

Destaca-se que atividades de projetos submetidas na forma de pacote podem apresentar um único PDD, diferenciando as informações sobre cada projeto com relação às seguintes informações: participantes do projeto e localização da atividade de projeto. Além disso, nesse caso, exige-se um plano de monitoração global.

Outro aspecto importante se refere à submissão de um único PDD para uma atividade de projeto com diferentes componentes⁶⁰ elegíveis às modalidades e procedimentos simplificados, sendo que as seguintes informações devem ser providas separadamente para cada atividade: tipo, categoria e tecnologia; resumo de como as emissões antropogênicas de GEE serão reduzidas; metodologia para a linha de base; plano e metodologia de monitoração e cálculo das reduções de emissões de GEE.

A.2) Metodologias simplificadas para o estabelecimento de cenário de referência e monitoração

Os participantes do projeto devem usar as metodologias do Apêndice B de acordo com a categoria descrita na Seção III.7.1.2, C), lembrando que tanto propostas de categorias adicionais, como de mudanças nas metodologias devem ser enviadas ao CE.

É permitida a proposição de um plano de monitoração global para “pacotes” de projetos, sendo que a verificação/certificação das reduções de emissões deve cobrir todas as atividades de projeto envolvidas.

B) Validação e Registro

Uma diferença considerável para o que é requerido nas modalidades e procedimentos da Decisão 17/CP.7 reside no fato de que os participantes do projeto têm que submeter à EOD análise de impacto ambiental da atividade, somente se esta for requerida pela Parte hospedeira do projeto.

⁶⁰ O princípio da exclusividade mútua, discutido em III.6.4 necessita ser considerado.

As Leis de cada país referentes a esse assunto deverão ser respeitadas. No caso do Brasil, a Resolução nº 1 da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, adotada em reunião extraordinária da referida Comissão, do dia 12 de dezembro de 2002, estabelece em seu Art. 3º que “com vistas a obter a aprovação das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, os proponentes do projeto deverão enviar à Secretaria Executiva da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, em meio eletrônico e impresso os documentos que atestem a conformidade com a legislação ambiental em vigor, quando for o caso”.

A Resolução CONAMA⁶¹ Nº 001, de 23 de Janeiro de 1986, define as situações e estabelece os requisitos e condições para desenvolvimento de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). No que diz respeito ao licenciamento de usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW, exige-se a elaboração de EIA/RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA⁶² em caráter supletivo.

Também é de extrema importância para essa questão a Resolução CONAMA 279 de 27 de junho de 2001, que estabelece o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental, aí incluídos:

I - Usinas hidrelétricas e sistemas associados;

II - Usinas termelétricas e sistemas associados;

III - Sistemas de transmissão de energia elétrica (linhas de transmissão e subestações).

IV - Usinas Eólicas e outras fontes alternativas de energia.

⁶¹ CONAMA é o Conselho Nacional do Meio Ambiente que tem a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida (Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981).

⁶² IBAMA é o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, cuja finalidade é executar e fazer executar, como Órgão Federal, a política e diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente (Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981).

Esta decisão é importante, pois respeita a soberania do país hospedeiro do projeto.

No caso brasileiro, a maioria dos projetos de energia renovável de pequena escala deverão estar de acordo com a Resolução CONAMA 279, dado o pequeno potencial de impacto ambiental destes empreendimentos. Com isso, o licenciamento ambiental simplificado os favorecerá, tanto pela queda nos custos, como pela agilização para a entrada em operação.

Em se tratando de validação, a EOD deverá avaliar se as metodologias para cenário de referência e monitoração estão de acordo com a simplificação para projetos de pequena escala.

O registro deve ser julgado pelo CE dentro de quatro semanas após a data de recebimento do pedido do registro, a não ser que uma revisão seja requerida por uma das Partes envolvidas ou por três membros do Conselho. A diferença para o trâmite normal do MDL é que este estabelece um prazo de oito semanas para o registro. Esta queda de 50% no tempo de Registro de projetos de pequena escala, em comparação com o trâmite de outros projetos, constitui uma bem vinda agilização do processo.

Por último, ao contrário das modalidades e procedimentos da Decisão 17/CP.7, já estão previamente estabelecidas as fronteiras de projetos de pequena escala de acordo com as categorias.

C) Monitoração

As metodologias simplificadas de monitoração para a categoria de projeto de interesse foram apresentadas em III.7.1.2, C).

Outras simplificações dizem respeito a não necessidade de procedimentos de controle e segurança da qualidade, por exemplo, os quais são exigidos no processo normal do MDL.

Se as atividades de projeto fazem parte de um pacote, um plano de monitoração deve ser aplicado para cada uma das atividades ou um plano de monitoração global deve ser aplicado para o pacote, como determinado pela EOD na validação.

D) Verificação/Certificação

As etapas de Verificação e Certificação, assim como emissão de RCE's, obedecem rigorosamente o que foi estabelecido nas modalidades e procedimentos da Decisão 17/CP.7. Portanto, nenhuma simplificação foi adotada para estas etapas, **a não ser que a mesma EOD pode desempenhar a validação e a verificação/certificação.**

No processo normal do MDL uma mesma EOD não pode desempenhar as duas funções para um mesmo projeto, caso não receba autorização expressa do CE.

Na realidade, quanto ao ciclo do MDL, não há uma diferenciação marcante entre o processo normal e o *fast-track*. As verdadeiras simplificações do ciclo estão internalizadas na permissão para se formar “pacotes” de projetos de pequena escala, no estabelecimento de um PDD simplificado e no desenvolvimento do cenário de referência e na metodologia de monitoração simplificados.

III.7.2 – Outras medidas que podem auxiliar os projetos de pequena escala

III.7.2.1 - Isenção total ou parcial de contribuição, tanto para o Fundo de Adaptação, como para cobrir os custos de administração do MDL

A medida é defendida no sentido de onerar menos os projetos MDL de pequena escala.

O Artigo 12, Parágrafo 8 do Protocolo de Quioto, estabelece que a Conferência das Partes, na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo, deve assegurar que uma fração dos fundos advindos de atividades de projetos certificadas seja utilizada para cobrir despesas administrativas, assim como assistir às Partes países em desenvolvimento que sejam particularmente vulneráveis aos efeitos adversos da Mudança do Clima para fazer face aos custos de adaptação. Determinou-se que esta fração seria de 2% referentes às RCE's geradas pelo projeto.

A manifestação do CE sobre o assunto, até o presente momento, foi no sentido de que seriam consideradas taxas menores para atividades de projetos de pequena escala, mas não se mencionou o montante.

De concreto, existe uma tabela sobre taxa de registro para projetos, proposta na Sexta Reunião do CE. O preço varia de acordo com a redução de emissão alcançada pelo projeto. Reproduz-se, abaixo, a tabela (Tabela 26).

Tabela 26: Taxa de administração na fase de registro

Redução média anual ⁶³ de CO ₂ equivalente (toneladas) ao longo do período de creditação.	US\$ ⁶⁴
< 15.000	5.000,00
Entre 15.000 e 50.000 (inclusive)	10.000,00
Entre 50.000 e 100.000 (inclusive)	15.000,00
Entre 100.000 e 200.000 (inclusive)	20.000,00
> 200.000	30.000,00

Fonte: Relatório da Sexta Reunião do Conselho Executivo do MDL

Os projetos de pequena escala poderão se beneficiar da relativa baixa emissão de GEE, pagando taxas menores. A formação de pacotes também traz um benefício, tendo em vista que a taxa para Registro será dividida entre os componentes, reduzindo o valor individual pago por cada projeto. No entanto, para auxiliar verdadeiramente estes projetos, o CE deveria determinar a isenção de pagamento destas taxas, assim como da contribuição para o fundo de adaptação.

III.7.2.2 - Fortalecimento das Entidades Operacionais Locais

O CE deveria facilitar o credenciamento de EOD nos países em desenvolvimento limitadas aos projetos de pequena escala. Tal medida representaria um

⁶³ Estimada pelos participantes do projeto e confirmada pela EOD.

⁶⁴ A taxa de registro paga será deduzida da cota relativa ao processo administrativo devido à emissão de RCE's.

estímulo à criação de EOD's especializadas em projetos de pequena escala e faria com que surgissem mais dessas entidades nos países em desenvolvimento, tendo em vista que em condições equânimes de competição com EOD internacionais isso não aconteceria, e se acontecesse, seria de forma mais lenta.

O engajamento de consultores locais no processo de validação e verificação/certificação reduz os custos de transação não só dos projetos de pequena escala, mas de projetos em escalas maiores também, além de capacitar instituições nacionais.

Como para os projetos de pequeno porte é permitido que a mesma EOD realize a validação e a verificação/certificação, o processo pode ser facilitado se estas etapas do MDL forem realizadas por uma entidade local.

O Parágrafo 4 (b) da Decisão 17/CP7 estabelece que a COP/MOP deve revisar a distribuição das EOD's, tomando, em seguida, medidas apropriadas para promover o credenciamento de entidades de países em desenvolvimento. O fortalecimento das EOD locais converge com esta filosofia.

III.7.2.3 - Unilateralidade

No modelo unilateral de MDL, o projeto é desenvolvido, financiado e implementado por participantes do país hospedeiro, não havendo investimento estrangeiro. Os proprietários do projeto negociam, independentemente, as RCE's produzidas para as entidades interessadas dos países integrantes do Anexo I. Desta forma, cortam-se completamente os custos de transação ligados aos investimentos internacionais. Por outro lado, os riscos associados ao projeto são assumidos pelo hospedeiro e pelo financiador local.

A análise feita por SUTTER (2001) mostrou que pequenos projetos de MDL, que dificilmente atrairiam investimento internacional, são fomentados comercialmente quando inseridos no modelo unilateral com validação e verificação locais. Para muitos dos projetos avaliados, este modelo é o único meio de viabilizá-los comercialmente.

Mesmo que alguns projetos apresentem uma boa performance financeira, ainda que se considere o custo de transação internacional, pode ser complexa a atração dos investidores estrangeiros pela dimensão reduzida dos projetos. Apesar deste fato dificultar acordos bilaterais e multilaterais, não se quer dizer que acordos deste tipo não devam ser apoiados quando houver interesse de investidores externos sobre projetos de energia renovável em pequena escala.

No entanto, defende-se o fortalecimento das instituições do país hospedeiro no que tange o modelo unilateral do MDL, tendo em vista os argumentos apresentados.

III.8 – Avaliação das medidas simplificadas para projetos de pequena escala

No início da Seção III.7 foi mencionado que a simplificação das modalidades e procedimentos relativos aos projetos de pequena escala seria guiada pela integridade ambiental; pelos custos de transação e facilitação de financiamento; pela distribuição regional e sub-regional e pelos benefícios para o desenvolvimento sustentável associados com a atividade candidata ao MDL.

Em caráter adicional às análises realizadas na Seção III.7, a tabela 27 traz uma avaliação das medidas consideradas na dissertação com vistas a verificar o impacto sobre os quatro aspectos listados acima. A análise leva em conta o seguinte:

Impacto na integridade ambiental: apesar da magnitude reduzida dos eventuais erros na contabilidade da redução de emissões de GEE associada aos projetos individuais de energia renovável de pequena escala, em comparação com projetos de escala maior, a soma dos erros pode implicar em impacto negativo sobre a integridade ambiental do Protocolo de Quioto.

Portanto, a avaliação considera se a simplificação das regras do MDL induz a uma maior probabilidade de erro nos cálculos da redução de emissão;

Impacto nos custos de transação e facilitação de financiamento: A redução dos custos de transação e a facilitação de financiamento são fatores-chave para que os projetos de pequena escala possam se candidatar à certificação de emissões reduzidas.

Assim, a avaliação considera se a simplificação das regras do MDL contribui para o alcance destes objetivos;

Impacto na distribuição regional e sub-regional das atividades de projeto: Cabe ao CE acompanhar a distribuição regional e sub-regional das atividades de projetos no âmbito do MDL, verificando a equidade geográfica desta distribuição.

Desta forma, a avaliação verifica se a flexibilização das regras do MDL auxilia a distribuição geográfica das atividades de forma equitativa;

Impacto nos benefícios para o desenvolvimento sustentável: Um dos objetivos do MDL é assistir as Partes não incluídas no Anexo I da Convenção sobre Mudança do Clima na promoção do desenvolvimento sustentável.

A partir disso, a avaliação verifica o impacto da simplificação das regras do MDL sobre o desenvolvimento sustentável do país.

Tabela 27: Avaliação das Medidas Simplificadas para Projetos de Pequena Escala

Medida	Impacto			
	Integridade ambiental	Custos de transação e facilitação de financiamento	Distribuição regional e sub-regional das atividades de projeto	Benefícios para o desenvolvimento sustentável
“Pacotes” de projetos similares	- (cenário de referência único)	++ (redução dos custos de transação por meio da divisão dos custos entre as atividades de projetos e maior atração de investidores)	++ (facilita a candidatura de projetos ao MDL que individualmente não o fariam)	0
Simplificação de metodologias para estabelecimento de cenário de referência e monitoração	- (aumenta a probabilidade dos cálculos não refletirem o que verdadeiramente ocorreria na ausência do projeto)	++ (facilita a redução nos custos de transação)	0	0

Simplificação do <i>PDD</i>	-	+	0	0
	(as simplificações mais relevantes se referem ao cenário de referência e à monitoração)	(pela possibilidade de submissão de um único PDD para pacotes de projetos e para uma atividade com diferentes componetes)		

Medida	Impacto			
	Integridade ambiental	Custos de transação e facilitação de financiamento	Distribuição regional e sub-regional das atividades de projeto	Benefícios para o desenvolvimento sustentável
Facilitação da Validação e Registro	0	+ (validação mais simples e redução no tempo de registro diminuem custos de transação e atraem mais investidores)	0	0
Facilitação da Verificação/Certificação	0	+ (a permissão para a mesma EOD efetuar a validação e a verificação/certificação reduz o custo de transação)	0	0

Isenção total ou parcial de contribuição, tanto para o Fundo de Adaptação, como para cobrir os custos de administração do MDL	0	++ (reduz significativamente os custos de transação)	0	0
---	---	---	---	---

Medida	Impacto			
	Integridade ambiental	Custos de transação e facilitação de financiamento	Distribuição regional e sub-regional das atividades de projeto	Benefícios para o desenvolvimento sustentável
Fortalecimento das Entidades Operacionais Locais (EOL)	+ (pertencendo ao país hospedeiro do projeto, a EOL pode apresentar um maior conhecimento para atestar o cenário de referência e o plano de monitoração)	+ (o engajamento de consultores locais no processo de validação e verificação/certificação reduz os custos de transação)	0	+ (estímulo à criação de EOD's especializadas em projetos de pequena escala nos países em desenvolvimento)
Unilateralidade	0	+ (reduz alguns custos internacionais de transação)	0	0
Saldo dos impactos	--	11+	++	+

Fonte: elaboração própria.

A análise permite concluir que as medidas de simplificação das regras para os projetos de pequena escala tiveram um impacto negativo sobre a integridade ambiental do Protocolo de Quioto, mas não muito significativo. Este tipo de resultado era esperado, tendo em vista que uma flexibilização das regras abre uma perspectiva de maiores incongruências nos cálculos da redução de emissão de GEE relacionados às atividades de projetos.

Impactos positivos foram observados, tanto no que se refere à distribuição regional e sub-regional das atividades de projetos, como no que diz respeito à promoção do desenvolvimento sustentável acarretado pelas atividades. O resultado acerca deste último aspecto merece um certo grau de relatividade, pois o conjunto das simplificações das modalidades e procedimentos do MDL favorece a implementação de projetos de pequena escala geradores de energia renovável. Este fato carrega em si um considerável fator de promoção de desenvolvimento sustentável, pois a instalação de tecnologias geradoras de energia elétrica em comunidades que não contam com o serviço representa um salto positivo na qualidade de vida das famílias.

O impacto positivo mais forte das medidas de flexibilização ocorreu sobre a possibilidade de redução dos custos de transação das atividades de projeto no âmbito do MDL. Tal impacto é altamente desejável, pois o estabelecimento do *fast-track* tem como objetivo principal a busca desta redução para que os projetos de pequena escala possam se candidatar à obtenção de RCE's. Porém, o CE ainda não se manifestou sobre a isenção total ou parcial de contribuição, tanto para o Fundo de Adaptação, como para cobrir os custos de administração do MDL. Além disso, o fortalecimento das Entidades Operacionais Locais e a busca de projetos unilaterais dependem de medidas internas. De acordo com a avaliação, estas três medidas apresentaram uma contribuição para o impacto positivo sobre a redução de custos de transação da ordem de 36%, indicando que a implementação efetiva de tais medidas é de vital importância para uma maior queda nos custos de transação.

As medidas que mais contribuíram positivamente para os aspectos em análise foram a possibilidade de formação de “pacotes” de projetos similares e o fortalecimento das Entidades Operacionais Locais. Em seguida vem a isenção total ou parcial de contribuição, tanto para o Fundo de Adaptação,

como para cobrir os custos de administração do MDL, e por último, o restante das medidas, que apesar de apresentarem um menor grau de importância em relação às outras, também foram avaliadas de maneira positiva.

Medidas como a não exigência, tanto de reavaliação da linha de base para períodos de creditação mais longos, como de cálculos referentes ao *leakage*, comprometeriam um pouco mais a integridade ambiental do Protocolo de Quioto. No entanto, auxiliariam ainda mais o corte nos custos de transação dos projetos de pequena escala. A soma dessas duas medidas àquelas oficialmente acordadas contribuiria para o *fast-track* sem prejuízos de grande monta para os cálculos de redução de emissões, tendo em vista que se ocorresse um dimensionamento maior da redução de emissões pela não consideração do vazamento ou da não exigência de reavaliação da linha de base, o fato estaria restrito a alguns projetos. Individualmente, estes cálculos superestimados não refletiriam grandes riscos à integridade ambiental do Protocolo. E mesmo em seu conjunto, o prejuízo é pequeno, pois a não contabilização de eventuais vazamentos ou de emissões não consideradas pela falta de revisões de linhas de base representariam uma porcentagem das emissões verdadeiramente evitadas. O benefício trazido pelo corte nos custos de transação é maior do que o custo à integridade ambiental do Protocolo.

CAPÍTULO IV – POTENCIAL DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE PELO USO DE FONTES RENOVÁVEIS NA ELETRIFICAÇÃO RESIDENCIAL RURAL BRASILEIRA

IV.1 – O estabelecimento do cenário de referência para projetos de energia renovável em pequena escala

O Apêndice B do Primeiro Relatório do CE estabelece que a emissão de GEE do cenário de referência para projetos de geração de energia para o usuário é a linha de base de energia, calculada de acordo com uma das duas opções de fórmulas disponíveis, vezes o fator de emissão de CO₂ associado ao combustível substituído. O tipo de combustível do cenário de referência depende, portanto, do que teria ocorrido na ausência do projeto. Este exercício de previsão conduz a algumas questões relativas ao estabelecimento do cenário de referência para os projetos de pequena escala.

Anteriormente, foi mostrado que para pequenos projetos de geração de energia descentralizada é bastante apropriado considerar como cenário de referência o uso de combustíveis fósseis, principalmente o diesel. No que se refere ao cálculo das emissões do cenário de referência, o próprio Apêndice B das modalidades e procedimentos simplificados para projetos de pequena escala, proposto pelo Painel de Metodologias, permite a utilização de um valor *default* para o fator de emissão, derivado de unidades de geração de eletricidade alimentadas por diesel.

Portanto, pode-se afirmar que as soluções técnicas convencionais para a eletrificação rural, em sua maioria, consomem combustíveis fósseis direta ou indiretamente. Assim, os serviços de eletricidade requeridos pela demanda rural reprimida levarão a emissões de CO₂ no futuro. A substituição destas técnicas pelos sistemas de energia renovável considerados neste trabalho conduz a uma emissão nula⁶⁵ de CO₂.

⁶⁵ As emissões de GEE associadas à manufatura dos sistemas de energia renovável não estão sendo consideradas.

Entretanto, como já mencionado na Seção II.1, a extensão da rede elétrica constitui uma opção de atendimento, sendo inclusive a mais utilizada no âmbito do programa de eletrificação rural brasileiro, o “Luz no Campo”.

Sendo assim, a questão mais importante para os projetos de pequena escala que utilizam energia renovável, com relação à extensão da rede elétrica, vem do fato de que nas últimas décadas a distribuição de eletricidade associada a uma rede alimentada por uma planta geradora centralizada tem predominado tanto em países em desenvolvimento como em países industrializados (GOUVELLO, 2002).

Sucessivos programas de extensão da rede elétrica urbana para as áreas rurais vêm acontecendo em todos os países, inclusive no Brasil, conforme já mencionado. Desta forma, a extensão da rede também pode configurar um cenário de referência possível, onde se deve buscar a participação do combustível fóssil na geração de eletricidade associada a um *mix* de recursos para que sejam calculadas as emissões de GEE na ausência do projeto.

Na Índia e na China, onde provavelmente se encontra mais da metade da população rural do globo não atendida pelo serviço de energia elétrica, as plantas geradoras de eletricidade são baseadas principalmente na queima de carvão (GOUVELLO, 2002).

Este fato cria para estes países um quadro favorável aos pequenos projetos de geração de energia renovável descentralizada, pois o cenário de referência baseado nas plantas que fazem uso do carvão como combustível conduz a um alto volume de emissões evitadas.

Porém, no Brasil, podem ser considerados muito pequenos os benefícios trazidos pela tentativa de se obter RCE's de projetos de energia renovável de pequena escala, tendo como cenário de referência a extensão da rede elétrica. A quantidade de emissão reduzida seria baixa, principalmente pelo fato de que em 2000, 88,5 % da energia elétrica gerada no Brasil foi proveniente da fonte hidráulica (MME, 2001), que para o IPCC, apresenta emissão nula de GEE.

Portanto, um desafio para os projetos brasileiros de pequena escala, no que se refere ao MDL, será sustentar que o cenário de referência não corresponde à extensão da rede, a não ser que a rede considerada apresente contribuição considerável de combustível fóssil, dependendo da região que abrigará o projeto. Por isso, deverão ser sólidos e bem fundamentados os argumentos, tanto qualitativos como quantitativos, para o estabelecimento da linha de base referente à utilização de combustíveis fósseis. Por exemplo, o projeto de energia solar rural desenvolvido em parceria pela *British Petroleum* (BP) e pelo PRODEEM (*The BP PRODEEM Rural Solar Project*) tem o objetivo primordial de tornar real um projeto de MDL. Pretende-se instalar 1,33 MW de painéis fotovoltaicos em 1852 escolas em áreas rurais remotas. A extensão de rede foi considerada muito cara, e com isso, a alternativa seria o uso de geradores a diesel de pequena escala, constituindo o cenário de referência frente à utilização dos painéis fotovoltaicos.

Há, ainda, outra questão relevante com relação à extensão da rede elétrica: a Seção II.2 apresentou as condições em que o atendimento através das chamadas soluções descentralizadas de suprimento em pequena escala as tornam competitivas quando comparadas com a extensão da rede. Então, poderia tal competitividade tornar inelegíveis ao MDL as tecnologias descentralizadas e baseadas em recursos renováveis, dentro de uma possível perspectiva de considerá-las como cenário de referência?

A tendência é que não, particularmente quando se considera que o retorno global de investimento (*overall return*) destes tipos de projetos permanece substancialmente negativo. Alguns estudos ainda não publicados sugerem a necessidade de um subsídio maior que 50% do custo de investimento inicial (GOUVELLO, 2002).

No caso brasileiro, dificilmente um recurso renovável de energia será considerado cenário de referência para projetos de pequena escala, tendo em vista a afirmação de RIBEIRO (2002):

A eletrificação rural no Brasil tem se resumido a extensão de rede ou instalação de grupos geradores diesel onde a primeira alternativa se mostra inviável técnica ou economicamente. Embora alguns projetos já estejam avaliando o potencial ou

demonstrando a viabilidade de outras tecnologias, estas ainda encontram aplicação muito limitada.

Deve-se atentar também, para o fato de que outras barreiras podem ser consideradas com a finalidade de se demonstrar a adicionalidade do projeto, além das barreiras de investimento. Por exemplo, uma fonte alternativa de energia renovável pode ser mais viável financeiramente, e no entanto, apresentar barreira tecnológica frente à extensão de rede.

A afirmação anterior de RIBEIRO (2002) refletida no parágrafo acima, referente à utilização de barreiras na demonstração da adicionalidade, leva à uma conclusão interessante: a tão propagada desvantagem do Brasil frente ao MDL no que se refere ao setor elétrico – matriz predominantemente hídrica – se reverte em vantagem quando o universo em análise é o setor rural. Isto ocorrerá nos casos em que a extensão de rede se mostre uma alternativa técnica ou economicamente inviável frente à instalação de grupos geradores diesel. Se a receita trazida pelas possíveis RCE's for suficiente para aumentar a atratividade da primeira alternativa, esta pode constituir uma atividade elegível ao MDL, desde que se prove que o cenário de referência seria a utilização da segunda opção. Este quadro não será aprofundado em virtude da dissertação tratar da geração descentralizada de energia renovável por meio de projetos de pequena escala.

Portanto, o ponto fundamental no estabelecimento do cenário de referência dos projetos deste tipo é mostrar, de maneira consistente, que a linha de base apresentaria um nível de emissões de GEE maior com a ausência do projeto MDL. Para tanto, será necessária a defesa de que o projeto é adicional e que, por isso, não constitui cenário de referência. Tal defesa deve ser realizada com base nas razões pelas quais a tecnologia do projeto não seria implementada em consequência de pelo menos uma das barreiras apresentadas no final da Seção III.7.1.2.

Para os projetos brasileiros de geração descentralizada de energia renovável em pequena escala é de vital importância a apresentação de barreiras frente às soluções convencionais baseadas em combustíveis fósseis, seja com relação à extensão da rede elétrica que conte com participação relevante destes tipos de recursos, o que não é comum por causa da predominância da hidroeletricidade na matriz energética nacional, seja com relação às alternativas descentralizadas com base em recursos não renováveis. O importante é que os cenários de referência deverão ser estabelecidos em bases

específicas do projeto, cabendo ao proponente demonstrar que a linha de base fundamenta-se na utilização das alternativas fósseis.

Apesar do fato favorável de que os projetos deverão ser tratados de forma específica, fazendo com que cada caso tenha o seu cenário de referência, realiza-se, a seguir, um exercício para o cálculo aproximado das emissões evitadas pelo uso de fontes renováveis de energia em substituição ao diesel, visando o atendimento dos domicílios rurais brasileiros não atendidos pelo serviço da eletrificação.

IV.2 - Cálculo do potencial de emissões evitadas pelo uso de fontes renováveis de energia na eletrificação residencial rural no Brasil

As duas principais simplificações adotadas para o cálculo em questão foram as seguintes:

- a) o cenário de referência baseia-se na utilização de geradores alimentados por diesel;
- b) os consumos de energia adotados referem-se à iluminação e ao uso de rádio e televisão

A simplificação b) faz com que sejam considerados os consumos associados aos grupos de menor renda, visto que as residências de famílias com rendas mais altas apresentam um consumo de eletricidade maior (ver seção I.2.3).

Portanto, assegura-se que sejam considerados somente os consumos que podem ser efetivamente atendidos pelas soluções baseadas em recursos renováveis descentralizados. O uso de eletrodomésticos de maior porte não pode ser suprido por pequenos sistemas de geração de eletricidade individuais. Este fato não deve ser encarado como impedimento ao desenvolvimento. Ao contrário, a utilização dos sistemas descentralizados de energia renovável precisa ser encarada como uma possível base de desenvolvimento de regiões pobres, haja vista o posterior aumento da demanda por eletricidade mesmo em se tratando de grupos de baixa renda. A seção I.3 mostrou a importância que tem o simples serviço de iluminação elétrica ao trazer benefícios, inclusive educacionais e produtivos, para as comunidades mais pobres. Assim, o ciclo

virtuoso trazido pela eletrificação faz com que o possível aumento de renda conseqüente leve ao aumento da demanda por eletricidade. Esta demanda crescente faz com que o consumo de eletricidade aumente, o que traz como um possível resultado, o atingimento de um nível que justifique a extensão da rede elétrica. Esta hipótese não é de forma alguma contraditória com os objetivos do MDL, já que os sistemas descentralizados de energia renovável já teriam cumprido o papel de apoio ao desenvolvimento sustentável.

Feitas as observações, serão utilizados para o cálculo das emissões evitadas pela utilização de fontes renováveis de energia na geração de eletricidade para a iluminação e para o uso de rádio e televisão: a fórmula apresentada na opção 1 da Seção III.7.1.2, C.1.1; a soma dos respectivos consumos constantes da tabela 3 (Seção I.4) relativa à “cesta básica” de energia; o número de domicílios rurais sem eletricidade apresentado na tabela 2 da Seção I.2.2, referente à pesquisa PNAD/2001 e o valor *default* de 20% para as perdas na distribuição em redes rurais de baixa voltagem, sugerido pelo Apêndice B das modalidades e procedimentos simplificados do MDL para projetos de pequena escala (Seção III.7.1.2, item C.1.1).

- Opção 1:

$$LB = (n_i \cdot c_i) / (1 - l)$$

onde:

LB = Linha de base anual;

n_i = número de consumidores atendidos pela tecnologia de energia renovável pertencentes à categoria i (residência, posto de saúde rural, escola rural, etc.);

c_i = estimativa do consumo individual médio anual (em kWh) observado nos sistemas elétricos mais próximos entre consumidores rurais já conectados à rede elétrica e pertencentes à mesma categoria. Se o consumo de energia já é conhecido e medido, é a média deste consumo de acordo com cada categoria;

l = média das perdas na distribuição (fração) que teriam sido observadas em mini-redes baseadas no uso de diesel, instaladas por meio de programas públicos ou por companhias distribuidoras em áreas isoladas.

Utilizando-se:

$n_i = 1.540.534$ domicílios;

$c_i = 396 \text{ kWh}^{66}/\text{domicílio por ano};$

$l = 20\%$

tem-se $LB = 762.564.330 \text{ kWh/ano.}$

As emissões do cenário de referência são calculadas pela multiplicação entre o fator de emissão (FE) de CO_2 associado ao combustível substituído e a linha de base, por sua vez calculada de acordo com a opção apresentada acima. Como fator de emissão será usado o valor de $0,9 \text{ kg de CO}_2 / \text{kWh}$ apresentado na Seção III.7.1.2, C.1.1.

Portanto, multiplicando-se a linha de base ($LB = \text{kWh/ano}$) pelo fator de emissão do diesel ($FE = 0,9 \text{ kg de CO}_2 / \text{kWh}$), obtém-se um valor de $686.307.897 \text{ kg de CO}_2 / \text{ano}$ para o cenário de referência.

Por meio da diferença entre as emissões do cenário de referência e do cenário de projeto, calcula-se as emissões evitadas pela utilização de fontes renováveis de energia na geração de eletricidade para a iluminação e para o uso de rádio e televisão nos $1.540.534$ domicílios rurais sem atendimento de energia elétrica. Como as emissões no cenário de projeto são consideradas nulas, tem-se que as emissões evitadas são da ordem de 686.308 toneladas de CO_2 / ano .

O resultado alcançado mostra que o volume de emissões evitadas não é negligenciável, apesar do nível individual de emissões das residências ser relativamente pequeno.

Torna-se necessário esclarecer, uma vez mais, que os cenários de referência dos projetos de MDL serão específicos. Por exemplo, a utilização de querosene para o cenário de referência relativo à iluminação será mais apropriado em alguns casos,

⁶⁶ Este valor corresponde à soma dos consumos anuais das lâmpadas (216 kWh), da TV (144 kWh) e do rádio (36 kWh) – Tabela 3 da seção I.4.

levando a estimativas menores. A mesma conclusão é possível, ao considerar que a extensão da rede elétrica constitui outra opção a ser utilizada no intuito de levar eletricidade às residências não conectadas. Uma estimativa mais acurada deve considerar as especificidades das situações em que a extensão de rede será a alternativa de eletrificação. Apontou-se na Seção anterior a possibilidade deste tipo de atividade se tornar elegível ao MDL nos casos em que se apresente como opção frente à geração baseada em sistemas a diesel. Este fato faz com que, nestes casos, as reduções de emissões continuem expressivas, dado o caráter renovável da matriz elétrica nacional.

Há de se considerar também, a possibilidade dos benefícios para a redução de GEE serem ainda maiores ao se contemplar as áreas rurais dos estados do Amapá, Amazonas, Acre, Rondônia, Roraima e Pará, não incluídas na pesquisa PNAD utilizada para os cálculos. O IBGE, por meio do Censo Demográfico 2000, traz a estimativa de que existem 2.113.276 domicílios em áreas rurais sem acesso à eletricidade. Esse universo representa 572.742 domicílios a mais do que o considerado para o cálculo, que ao incluí-los eleva a estimativa de emissão evitada para a ordem de 941.465 toneladas de CO₂ / ano.

Devido às incertezas apontadas acima e à especificidade dos cenários de referência das atividades de projeto, o exercício anterior tem como único objetivo apresentar a magnitude das emissões que seriam evitadas pela utilização dos recursos renováveis de energia no que diz respeito aos consumos de eletricidade apresentados, ficando como sugestão o aprofundamento desse estudo. A intenção foi apontar um máximo valor possível de emissões evitadas, que o Brasil pode alcançar, em um cenário de uso integral das opções de energia renovável por meio de projetos de pequena escala descentralizados. Destaca-se que as demandas utilizadas no cálculo, apesar de modestas individualmente, representariam um salto na qualidade de vida das famílias residentes nos domicílios desprovidos de eletricidade. Adicionalmente, vale chamar atenção para o fato de que o atendimento global dessas demandas, por meio de recursos renováveis, conduziria a uma representativa redução de emissões de GEE, constituindo uma importante contribuição para o objetivo da Convenção sobre Mudança do Clima. A simplificação das regras para os projetos de pequena escala facilitará a obtenção de RCE's para muitas atividades inseridas nesse contexto, como já apontado no Capítulo III. Esse capítulo também indicou que outras medidas não adotadas pelo CE tornaria

mais flexível a candidatura das atividades de pequena escala à obtenção das RCE's. Ainda assim, existe a possibilidade de projetos com escala diminuta não serem suficientemente atraentes para a inserção no MDL. A próxima Seção demonstra ser possível tal cenário.

IV.3 – Economia de escala e viabilidade de inserção no MDL

MICHAELOWA e STRONZIK (2002) apontam a importância que tem a economia de escala do projeto na determinação da sua viabilidade quanto à inserção no processo do MDL. A Tabela 28 resume a relação entre a redução anual de CO₂ alcançada pela atividade de projeto e o custo de transação associado à esta redução unitária.

Tabela 28: Redução anual de CO₂ e Custos de transação

Redução (t CO ₂ / ano)	Custo de transação (US\$ / t CO ₂)
> 200.000	0,1
20.000 – 200.000	1
2.000 – 20.000	10
200 – 2.000	100
< 200	1.000

Fonte: MICHAELOWA E STRONZIK (2002)⁶⁷

Considerando-se os seguintes preços de mercado estimados para as RCE's:

- US\$ 1 a US\$ 5 (JOTZO e MICHAELOWA, 2001)
- US\$ 5 a US\$ 9 (*Dutch Emissions Reduction Procurement Tender* - ERUPT);
- US\$ 3 a US\$ 4 (*Prototype Carbon Fund* – PCF),

torna-se notória a viabilidade das atividades de projetos inseridas nas duas primeiras categorias da Tabela 28, enquanto que as três últimas se tornam inviáveis. Esta análise leva à conclusão de que são viáveis, no âmbito do MDL, somente as atividades que reduzirem as emissões a partir de 20.000 toneladas de CO₂ por ano.

A Tabela 29 mostra um intervalo de redução anual de CO₂ que pode ser alcançado por meio da substituição de geradores a diesel pelas tecnologias de energia renovável abordadas na Dissertação. Os cálculos se baseiam no limite de capacidade instalada dos projetos de energia renovável, no que diz respeito às modalidades e procedimentos simplificados do MDL (15 MW).

Tabela 29: Redução de CO₂ alcançada por meio da substituição de geradores a diesel pelas tecnologias de energia renovável

Tecnologia de Geração de Energia Renovável	Capacidade (MW)	Fator de Capacidade⁶⁸ (%)	Energia Gerada Anualmente (GWh)	Redução de CO₂/ano⁶⁹ (toneladas)
Eólica	15	25 – 40	32,9 – 52,6	29.565 – 47.304
Biomassa	15	45 – 85	59,1 – 112,0	53.217 – 100.521
PCH	15	40 – 70	52,6 – 92,0	47.304 – 82.782
Solar	15	18 - 22	23,6 – 28,9	21.287 – 26.017

Fonte: elaboração própria.

Ao se considerar pouco atrativos, no âmbito do MDL, as atividades que apresentam redução de emissões abaixo de 20.000 toneladas de CO₂ por ano, percebe-se que um “pacote” de painéis fotovoltaicos com capacidade instalada de 15 MW apresenta uma redução de CO₂ muito próxima desse valor. Essa constatação conduz à afirmação de que os projetos de energia solar fotovoltaica que apresentam um total de capacidade instalada abaixo de 15 MW não são atraentes economicamente nos termos do MDL. Este fato indica que as regras simplificadas não reduzirão decisivamente as desvantagens das atividades que trazem associadas reduções anuais de CO₂ abaixo de 20.000 toneladas. Isto traz dificuldades para que sejam requisitadas RCE’s referentes às atividades utilizadoras de painéis fotovoltaicos na geração de energia renovável para as residências rurais. A Seção IV.1 trouxe o exemplo do projeto de energia solar rural

⁶⁷ Os autores fazem questão de enfatizar que são necessárias mais pesquisas, a fim de que se reunam mais dados, objetivando tanto a melhoria, como a comparação dos resultados.

⁶⁸ Fatores de capacidade retirados das características técnico-econômicas de tecnologias disponíveis para o mercado de energias renováveis (PORTO, 2002).

desenvolvido em parceria pela *British Petroleum* (BP) e pelo PRODEEM (*The BP PRODEEM Rural Solar Project*). Pretende-se instalar 1,33 MW de painéis fotovoltaicos em 1852 escolas em áreas rurais remotas, o que evitará uma emissão anual de cerca de 1720 toneladas de CO₂. De acordo com a Tabela 28, os custos de transação girariam em torno de US\$ 100,00/tCO₂, totalizando US\$ 172.000,00. Considerando-se a negociação das RCE's variando de US\$ 1,00 a US\$ 9,00, a renda potencial a ser obtida estaria em cerca de US\$ 1.720,00 a US\$15.480,00. Portanto, os custos de transação podem chegar a mais de 100 vezes o valor da venda das RCE's, levando à conclusão que nem mesmo as regras já estabelecidas pelo CE associadas àquelas sugeridas na Dissertação seriam suficientes para tornar viável um projeto desse tipo, no contexto do MDL. A solução estaria na inclusão desse projeto em um “pacote” que apresentasse redução de emissão superior a 20.000 toneladas de CO₂.

A partir desse volume de redução das emissões de CO₂ (20.000 t), é possível calcular as capacidades mínimas requeridas por possíveis “pacotes” formados pelas diferentes tecnologias de energia renovável contempladas na Dissertação (Tabela 30). Fez-se uso dos fatores de capacidade da tabela 29, assim como do valor de 900gCO₂/kWh como fator de emissão.

Tabela 30: Capacidades requeridas para que a redução de emissões alcance 20.000 tCO₂ / ano

Tecnologia de Geração de Energia Renovável	Capacidades (MW)
Eólica	6,3 – 10,2
Biomassa	3,0 – 5,6
PCH	3,6 – 6,3
Solar	11,5 – 14,1

Fonte: elaboração própria.

Mais uma vez percebe-se a desvantagem inerente aos projetos de energia solar, que requerem as maiores capacidades para a formação de pacote viável de projetos.

⁶⁹ Utilizou-se o valor *default* para o fator de emissão relativo aos geradores diesel, sugerido no Apêndice

As considerações anteriores permitem afirmar que o maior desafio para os projetos de pequena escala é:

Reunir um conjunto de atividades que alcance uma capacidade instalada total passível de atingir uma redução de GEE em nível que diminua os custos de transação por unidade de CO₂ equivalente reduzido.

Para diminuir a desvantagem associada aos projetos de energia solar, uma solução é consorciá-lo com outras tecnologias quando as características locais permitirem.

CONCLUSÕES

O Brasil possui uma grande dívida com um contingente considerável de sua população. Trata-se de uma dívida entre tantas outras acumuladas ao longo de sua história. São cerca de 12 a 15 milhões de brasileiros atingidos diretamente pela falta de atendimento do serviço de energia elétrica. O estudo mostrou que a grande maioria desses indivíduos se encontra em zonas rurais.

Um número tão expressivo traz associadas questões de ordem econômica e social de elevadas magnitudes. A situação pode ser encarada de duas maneiras: de um lado há um mercado potencial significativo, com uma demanda altamente reprimida e de outro se tem uma população desassistida de um benefício surgido no Século XIX. Trazer essas pessoas para o Século XXI em termos de energia elétrica significa criar um mercado de grandes proporções. No entanto, um problema carregado de contornos técnico-sócio-ambientais marcantes não pode ser analisado somente pela ótica de mercado. Até mesmo porque algumas localidades necessitadas de aporte energético apresentam níveis de renda incompatíveis com um possível pagamento de tarifa de energia elétrica, caso não haja algum subsídio ou outro tipo de intervenção por parte do Estado. Subsídios voltados para o aproveitamento de recursos renováveis podem exercer um importante papel na promoção do desenvolvimento sustentável, ao contrário do equivocado subsídio dado aos combustíveis fósseis, causadores do aumento do aquecimento planetário. A estreita relação entre a escassez de energia elétrica e os baixos rendimentos das comunidades mostra que “o desenvolvimento sustentável é, evidentemente, incompatível com o jogo sem restrições das forças do mercado. Os mercados são por demais míopes para transcender os curtos prazos e cegos para quaisquer considerações que não sejam lucros” (SACHS, 2000).

O acesso aos serviços da energia elétrica, independentemente da localização geográfica ou condição sócio-econômica do indivíduo, deve fazer parte das medidas necessárias para a melhoria das condições de vida do cidadão brasileiro. Uma das grandes barreiras impeditivas desta ação reside no conflito entre o mercado e as necessidades sociais das populações mais pobres. As iniciativas públicas ou privadas precisam incorporar responsabilidades que permitam a democratização do acesso às novidades tecnológicas da aparentemente irreversível globalização. O poder público tem

o dever moral de amenizar os efeitos negativos que a privatização do sistema elétrico, muitas vezes ditada por interesses globalizantes de mercado, trouxe para as camadas da população brasileira de baixo poder aquisitivo.

A possibilidade de universalização do atendimento de energia elétrica, sustentada recentemente pela Lei Nº 10.438, de 26 de abril de 2002, traz excelente oportunidade para que a demanda residencial rural por eletricidade seja atendida sem que dependa exclusivamente das leis de mercado. Leis estas, que originaram a situação de favorecimento das regiões mais ricas, geralmente urbanas, em detrimento das regiões mais pobres, normalmente rurais. No entanto, o mercado por vezes é tão perverso que cria também a situação de favorecer as residências rurais com maiores rendimentos, fazendo com que não se atenda de forma satisfatória as famílias urbanas mais necessitadas de aporte financeiro.

Apesar da perversidade do mercado, ele faz parte das relações da sociedade que, infelizmente, não conseguiu implementar uma forma desejável de socialismo. Talvez, Cuba seja o país que mais se aproxime de um socialismo atraente. Mas a verdade é que a lógica do mercado fará com que as concessionárias de energia elétrica tenham que encontrar alternativas economicamente viáveis para alcançar as metas de relevância social indiscutível trazidas pela obrigação da universalização do serviço de energia elétrica. As opções serão a extensão da rede de eletricidade ou a descentralização da geração, a qual favorece sobremaneira o aproveitamento sustentável dos recursos energéticos renováveis, desde que haja os incentivos necessários. Esta dissertação indicou o incentivo que pode ser dado à eletrificação residencial rural baseada em fontes renováveis de energia ao vigorar o Protocolo de Quioto. As principais conclusões são listadas a seguir:

Existe no Brasil uma demanda residencial reprimida de energia elétrica nas regiões rurais e isoladas, havendo a necessidade de extensão do atendimento dos serviços de eletricidade aos brasileiros que não contam com os meios modernos do uso da energia. Os sistemas descentralizados de pequena escala que utilizam recursos renováveis para a geração de energia surgem, cada vez mais, como opções viáveis e apropriadas para esta finalidade.

Foi possível constatar que apesar das dificuldades de se analisar comparativamente alternativas centralizadas e distribuídas de suprimento de energia elétrica, há iniciativas de estudo nesse sentido. Deve-se privilegiar a alternativa de suprimento de energia em pequena escala, aproveitando o potencial de recursos energéticos renováveis locais, ao se concluir que são impeditivas à extensão da rede elétrica características como o grau de isolamento e de dispersão dos consumidores, o pequeno tamanho das cargas existentes e o baixo nível de renda das populações rurais. Por uma questão que beira a lógica, sistemas de provimento energético de pequena escala são os mais propícios a servirem uma demanda residencial por energia também em pequena escala. É patente a vocação da biomassa e dos recursos solar, eólico e hidroelétrico para o atendimento das necessidades energéticas residenciais rurais. O potencial a ser explorado é vasto. Falta tornar mais competitivas, em termos de custos, tais alternativas energéticas, pois os investimentos iniciais de empreendimentos que fazem uso dessas fontes de energia são geralmente maiores quando comparados com as tecnologias que utilizam derivados de petróleo como combustível. Apesar da demonstrada queda nos custos e da tendência de continuidade dessa redução, faz-se necessária a tomada de iniciativas que viabilizem de maneira mais rápida o uso das fontes renováveis de energia.

Vários incentivos internos recentes, não abordados nesta dissertação, criarão um ambiente de favorecimento para a competitividade das alternativas de energia renovável. Em nível internacional, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) aparece como mais uma possibilidade de instrumento de suporte à eletrificação rural baseada em energia renovável. As Reduções Certificadas de Emissões (RCE's) geradas pelos projetos de MDL podem representar um atrativo para investidores, pois incrementam os seus fluxos de caixa.

Porém, mais uma vez, o mercado pode ser cruel com os empreendimentos de pequena escala em que pesem um caráter social mais preponderante, dentro da perspectiva de um provável favorecimento aos grandes projetos mais lucrativos. Por isso, a integridade sócio-ambiental do Protocolo de Quioto será favorecida pelo estabelecimento de modalidades e procedimentos simplificados para projetos de energia renovável com uma capacidade máxima da ordem de até 15 MW (ou um equivalente apropriado).

As discussões acerca deste *fast-track* estão ocorrendo em nível internacional, principalmente no âmbito das Reuniões periódicas do Conselho Executivo do MDL. Torna-se urgente, portanto, que o debate seja internalizado, já que os rebatimentos desse processo constituem em mais um apoio à eletrificação rural do país. O Brasil, ator fundamental no processo de negociações da Convenção sobre Mudança do Clima, precisa ter conhecimento profundo das regras do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Espera-se que esta dissertação tenha contribuído para o entendimento da simplificação das referidas regras para que o setor residencial rural possa ser favorecido pela inclusão de projetos de pequena escala de geração de eletricidade no rol dos candidatos ao recebimento de RCE's. Um setor tão castigado pela ausência de políticas sociais contribuiria tanto para a mitigação das mudanças globais, em nível internacional, como para a promoção do desenvolvimento sustentável, em nível nacional, pois, apesar de ser um instrumento de mercado, o MDL traz o desenvolvimento em seu nome. Por isso o objetivo do Mecanismo de auxiliar o desenvolvimento sustentável, além de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, constitui elemento fundamental para contrabalançar as forças de mercado que por vezes parecem incompatíveis com a idéia da sustentabilidade sócio-ambiental. Pode-se afirmar, categoricamente, que a eletrificação residencial rural baseada em energia renovável contribui com a busca desta sustentabilidade e traz um exemplo importante de aliança entre os aspectos financeiros e os aspectos sócio-técnico-ambientais de um empreendimento.

Com relação ao objetivo central da dissertação, a avaliação da simplificação das modalidades e procedimentos do MDL para os projetos de pequena escala adotada pela Conferência das Partes permitiu as conclusões abaixo:

a) Apesar do nome, as simplificações de modalidades e procedimentos para projetos de pequena escala trazem em si um certo grau de complexidade. É considerável, por exemplo, a variação de Decisões, Anexos, Apêndices, Agendas e Propostas. O entendimento das metodologias simplificadas para o estabelecimento de cenário de referência e monitoração, por exemplo, exige um conhecimento mínimo sobre as regras da Convenção sobre Mudança do Clima, do Protocolo e das Decisões das Conferências das Partes. Se organismos como Cooperativas rurais não forem inseridas no processo de fortalecimento e consolidação dos conhecimentos acerca do

tema de Mudanças Climáticas, os projetos de energia renovável de pequena escala irão perder competitividade no que se refere ao MDL, pois sem a sabedoria popular e o intenso envolvimento das comunidades, tais projetos perderão campo de atuação para grandes projetos. O governo tem um importante papel a desempenhar neste assunto, elaborando políticas públicas que busquem sanar o problema. Esse intenso envolvimento das comunidades é preciso, também, em todo o processo de universalização do uso da eletricidade para que o brasileiro possa exercer verdadeiramente sua cidadania. Condições devem ser criadas para que o morador do campo acesse as possibilidades tecnológicas do mundo moderno, podendo iniciar o processo com o importante advento da iluminação elétrica, mas não se restringindo a ela;

b) O exemplo do Conselho Executivo do MDL, assim como do Painel SSC deve ser visto com atenção pelas autoridades brasileiras na execução de suas políticas públicas. No prazo de aproximadamente um ano foram estabelecidas decisões importantes quanto à flexibilidade do processo MDL para os projetos de menor porte. Mostrou-se que é possível agir rapidamente em relação a questões importantes, cumprindo os prazos estabelecidos por meio de planejamento prévio. Porém, as discussões em nível interno precisam ser profundamente debatidas, com o envolvimento maior dos setores da sociedade, real interessada na mitigação das Mudanças Climáticas e na universalização da eletricidade;

c) As medidas de simplificação das regras para os projetos de pequena escala trouxeram um saldo negativo quanto ao impacto sobre a integridade ambiental do Protocolo de Quioto. Porém, os benefícios trazidos pela flexibilização do processo associado ao MDL permitem a inserção de projetos de pequena escala de energia renovável em um grau maior, em comparação com um cenário de não simplificação das regras;

d) A maioria dos impactos positivos das medidas para o *fast-track* incidiu sobre o corte nos custos de transação, fator-chave para que os projetos de pequena escala possam se candidatar à obtenção de RCE's;

e) Apesar de facilitar uma maior inserção dos projetos de pequena escala no MDL, a lista de medidas adotadas poderia ter incluído outras, tais como a isenção total ou parcial de contribuição, tanto para o Fundo de Adaptação, como para cobrir os custos de administração do MDL e a não exigência, tanto de reavaliação da linha de base para períodos de creditação mais longos, como de cálculos referentes ao *leakage*;

f) A fim de que os incentivos do *fast-track* sejam efetivos, torna-se necessária a tomada de medidas locais para que aquelas tomadas no cenário internacional das negociações sejam melhor absorvidas. O fortalecimento das Entidades Operacionais Locais e a busca de projetos unilaterais dependem de medidas internas. Torna-se apropriado o incentivo à criação de organizações responsáveis pelos “pacotes” de projetos para que a administração do conjunto de empreendimentos seja facilitada. No caso brasileiro, as Cooperativas de eletrificação rural apontam como candidatas naturais à função, cabendo ao governo a formulação de políticas públicas para capacitá-las no que se refere ao MDL;

g) As principais medidas de simplificação do MDL para projetos de pequena escala, acordadas pelo Conselho Executivo, estão associadas à permissão para a formação de “pacotes” de projetos e às simplificações do cenário de referência e da monitoração. Mesmo a simplificação do PDD está profundamente ligada a esses aspectos. Quanto às outras etapas do ciclo do MDL, com simplificações não diretamente associadas com as apontadas acima, destacam-se:

g.1) exigência da análise de impacto ambiental da atividade, somente se esta for requerida pela Parte hospedeira do projeto;

g.2) queda de 50% no tempo de Registro de projetos de pequena escala, em comparação com o trâmite de outros projetos;

g.3) permissão para a mesma EOD desempenhar as etapas de validação e verificação/certificação.

h) Em relação ao cálculo da linha de base para a categoria em estudo (geração de eletricidade pelo usuário/residência), as fórmulas não deveriam se restringir ao consumo

individual médio ou à estimativa da eletricidade gerada, ambas em kWh. Também se fazia necessária a incorporação de fórmula baseada no volume de combustível consumido no cenário de referência, com o respectivo uso do fator de emissão em massa de CO₂ por volume de combustível. Para a utilização de uma fórmula baseada nessas variáveis, os proponentes deverão submeter ao CE uma proposta para o seu uso. Na melhor das hipóteses, o CE aprovará a fórmula na sua primeira reunião após a submissão. Trata-se de um dispêndio de tempo que poderia se evitar;

i) Apesar do relativo baixo nível individual das emissões de gases de efeito estufa das residências rurais e isoladas, é considerável o potencial global de emissões evitadas pelo uso de fontes renováveis de energia na eletrificação residencial rural no Brasil. Ao se considerar a PNAD/2001, com 1.540.534 domicílios rurais sem iluminação elétrica, o potencial de redução chega a 686.308 tCO₂/ano. Tomando como base o Censo do IBGE referente ao ano de 2000, a redução alcança 941.465 tCO₂/ano, relativa a 2.113.276 residências não atendidas pelo serviço da eletricidade. Apesar das críticas à pesquisa PNAD/2001, os cerca de 1,5 milhão de domicílios sem acesso à eletricidade representam uma estimativa razoável, tendo em vista que até janeiro de 2003, o Programa de eletrificação rural “Luz no Campo” atendera a 546 mil residências e propriedades rurais em todo o país. Descontando-se este valor do não atendimento de 2,11 milhões de domicílios estimados pelo Censo 2000, calcula-se um valor de não atendimento muito próximo ao apontado pela PNAD/2001.

j) O maior desafio para que os projetos de pequena escala diminuam os custos de transação por unidade de CO₂ equivalente reduzido é reunir um conjunto de atividades que alcance uma capacidade instalada total passível de atingir uma redução anual de GEE acima de 20.000 toneladas de CO₂. Os pequenos projetos de energia solar fotovoltaica são os mais prejudicados quanto à possibilidade de obtenção de RCE's, em nível que justifique financeiramente essa busca. Vale mencionar a necessidade de aprofundamento das pesquisas a fim de determinar se a redução de 20.000 tCO₂/ano é apropriada como limite de viabilidade das atividades do MDL. O caso concreto do esforço feito pela parceria entre a *British Petroleum* (BP) e o PRODEEM para eletrificar escolas no Nordeste brasileiro mostra a incompatibilidade que há entre as reduções diminutas de GEE e os benefícios financeiros trazidos pela negociação das RCE's obtidas. Portanto, permite-se concluir que alguns projetos com escala diminuta

não serão suficientemente atraentes para a inserção no MDL, independentemente da simplificação das modalidades e procedimentos para as atividades de pequena escala.

A Dissertação permite uma conclusão principal: do lado da oferta de energia elétrica através de recursos renováveis, o país apresenta uma condição relativa de conforto, dado o vasto potencial apontado. Pelo lado da demanda residencial das regiões rurais e isoladas, o desafio está nos meios de atendê-la respeitando as condições sócio-econômicas das famílias. As formas convencionais de suprimento energético não têm sido capazes de atender satisfatoriamente as comunidades mais pobres, como demonstrou a relação entre consumo elétrico e nível de renda da população. Por isso, deve-se buscar a maximização do aproveitamento das potencialidades locais, cuja ocorrência depende dos incentivos a serem concedidos aos empreendedores. Com a entrada em vigor do Protocolo de Quioto, o MDL configuraria um dos incentivos, principalmente ao se considerar as simplificações das modalidades e procedimentos relativos aos projetos de pequena escala. Esta flexibilização das regras se mostrou conveniente, porém seria ainda mais eficiente se incorporasse as medidas que ficaram de fora do processo, o qual necessita ser internalizado. Para que o *fast-track* do MDL surta algum efeito na eletrificação rural brasileira, torna-se necessária uma postura intervencionista da sociedade. Espera-se que o presente trabalho tenha contribuído, em parte, para tal intervenção e que tenha aplicação prática na eletrificação rural do país, ao auxiliar os empreendedores a receberem certificação da redução de emissões de gases de efeito estufa. O potencial para essa busca foi apontado.

Por fim, cabe a afirmação de que a Convenção sobre Mudança do Clima, por si só, preocupa-se com o tipo de sociedade que será legada aos futuros habitantes do planeta. Dentro desse objetivo genérico, o apoio dado aos projetos de pequena escala pela facilitação nos procedimentos do MDL demonstra uma preocupação social relevante para cobrir uma falha de mercado. Tal falha ocorreria, caso fosse permitida a livre competição entre pequenos e grandes projetos no processo do MDL. A iniciativa do *fast-track* vai ao encontro de duas afirmações, reproduzidas abaixo, que a sociedade deveria perseguir. A primeira é do ex-Primeiro Ministro da França, Leonel Jospin, citado por PÉRES (2003) e a segunda partiu de BOFF (2002):

*O triunfo da **economia** de mercado não deve resultar na implantação de uma perversa **sociedade** de mercado.*

Se nos sistemas sociais a competição predominar sobre a cooperação, logo minquam as políticas sociais e em seu lugar surgem as políticas pobres para os pobres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL), **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**, 1ª Edição, Brasília, 2002;

AUSTIN, *D. and* FAETH, *P.* **How much sustainable development can we expect from the Clean Development Mechanism**, WRI Climate Note, World Resources Institute, 1999;

AVERBURG, M. **Um Parceiro Volúvel**. *Jornal do Brasil*, Opinião, Rio de Janeiro, 1^o de Abril, 2002;

BALDINI, R., **A Arma do Maracanã Contra o Apagão: Energia Solar**, in: *Jornal da Tarde*, Esportes, 20 de Junho, 2001;

BANCO MUNDIAL, **Relatório Sobre o Desenvolvimento Mundial 2000 /2001**, Washington, D.C, EUA, Oxford University Press, 2001;

BANURI, T. e GUPTA, S. **The Clean Development Mechanism and Sustainable Development: An Economic Analysis**.

BAUMERT, Kevin; **CDM: A “Fast Track” for Small Projects**. Earth Technologies Forum Presentation; October, 2000.

BERMAN, **"Energia no Brasil: Para quê? Para quem?"**, São Paulo, Editora Livraria da Física, 2002;

BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia) - Coordenação Geral de Mudanças Globais. **Efeito Estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima**, Setembro, 1999.

BOFF, L., **Pão e Beleza**, *Jornal do Brasil*, Opinião, Rio de Janeiro, 13 de Dezembro, 2002;

BOSI, M.; **Fast-Tracking Small CDM Projects: Implications for the Electricity Sector**. OECD and IEA Information Paper; Paris, October, 2001;

BUEN, J. and TANGEN, K.; **The Clean Development Mechanism and the Markets for New Technologies: The Case of China**. Fifth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies Cairns Convention Centre, August, 2000;

CENBIO - Centro Nacional de Referência em Biomassa. www.cenbio.org.br, consultado em 2002;

CENERGIA, <http://www.cenergia.org.br>, consultado em 2002;

COLLE, S. e PEREIRA, E. B., **ATLAS DE IRRADIAÇÃO SOLAR DO BRASIL - (1ª versão para irradiação global derivada de satélite e validada na superfície)**, INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA e LABSOLAR – LABORATÓRIO DE ENERGIA SOLAR – EMC/ UFSC, Brasília, Outubro de 1998;

CONVENÇÃO QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (CQNUMC), Secretariado da Convenção sobre Mudança do Clima, 1992;

CORREIA, J.; PEREIRA, O. S.; BARRETO, E., *et al.* **Perspectivas para a Universalização da Eletrificação no Estado da Bahia**. In: A Universalização do Serviço de Energia Elétrica – Aspectos Jurídicos, Tecnológicos e Socioeconômicos, organizado por James Correia, André Valente e Osvaldo Soliano Pereira; UNIFACS, Salvador, 2002;

CORREIA, J.; **A Universalização do Serviço de Energia Elétrica – Aspectos Jurídicos, Tecnológicos e Socioeconômicos** (Prefácio). Organizado por James Correia, André Valente e Osvaldo Soliano Pereira, UNIFACS, Salvador, 2002;

COUTINHO, L. G. e CASSIOLATO, J. E., **Ciência, Tecnologia e Retomada do Desenvolvimento**, [www.mre.gov.br/ipri/papers/cienciatecnologia/ artigo04.doc](http://www.mre.gov.br/ipri/papers/cienciatecnologia/artigo04.doc), consultado em 2002;

CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito), **Energia Renovável: Panorama Geral e Políticas**. Palestra do CRESESB no Seminário Alternativas Energéticas - Energias Renováveis, Espaço Cultural da Câmara dos Deputados, Brasília, 23 de Agosto de 2000;

CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito), <http://www.cresesb.cepel.br/sundatn.htm>, consultado em 2001;

DIEESE (Departamento Intersindical de Estatística e estudos Sócio-Econômicos); **As Tarifas de Energia Elétrica no Brasil**. Boletim do DIEESE. Julho, 1998;

Decision 17/CP.7 - Modalities and Procedures for a Clean Development Mechanism as Defined in Article 12 of the Kyoto Protocol (FCCC/CP/2001/13/Add.2);

DUTRA, R. M., **Viabilidade Técnico-Econômica da Energia Eólica face ao Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico Brasileiro**. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Fev. 2001.

ECN. **Potential and Cost of Clean Development Mechanism - Options in the Energy Sector**. Inventory of options in non-Annex I Countries to reduce GHG emissions, Netherlands Energy Research Foundation, Petten, The Netherlands, 1999.

ECOSECURITIES. **Clean Development Mechanism (CDM): Simplified Modalities and Procedures for Small - Scale Projects**, Final Report for International Development of the United Kingdom, England, May, 2002;

ELETROBRAS. <http://www.eletrobras.gov.br/atuacao/sipot/mapa/default.asp>, consultado em 2002;

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, **International Energy Outlook 2002**, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy, Washington, DC, March, 2002;

D'ERCOLE, R. **Volume de Investimentos no Mundo Caiu pela Metade no Ano Passado**. O Globo, Economia, Rio de Janeiro, 18 de Setembro, 2002;

ESMAP (Energy Sector Management assistance Programme). **Brazil Rural Electrification with Renewable Energy Systems in the Northeast: A Preinvestment Study**. Report 232/00, Washington, D.C., July, 2000;

FINANCIAL TIMES , **Renewable Energy Enters Latin America Supply Mix**. In: Power in Latin America, No. 75, September, 2001;

FOLHA DE SÃO PAULO, **Exclusivo Novo Mundo**, Editorial, São Paulo, 25 de setembro, 2002;

GOUVELLO, C. de and POPPE, M. **Study of the PhotoVoltaic Market for Rural eletrification in Northeastern Brazil (States of Bahia, Ceará and Minas Gerais)**. Final Report for the World Bank Prepared by World Business, INC. Washington, D.C., July, 1997;

GOUVELLO, Christophe; **As Crises Energéticas Rurais: Percebendo a Diversidade e Entendendo a Emergência**. Rio de Janeiro, Dezembro, 1995;

GOUVELLO, C. de. **Decentralised Rural Electrification in the Context of Negotiations on Climate Change**. In: Decentralised Rural Electrification – an Opportunity for Mankind, Techniques for the Planet. Under the direction of Christophe de Gouvello and Yves Maigne, Systèmes Solaires, Paris, August, 2002;

GUIMARÃES, A. P. C., **Estimativas da radiação solar no Brasil**, in: Cresesb Informe, 1998;

HUAMANY, W e RANGEL, P., **Miséria Impede Menino de Usar Prêmio**, O Globo, Rio de Janeiro, 20 de setembro, 2002;

HULSHER, W., FRAENKEL, P., **The Power Guide: An International Catalogue of Small-Scale Energy Equipment**, Intermediate Technology Publications Ltd., Londres, 1994

IBGE. **Censo Demográfico**, 2000;

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**, 1999;

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**, 2001;

ILUMINA, **Uma avaliação aproximada sobre as necessidades energéticas em um cenário de melhoria social ou (Porque os brasileiros mais pobres não podem ter uma geladeira)**.
www.ilumina.org.br, consultado em 2002;

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy Technologies for 21st Century**, 1998;

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, **The Evolving Renewable Energy Markets**, Paris, June, 1999;

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, **Key Issues in Developing Renewables**. In: (<http://www.iea.org/pubs/studies/files/devrenew/table3.htm>), consultada em 2001;

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, **World Energy Outlook 2002 – Energy and Poverty**, 2002;

IPEA; **Reflexões sobre os Mecanismos de Universalização do Acesso Disponíveis para o Setor de Telecomunicações no Brasil**. Rio de Janeiro, 1998;

Isaacs, A., J. D. and E. M., **A Dictionary of Science**. Oxford University Press, Oxford, 1999 and Myhr, F. H., **Definition: Renewable Energy Resource**, <http://www.cpast.org/Articles/fetch3.adp?artdesnm=11>, 1998;

JOTZO, F and MICHAELOWA A. **Estimating the CDM Market under the Bonn Agreement**. HWWA Discussion Paper – 145; Hamburg, 2001;

LAZARUS, M.;KARTHA, S.; RUTH, M. *et al.* **Evaluation of Benchmarking as na Approach for Establishing Clean Development Mechanism Baselines**. Boston, 1999;

MALLON, K. and HARE, B. **Renewable Energy, Energy Efficiency & the CDM – the only sustainable option**, Greenpeace, November, 2000;

Marrakesh Accords and Marrakesh Declaration, Conference of the Parties – Seventh Session, 2001;

MEDEIROS, N. de F., **Impacto Social da Eletrificação no Campo**, Gazeta Mercantil - Opinião, 04 de Janeiro, 2000;

MICHAELOWA, A.; **Social implications of Accepting Suppressed Demand in CDM Baselines**. Globe Side Event; Marrakech, November, 2001;

MICHAELOWA, A. And STRONZIK, M. **Transaction Costs of the Kyoto Mechanisms**. HWWA Discussion Paper – 175; Hamburg Institute of International Economics, Hamburg, 2002;

MIGUEZ, J. D. G. **O Acordo de Marrakesh e a Regulamentação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**, 2002;

MIRANDA, A. **UE Deve Manter Mercado de Carbono se Quioto Fracassar**. Gazeta Mercantil, 18 de junho, 2002;

MME, **Balanco Energético Nacional – 2001 (Ano Base 2000)**, Departamento Nacional de Política Energética, da Secretaria de Energia - DNPE/SEN/MME, Brasília, 2001;

MME, **Plano Decenal de Expansão – 2001/2010**, Secretaria de Energia, CCPE, Brasília, 2002;

MME, **Plano Decenal de Expansão – 2003/2012, Sumário Executivo**, Secretaria de Energia, CCPE, Brasília, dezembro, 2002;

MME, Eletrobrás e Cepel, **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**, Brasília, 2001;

MOREIRA, M. A. R. G., PINAUD, R. Z. e BARRETO, A. C. **Alguns Tipos de Instalações, Sistemas e Componentes**. In: O Estado das Energias Renováveis no Brasil (CD-ROM), organizado por Marcos A. V. de Freitas (citado por <http://www.cerpch.efe.br/artigos/artigo1.html>), 2002;

MSES/BID - Programa de Mercados Sustentáveis para Energia Sustentável/Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) - **Desenvolvimento de Mercados Sustentáveis de Serviços de Energia Renovável para Comunidades Isoladas** (Resumo). Primeira Edição, Julho, 1998;

NASCIMENTO, J. Q DO, **Revolução nas Telecomunicações**, O Globo, Opinião, Rio de Janeiro, 08 de julho, 2002;

NASCIMENTO, M. V. G.; PIRES, S. H. M.; LACORTE, A. C. *et al.* **Mapeamento Regional para Avaliação de alternativas Energéticas para Sistemas Isolados na Amazônia: O Estado do Amapá**. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Energia; Vol.3; Rio de Janeiro, Dezembro, 1999;

NOVO, A. **Queda de recursos deve chegar a 29%, diz Sobeet**, O Globo, Economia, Rio de Janeiro, 24 de Setembro, 2002;

OCAMPO, J. A. **Income distribution, Poverty and Social Expenditure in Latin America**. Artigo preparado para First Conference of the Americas. Organization of American States, Washington, D.C., March, 1998;

OLIVEIRA, A. S. de e RIBEIRO, L. da S., **Ciclo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e suas Implicações no Aproveitamento Energético do Biogás a partir dos Depósitos de Resíduos Sólidos**. A ser publicado pela Cetesb/SP, 2003;

OLIVEIRA, A. S. de e RIBEIRO, L. da S. **Critérios de Elegibilidade e Indicadores de Sustentabilidade para Avaliação de Projetos que Contribuam para a Mitigação das Mudanças Climáticas e para a Promoção do Desenvolvimento Sustentável**, Supervisão de Emílio L. La Rovere e Eduardo S. Novaes, Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (COPPE/UFRJ) e Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos do Ministério do Meio Ambiente, Abril, 2002;

OLIVEIRA, L. C., **Perspectivas para a Eletrificação Rural no Novo Cenário Econômico-Institucional do setor Elétrico Brasileiro**. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Fevereiro, 2001;

PAIM, E. S. e ORTIZ, L. S., **O resíduo como matéria-prima na geração descentralizada de energia**, <http://www.riosvivos.org.br/biomassa.htm>, consultado em 2002;

PAN, J.; **Transaction Costs for Undertaking CDM Projects**. January, 2002;

PEREIRA, L. S. S., **Eletrificação Rural com Sistemas Fotovoltaicos: Estudo de Caso Utilizando o Programa VIPOR**. B.Sc., UFRJ, Departamento de Engenharia Elétrica, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Fevereiro, 2000;

PEREIRA, O. L. S. **Rural Electrification and Multiple Criteria Analysis: a case study of the state of Bahia, in Brazil**. D.Sc., Maio, 1992.

PEREIRA, O. L. S.; **O Papel do Terceiro Setor na Implementação de Programas de Energia para o Meio Rural**. Apresentação na Conferência Latino-Americana de Eletrificação Rural; Recife, Novembro, 1999;

PEREIRA, R., **Potencial de biomassa pode atingir 6 mil MW**, O Estado de São Paulo, Economia, São Paulo, 18 de novembro, 2001;

PÉRES, J., **Uma sociedade de Mercado?**, Opinião, O GLOBO, Rio de Janeiro, 13 de Fevereiro, 2003;

PESSOA, R. V.; **Programa Luz no Campo**. Apresentação no Seminário da USAID; Salinas, Dezembro, 2001;

PORTO, L., **Papel da Energia Alternativa na Política Energética do Brasil**. Apresentação realizada no Seminário Internacional – Fontes Alternativas de Energia e Eficiência Energética, Brasília, Junho, 2002;

Protocolo de Quioto à Convenção sobre Mudança do Clima, Secretariado da Convenção sobre Mudança do Clima, 1997;

RAHN, H. D, **Um Homem do Campo Iluminado**, Gazeta Mercantil, Opinião, 27 de janeiro, 2000;

RAPOSO, P., **Programa Leva Energia ao Campo**, Gazeta Mercantil, 11 de Setembro, 1999;

Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. JT Houghton, LG Meira Filho, B Lim, K Treanton, I Mamaty, Y Bonduki, DJ Griggs and BA Callender (Eds), IPCC/OECD/IEA, UK, 1996.

RIBEIRO, C. M. **Eletrificação Rural com Sistemas Fotovoltaicos Distribuídos no Contexto da Universalização do Serviço de Energia Elétrica no Brasil**. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Abril, 2002;

ROSSI, L. A. **Modelo avançado para Planejamento de Sistemas Energéticos Integrados Usando Recursos Renováveis**. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1995;

LA ROVERE, E. L. **O Brasil e a Convenção do Clima**. Gazeta Mercantil, 19 de Dezembro, 2001;

SACHS, Ignacy; **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Garamond; Rio de Janeiro, 2000.

SANTOS, R. R dos.; MERCEDES, S. S. P., SAUER, I. L. **A Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro e a Universalização do Acesso ao Serviço de Energia Elétrica**. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Energia; Vol.2; Rio de Janeiro, Dezembro, 1999;

SCHELEDER, E. M. M.; **O Mercado Invisível**. Brasília, Outubro, 1998;

SILVA, M. V. M. da e BERMANN, C.. **Eletrificação Rural: Elementos para o Debate**. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Energia; Vol.3; Rio de Janeiro, Dezembro, 1999;

SOKONA, Y, S. HUMPHREYS, and THOMAS, J. P.. **What Prospects for Africa? in Issues and Options: The Clean Development Mechanism**, ed. José Goldemberg. New York: UNDP, 1998;

SOUZA, R. C. R.; PEREIRA, G. de A.; FRANÇA, B. de S. *et al.* **Aperfeiçoamento e difusão de Fogão a Lenha de Queima Limpa no Estado do Amazonas**. 3^o Encontro de energia no Meio Rural (AGRENER), UNICAMP, Campinas, SP, Setembro, 2000;

SUTTER, C.; **Small-Scale CDM Projects: Opportunities and Obstacles - Can small-scale projects attract funding from private CDM investors**; Volume 1; Zurich, November, 2001;

TAUTZ, C. **Enfim uma Luz no Campo**. Brasil Energia, N. 228, Editora Brasil Energia, Rio de Janeiro, Novembro, 1999.

TAVARES, M e FILIPINI, F., Empresas de energia querem mais aumento para compensar perdas, **GloboNews.com, 2002**;

THIRD MEETING OF THE EXECUTIVE BOARD; **Annex 2 - Simplified Modalities and Procedures for Small Scale Project Activities under the Clean Development Mechanism** - Elements for Developing a Proposal on the Interpretation of Definitions; Bonn, April, 2002;

TOLMASQUIM, M. T. **Potencial de Aproveitamento de Fontes Alternativas no Brasil**. Apresentação realizada no Seminário Internacional – Fontes Alternativas de Energia e Eficiência Energética, Brasília, Junho, 2002;

UN DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS AND WORLD ENERGY COUNCIL. **World Energy Assessment, Energy and the Challenge of Sustainability – Overview**, Communications Development Incorporated, Washington, D. C., 2000;

UNDP, **Human Development Report 2001 - Making New Technologies Work for Human Development**, <http://www.undp.org/hdr2001/>, 2001;

WEC, FAO; **The Challenge of Rural Energy Poverty in Developing Countries**. Londres; World Energy Council; October, 1999;

WINROCK, **Trade Guide on Renewable Energy in Brazil**, Winrock International – Brazil, Salvador, Bahia, October, 2002;

WORLD BANK, **Poverty Reduction, Sustainability and Selectivity**, the World Bank Group's Energy Program, December, 2001;

WOHLGEMUTH, Norbert. **Can the Kyoto Protocol promote renewable energy technologies?** University of Klagenfurt, Austria, 2000.

YBEMA, J.R.; CLOIN, J.; NIEUWENHOUT *et al.* **Towards a Streamlined CDM Process for Solar Home Systems – Emission Reductions from Implemented Systems and Development of Standardised Baselines**. The Netherlands, November, 2000;

ZHANG, Z. Estimating the Size of the Potential Market for the Kyoto Flexibility Mechanisms. Paper presented at the Asian Development Bank/United Nations Environment Programme's Workshop for Policymakers on the Institutional Design of the Kyoto Protocol Cooperative Implementation Mechanisms, UN Conference Center, Bangkok, 12-14 October, 1999 and at the International Workshop on Enhancing GHG Mitigation through International Cooperative Mechanisms in Asia, Institute for Global Environmental Strategies, Kanagawa, Japan, 26-27 January, 2000.

Documentos no âmbito do Conselho Executivo do MDL, do Painel SSC e do Painel de Metodologias (*Meth Panel*), consultados por meio de <http://unfccc.int/cdm>:

Agendas das Reuniões do Conselho Executivo do MDL;

Relatórios das Reuniões do Conselho Executivo do MDL;

Agendas das Reuniões do Painel SSC;

Relatórios das Reuniões do Painel SSC;

Primeiro Relatório do Conselho Executivo do MDL [First Report of the Executive Board of the Clean Development Mechanism (2001–2002) (FCCC/CP/2002/3)];

Anexo 4 da Segunda Reunião do Conselho Executivo do MDL (Draft Work Plan of the Executive Board to Develop Recommendations to COP 8 on Simplified Modalities and Procedures for Small Scale Project Activities under the Clean Development Mechanism);

Anexo 2 da Terceira Reunião do Conselho Executivo do MDL (Simplified Modalities and Procedures for Small Scale Project Activities under the Clean Development Mechanism - Elements for Developing a Proposal on the Interpretation of Definitions);

Termo de Referência do Painel SSC (Terms of Reference for the Panel to Recommend Draft Simplified Modalities and Procedures for Small-Scale CDM Project Activities)

Apêndice A das Modalidades e Procedimentos do MDL para Atividades de Projetos de Pequena Escala (Appendix A of the Simplified Modalities and Procedures for Small-Scale CDM project activities - Clean Development

Mechanism Draft Simplified Project Design Document for Small Scale Project Activities (SSC-PDD) Version 01);

Apêndice B das Modalidades e Procedimentos do MDL para Atividades de Projetos de Pequena Escala (Appendix B of the Simplified Modalities and Procedures for Small-Scale CDM project activities - Indicative Simplified Baseline and Monitoring Methodologies for Selected Small-Scale CDM Project Activity Categories);

Apêndice C das Modalidades e Procedimentos do MDL para Atividades de Projetos de Pequena Escala (Appendix C of the Simplified Modalities and Procedures for Small-Scale CDM project activities - Determining the Occurrence of Debundling);

Note by the SSC Panel to the Executive Board;

Responses by the SSC Panel Related to its Terms of Reference;

Recommendations by the SSC Panel Regarding Additional Requests by the Board at its Third Meeting;

Draft Simplified Modalities and Procedures for Small-Scale CDM Project Activities;

Outros endereços pesquisados na Rede Mundial de Computadores (Internet):

<http://www.cresesb.cepel.br/sundatn.htm> CRESESB 2001

http://www.energiabrasil.gov.br/setframe.asp?Marcado=oferta&Pagina=fontesenergia_biomassa.asp

<http://www.cenbio.org.br>

<http://www.eletronbras.gov.br/atuacao/sipot/mapa/default.asp> eletronbras 2002

http://www.abimaq.org.br/ceimaq/meta8/gastosP_DPIB_98_T.htm

<http://unfccc.int/cdm/dmprojslide.html>

<http://www.cresesb.cepel.br>

<http://www.eolica.com.br/energia.html>

http://www.eolica.com.br/waneb_por.htm

<http://www.cresesb.cepel.br/sundatn.htm>

<http://www.energiabrasil.gov.br>

http://www.abimaq.org.br/ceimaq/meta8/gastosP_DPIB_98_T.htm.