DETERMINAÇÃO DA LINHA DE BASE E CÁLCULO DA REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA

ESTUDO DE VIABILIDADE DE PROJETO DE PEQUENA ESCALA VOLTADO À ADOÇÃO DE MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO –MDL

Osvaldo Lívio Soliano Pereira[36]
Tereza Mousinho Reis[37]
Maria das Graças Figueiredo.[38]
Márcio Pimenta Machado.[39]
Kleber Marcello Carvalho[40]

Abstract

This article summarizes the findings of a study on assessment of the emissions reduction of GHG by introducing solar photovoltaics systems in remote areas of Bahia, in Brazil. Two main components of the study were the field survey to estimate the amount of fuels, which have been replaced with the introduction of PV panels and an estimative, developed at the laboratories, of amount of fuels which would be replaced to give the same benefits – particularly lighting, of the PV panels. It was evident that effective consumption on the range of four to five liters of diesel/kerosene, as found in the field, reflecting the poor consumption of energy, would not justify any initiative to apply for CDM credits. However, consumption of fuels would be much higher to produce the same quality of life founded after the introduction of panels. Some suggestions were also incorporated to assure sustainability of the projects, minimizing potential leakages observed in several similar projects. Final conclusion is PV could be an option to supply remote areas, but current prices paid for emission reductions, transaction costs and estimated amounts of reduction do not justify to apply for credits.

1. Introdução

O presente estudo foi realizado pela Universidade Salvador - UNIFACS - com recursos do Ministério do Meio Ambiente através do Fundo Nacional do Meio Ambiente, em parceria com a Embaixada da Holanda. A Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia – COELBA – foi parceira de desenvolvimento do projeto.O presente estudo teve por objetivo analisar a viabilidade técnica, operacional e ambiental para enquadramento no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) da instalação de 9.000 sistemas fotovoltaicos em pequenas localidades não atendidas pelos serviços públicos de energia elétrica convencional, situadas em áreas rurais remotas do Estado da Bahia. O estudo foi desenvolvido tendo como referência o Projeto de Energia Solar da COELBA, concessionária estadual de energia elétrica, que está instalando, com recursos do Programa Luz no Campo, 9.000 sistemas fotovoltaicos para atendimento de residências não eletrificadas. Os sistemas fotovoltaicos instalados nessas

[36] Ph.D. em Política Energética pelo Imperial College of Science And Technology. Professor da UNIFACS – Universidade Salvador. Endereço: R. Ponciano de Oliveira 126, Rio Vermelho, CEP.: 41.950-275. Salvador, Bahia, Brazil. Tel.: (71) 330 – 4638 Fax: (71) 330 – 4666. E-mail: osoliano@unifacs.br
[37] Mestre em Regulação da Indústria de Energia. UNIFACS. E-mail: tereza@unifacs.br
[38] Economista. UNIFACS. E-mail: maria.figueredo@posgrad.unifacs.br@unifacs.br
[39] Economista. UNIFACS. E-mail: marcio.pimenta@posgrad.unifacs.br@unifacs.br
[40] Engenheiro Civil. UNIFACS. E-mail: kleber.carvalho@posgrad.unifacs.br@unifacs.br

comunidades substituirão os combustíveis fósseis – óleo diesel, querosene e gás – utilizados para iluminação dos domicílios.

Em geral o atendimento a essas áreas, através da rede elétrica convencional, apresentam altos custos de investimentos iniciais e expectativa de baixa receita pelos serviços prestados, razão pela qual para a concessionária não é economicamente viável levar energia elétrica via extensão da rede para esse tipo de comunidade. O resultado é triplamente perverso para as populações que vivem nessas áreas. Primeiro, porque elas são privadas do acesso ao serviço público de energia elétrica, fundamental para o seu desenvolvimento sócio-econômico, ambiental e cultural. Em segundo, porque a alternativa utilizada, ou seja, a queima direta de combustíveis fósseis no interior das residências, além da baixíssima qualidade da iluminação que é capaz de oferecer, tem se mostrada extremamente nociva à saúde das pessoas. Finalmente, porém não menos importante, porque os gastos das famílias com esses energéticos são muito elevados, considerando o seu baixíssimo poder aquisitivo.

Pretendia-se com esta avaliação que este projeto viesse a ser elegível dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL. Considerando que existem poucos trabalhos de pesquisa específicos sobre este tema, particularmente no Brasil, a UNIFACS desenvolveu o estudo na perspectiva que o projeto tornasse-se sustentável e replicável, diante da possibilidade de que 20 % do mercado não atendido da Bahia (aproximadamente 500.000 residências) venham a ser atendido com sistemas solares.

2. Caracterização das regiões/comunidades e da população a ser beneficiada com o projeto

A COELBA está implantando o projeto em comunidades rurais ainda não eletrificadas, localizadas em distintas regiões do Estado da Bahia, cuja população, a exemplo de outras áreas rurais do país, tem as seguintes características:

- Baixa densidade, geralmente associada a grande dispersão das comunidades;
- Baixa capacidade de pagamento devido ao baixo nível de renda, muitas vezes irregular, dado que está associada a sazonalidade das culturas agrícolas;
- Baixa necessidade de consumo de energia elétrica.

A caracterização das comunidades é baseada em uma pesquisa de campo realizada no período de janeiro a fevereiro de 2003, numa amostra de 80 unidades domiciliares distribuídas em 20 distintas localidades das 252 já contempladas com os sistemas fotovoltaicos no âmbito do projeto. As localidades pesquisadas situam-se nas zonas rurais, distando em média 10 ou 15 km das sedes municipais. São pequenos aglomerados, dispersos geograficamente, sendo que em sua maioria não dispõe de espaços comunitários (praças, centros comunitários, escolas, etc). No total o projeto já implantou cerca de 1.400 sistemas.

A densidade populacional (habitantes/localidade) das comunidades é bastante variável, de 5 a 125 habitantes/localidades. Por sua vez a distribuição dos domicílios dentro da comunidade também não é uniforme, mas espalhada, com distâncias variando para mais de 500 metros.

O perfil sócio-econômico dessa parcela da população caracteriza-se pelo baixo nível de renda, na maioria dos casos a renda média familiar é inferior a um salário mínimo, baixo nível educacional e de acesso a diversos serviços e bens duráveis de consumo, a exemplo de esgotamento sanitário, coleta de lixo, geladeira, televisor, etc. O tamanho médio das famílias é de quatro membros. A atividade econômica é muito reduzida, restringindo-se a chamada economia de subsistência, ou seja, praticamente toda a produção é realizada para consumo

próprio. A agricultura de subsistência está concentrada na produção de mandioca, feijão e milho, além da pecuária, com predominância do rebanho bovino e caprino, a depender da região na qual está localizada. Os pequenos excedentes da produção são comercializados nos próprios municípios ou seu entorno. A maior parte dos chefes de famílias trabalha em suas pequenas propriedades, e eventualmente para terceiros, quando encontram trabalho. Apenas uma pequena parcela da produção destina-se à venda para aquisição de outros produtos necessários à sobrevivência familiar.

Os energéticos consumidos em pequenas quantidades são usados para cocção, iluminação e informação/entretenimento. Em todas as residências há a utilização do fogão a lenha, que é obtida no próprio terreno ou em vegetações próximas. Poucas residências utilizam o botijão de gás de 13 kg, cujo uso é bastante controlado, uma vez que o consumo de um botijão estende-se por cerca de 3 a 6 meses, e não é reabastecido seguidamente, estando sujeito a capacidade de pagamento do usuário. Normalmente é usado apenas para preparar o café da manhã, uma vez que o fogão a lenha demora em aquecer.

A iluminação residencial se dá predominantemente pelo uso de lamparinas, candeeiros e fifós que utilizam óleo diesel e, em menor escala, o querosene. Adicionalmente a estes utensílios, algumas famílias usam velas e outros equipamentos de iluminação, a exemplo de lampião a gás. É importante observar que o óleo diesel substituiu o querosene como fonte de energia em virtude de seu custo ser mais baixo, ainda que seja mais prejudicial à saúde, por ser mais poluente.

Foram agregadas mais duas localidades na pesquisa, objeto de uma outra pesquisa desenvolvida pela UNIFACS[41], os seguintes resultados foram encontrados relativamente ao consumo e gastos energéticos para atendimento às necessidades de iluminação e informação/entretenimento.

• O óleo diesel é o combustível predominante no uso para iluminação, encontrado em 83,5% das famílias pesquisadas, com consumo médio mensal da ordem de 3,0 litros e gastos de R$ 4,75/mês. Observa-se ainda que 57% das famílias usam apenas este combustível para iluminação;

- Depois do diesel, o querosene é o combustível mais consumido, embora presente em apenas 12,8% das residências, com consumo médio mensal de 3,64 litros e gastos da ordem de R$ 6,01 em média, seguido de velas presentes em 39% dos domicílios pesquisados, com consumo médio mensal de 4 maços (32 velas) e gastos de R$ 4,67;
- Considerando o mix de fontes usadas, diesel-vela e querosene-vela são os principais, presentes em respectivamente 19,27% e 7,34% das famílias pesquisadas;
- Pilha e baterias são as fontes de energia utilizadas para funcionar aparelhos de rádio e TV, sendo que a pilha é usada por 84% das famílias, geralmente nos rádios, representando um gasto mensal de R$ 4,36, enquanto a bateria é usada em apenas 22% dos domicílios, equivalendo a uma gasto mensal de R$ 4,58;
- O gasto médio mensal das famílias com fontes de combustíveis para iluminação e informação é de R$ 6,90.

[41] Instalação e monitoramento de sistemas solares para o projeto conjunto com a BP SOLAR, nas localidades de Mato Verde e Sítio do Mato , localizadas no município de Serra do Ramalho.

3. Identificação da linha de base e seleção da mais adequada

Conforme definido nos procedimentos aprovados pelo Conselho Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, a metodologia para o cenário de referência ou linha de base de um projeto de pequena escala pode ser elaborada segundo uma das alternativas a seguir discriminadas:

- Emissões históricas ou atuais existentes;
- Emissões provenientes de tecnologias que se apresentam economicamente atrativas, levando em consideração barreiras ao investimento;
- 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.

O cenário de referência ou linha de base quantifica as emissões de gases do efeito estufa na ausência deste projeto e, portanto, sua adicionalidade. Na sua determinação devem ser considerados as políticas e fatores relevantes sob a ótica setorial e/ou nacional, como a política do setor energético.

Para este projeto foram adotadas a primeira e terceira das alternativas anteriormente, consideradas para o MDL: a primeira com base nas emissões históricas medidas antes da implantação do projeto, informação que foi de fácil obtenção e confiabilidade, considerando que o projeto ainda tem pouco tempo de implantação, o que facilita recuperar a memória do consumo de energéticos antes da instalação dos sistemas fotovoltaicos; e a segunda adotando-se valores *default* (média de emissões) de atividades similares ao projeto.

Estes dados foram comparados com o nível de emissões de outros projetos similares, apresentados em diferentes estudos, realizados com base em experiência de outros projetos com sistemas fotovoltaicos para residências, implantados em distintos países, que não o Brasil.

4. Metodologia para o cálculo das emissões evitadas com o projeto

Para calcular as emissões evitadas com a implementação do projeto três cenários de referência ou linhas de base foram utilizados:

- Cenário 1: valor histórico da emissões, medida pelo consumo aparente do mix de combustíveis fósseis usados para iluminação (óleo diesel, querosene e GLP) substituídos, a partir dos dados da pesquisa de campo realizadas nas comunidades beneficiadas com projetos de sistemas fotovoltaicos;
- Cenário 2: valor de emissões medidas pelo consumo aparente do combustível predominantemente usado para a iluminação, no caso oleo diesel; e,
- Cenário 3: valor *default* da proposta de F.D.J. Nieuwenhout e S. L. Kaufman, que é o menor valor *default* dentre os estudos avaliados em projetos semelhantes.

A adoção dos três cenários justifica-se pelos seguintes aspectos: o valor médio do histórico de emissões do projeto, baseado nos dados levantados junto às comunidades pesquisadas foi considerado muito baixo e pode não estar refletindo o consumo efetivo do universo, uma vez que não constitui uma amostra representativa deste universo; os estudos para medir as

emissões evitadas, conforme as referências bibliográficas utilizadas, adotam como metodologia de cálculo valores de consumo médio relativos ao consumo médio do combustível mais utilizado. Adicionalmente, foram considerados os seguintes critérios para os cenários de referência:

- O fator determinante da redução de emissões é o uso anterior de combustíveis fósseis e de velas utilizados na iluminação dos domicílios;
- A substituição do óleo diesel usado na iluminação responde pela maior parte da redução de emissões, embora outras fontes como querosene e gás também contribuam;
- Vários fatores interferem na estimativa do potencial de emissões por projeto: disponibilidade do sistema fotovoltaico (potência, número de horas de utilização), desenho do sistema, existência de preços subsidiados para os combustíveis fósseis, nível de renda da população, hábitos culturais e normas locais;
- Sistemas que recebem uma manutenção adequada aumentam o fator de disponibilidade. O pagamento de uma taxa pelo serviço e linhas de crédito/financiamento do sistema estimula a sua manutenção;
- Um valor constante de emissões ao longo de sua vida útil;
- A emissão das baterias não foi considerada, uma vez que o seu carregamento é feito nas sedes municipais interligadas ao sistema elétrico de nacional cuja base é predominante hidráulica, e por isso não emissora;
- Uma expectativa da indisponibilidade dos sistemas fotovoltaicos, através de valores *default*. Valores mais altos devem ser atribuídos para sistemas onde estão previstos os pagamentos de taxas pelo uso do serviço (85%), são financiados (80%) ou vendidos (65%);
- Valor de emissões calculado para 335 dias/ano, considerando que durante um período de 30 dias/ano o sistema fotovoltaico pode apresentar defeitos/falhas, o que acarretará o consumo de combustíveis fósseis (vazamento).

5. Cálculo das emissões evitadas com o projeto e sua adicionalidade

Os cálculos das emissões totais do projeto nos três cenários de referência estão discriminados na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Total das emissões evitadas de CO_2 com o projeto

Cenários	Valor médio das emissões (kg CO_2/335 dias/ano) A	Número de sistemas fotovoltaicos B	Total anual de emissões (kg CO_2/ano) C = A x B	Total das emissões durante a vida útil do projeto (em t) D = C x 10 anos/ 1000)
Cenário 1 (Valor histórico)	89,34	9.000	804.060	8.040,60
Cenário 2 (Diesel)	119,26	9.000	1.073.340	10.733,40
Cenário 3 (valor *default* internacional)	184,56	9.000	1.661.040	16.610,40

Fonte: Equipe UNIFACS

Considerando que na ausência do projeto a alternativa para as comunidades beneficiadas era continuar a usar a mesmas fontes energéticas substituídas pelo sistema fotovoltaico (diesel, querosene, GLP e velas, etc.), o valor das emissões evitadas representa a adicionalidade proporcionada pelo projeto, haja vista que na sua ausência, não haveria redução de emissões. Para os três cenários o valor global das emissões varia entre o mínimo de 8.040,60 t/CO_2/ano para o primeiro cenário, o mais conservador, e o máximo de 16.610,40 t/CO_2/ano, ao adotar-se o valor *default* internacional.

6. Conclusões

A execução deste contrato possibilitou a realização do primeiro estudo no Brasil que definiu uma linha de base para calcular a redução de emissões de CO_2 associadas à geração de energia solar, em substituição a fontes de energia não renovável em sistemas de eletrificação isolada. Permitiu, ainda, sensibilizar a concessionária local para o tema do comércio de emissões, que pode representar uma contribuição para garantir a sustentabilidade dos projetos.

O valor do investimento inicial do projeto da COELBA, relativo aos 9.000 sistemas é de US$ 6 milhões, considerando o custo médio de R$ 2.000,00 por sistema, incluindo compra de equipamentos e instalação, conforme informação fornecida pela própria empresa. Considera-se a cotação do dólar a US$ 3,00 por R$1,00.

A partir do investimento total, calculou-se o custo incremental das emissões evitadas (US$/tonelada de CO_2), efetuou-se uma análise de sensibilidade do projeto, considerando quatro valores de referência para a cotação da tonelada de CO_2: US5,00, US$ 7,00, US$ 10,00 e US$ 30,00. Finalmente calculou-se o impacto percentual da receita gerada com a venda de créditos pelo valor do investimento inicial. Os resultados estão ilustrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Impacto das receitas com crédito de carbono sobre o investimento do projeto

Cenários/ Valor US$ t/CO2	Custo Incremental/ Emissões Evitadas (US$)	Receitas Certificação (US$)	Receitas Certificação (R$)	Receitas/ Investimento Inicial
US$ 5,00	746,22	40.202,36	120.607,09	0,67%
US$ 7,00	746,22	56.283,31	168.849,93	0,94%
US$ 10,00	746,22	80.404,73	241.214,18	1,34%
Cenário 2				
US$ 5,00	559,00	53.667,00	161.001,00	0,89%
US$ 7,00	559,00	75.133,80	225.401,40	1,25%
US$ 10,00	559,00	107.334,00	322.002,00	1,79%
Cenário 3				
US$ 5,00	361,21	83.054,51	249.163,52	1,38%
US$ 7,00	361,21	116.276,31	348.828,93	1,94%
US$ 10,00	361,21	166.109,01	498.327,04	2,77%

Fonte: Equipe da UNIFACS

A análise destes dados permite concluir que o impacto da certificação do projeto no âmbito do MDL varia na proporção direta da cotação da tonelada de carbono no mercado e do nível de emissões evitadas. Seu impacto não é significativo, considerando que como o projeto vem

sendo implantado em áreas rurais muito pobres, o consumo de combustíveis fósseis é muito baixo o implica em níveis de emissões igualmente depreciadas. Para os cenários utilizados este valor representa entre 0,67% e 8,31% do investimento inicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL, Resolução 333 de 29 de abril de 1999

ANEEL, Resolução 223 de 29 de abril de 2003

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 5413. Iluminância de Interiores. Especificação. 1982

BOSI, Martina. "Fast-tracking Small CDM Projects: Implications for the Electricity Sector", International Energy Agence, Paris, outubro, 2001.

GENERAL ELECTRIC ILUMINAÇÃO. Catálogo geral de produtos. Disponível em < http://www.gelighting.com/br/business/catalogos.htm

GOUVELLO, Christophe de e MAIGNE, Yves (org) Decentralised Rural Electrification; An opportunity for mankind, techiniques for the planet. Systèmes Solaires. Paris, agosto 2002.

IBGE. Censo Demográfico 2000

KAUFMAN, Steven, DUKE, Richard, HANSEN, Richard, ROGERS, John, SCHWARTZ, Richard e TREXLER, Mark. Rural Electrification with Solar Energy as a Climate Protection Strategy. Renewable Energy Policy Project (REPP). Research Report nº 9, January, 2000.

KAUFMAN apud VAN DER PLAS, R. e GRAAFF, A. B. A Comparasion of Lamps for Domestic Lighting in Developing Countries. Industry and Energy Department Working Paper. Energy Series Paper nº 6 World Bank. Washington D.C, 1988

LEE, Robert F., SIMM, Ian, JENKYN-JONES, Bruce. Could carbon financing apreciably accelerate the diffusion os Solar Home Systems? Prototype Carbon Fund/ UNDP/World Bank Energy Sector Management Assistance Program, Washington DC, June, 2001.

Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995

Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996

Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

Lei Estadual nº 7.595, de 26 de janeiro de 2000 (Luz no Campo)

NIEUWENHOUT, F.D. J e KAUFMAN, S.L. "Standardised Baselines for off-Grid Renewable Electricity Projects" In: Standardised Baselines for Small-Scale CDM Activities: A Proposal for the CDM Programme of The Netherlands. Editors: J.W. Martens (ECN), S.N.M. van Rooijen (ECN), V. Bovée (EcoSecurities), H.J. Wijnants (DHV). Discussion Paper. ECN - Energy Innovation, December 2001.

OLIVEIRA, Adriano Santhiago de. 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 isoladas. Rio de Janeiro, março 2003. 148 p. (COPPE/UFRJ, M.Sc.Planejamento Energético)

OLIVEIRA, Luciana Corrêa de. Perspectivas para a Eletrificação Rural no Novo Cenário Econômico-Institucional do Setor Elétrico Brasileiro. Rio de Janeiro, 2000. XIV, 116 p. (COPPE/UFRJ, M.Sc.Planejamento Energético)

RIBEIRO, Cláudio Moisés. Eletrificação Rural com Sistemas Fotovoltaicos Distribuídos no Contexto da Universalização do Serviço de Energia Elétrica no Brasil. Rio de Janeiro, abril 2002. XVII, 176 p. (COPPE/UFRJ, M.Sc.Planejamento Energético, 2002).

VALENTE, André. et al. "Atuação da APAEB com Sistemas Fotovoltaicos: Diagnóstico Técnico e Financeiro". In: Correia, James.et al. Org. A Universalização do Serviço de Energia Elétrica. Salvador.Unifacs,2002

YBEMA, J.R., CLOIN, J., F.D.J. NIEUWENHOUT, F. D. J., KAUFMAN, S.L.. Towards a Streamlined CDM Process for Solar Home System: Emission reductions from implemented systems and development of standardised baselines. ECN Energy Inovation, November, 2000.