

ESTUDO DE VIABILIDADE FINANCEIRA DA UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA PARA ELETRIFICAÇÃO RURAL DE PEQUENAS ILHAS PARAENSES

Eduardo Luís de Paula Borges – eduardo_borges@eletrobras.com

Cláudio Monteiro de Carvalho – claudio.carvalho@eletrobras.com

Alex Artigiani Neves Lima – alex.lima@eletrobras.com

Marta Maria de Almeida Olivieri – martaolivieri@eletrobras.com

Eletrobras, Departamento de Gestão de Projetos Setoriais

Giorgiana Pinheiro – giorgiana.pinheiro@redecelpa.com.br

Celpa, Departamento de Planejamento e Engenharia

Dennys Cordeiro Senna – dennys@eletroacre.com.br

Eletrobras Distribuição Acre, Acessória de Pesquisa e Desenvolvimento de Eficiência Energética

Dr. Luiz Pérez Zotes – lpzotes@gmail.com

Universidade Federal Fluminense

Resumo. *Com a universalização dos serviços de energia elétrica, obrigando as concessionárias de distribuição atender todos os moradores em sua área de concessão, centenas de milhares de residências na área rural foram beneficiadas por programas de eletrificação rural, através da extensão de redes de distribuição de energia. No entanto, para muitos moradores situados em áreas isoladas, como no norte do Brasil, este tipo de atendimento onera os custos de investimento demasiadamente e se torna um fator crítico no processo de universalização. Este contexto abriu espaço para o atendimento alternativo com produção local da energia, reduzindo os custos iniciais de investimento por não incorrer os custos relacionados a sua transmissão. Assim, as concessionárias de distribuição de energia têm estudado fontes renováveis de energia (FRE), em especial os sistemas solares fotovoltaicos, como opções para o atendimento de moradores rurais isolados. O objetivo do estudo é analisar a viabilidade financeira das opções de eletrificação de um vilarejo rural em ilhas paraenses, avaliando a utilização de sistemas solares fotovoltaicos individuais e coletivos, confrontando-os com sistemas de atendimento convencional, como a extensão de rede de distribuição. Os resultados do trabalho indicam a opção de atendimento elétrico com sistemas fotovoltaicos coletivos e distribuição por minirredes como a mais atrativa comparada às demais e, apesar dos projetos apresentarem valor presente líquido negativo, estes podem ser aceitos, pois são projetos pioneiros e de cunho social.*

Palavras-chave: *Eletrificação rural, Energia Renovável, e Viabilidade Financeira*

1. INTRODUÇÃO

É inquestionável a importância da eletricidade na vida do homem do campo. Os benefícios da eletricidade podem além de trazer ao beneficiado a energia necessária para o seu conforto e segurança, se tornar um vetor de desenvolvimento humano na medida em que permite uma melhor qualidade da iluminação, um melhor acesso à educação, saúde e comunicação, a criação de empregos diretos, além de benefícios econômicos indiretos para a indústria e negócios locais.

Em áreas não eletrificadas, as pessoas usam substitutos para a eletricidade (velas, querosene e baterias), para propósitos de iluminação e comunicação. Para potência e eficiência da iluminação doméstica, a eletricidade é muito superior ao querosene, comumente usado por pessoas pobres do meio rural e urbano. Com a eletricidade, as famílias podem ler, sem ter o constrangimento dos ruídos ou odores experimentados com a iluminação a querosene. Os benefícios à saúde também são óbvios, o acesso à água de boa qualidade (reduzindo o impacto da mortalidade infantil e doenças) através de sistemas de bombeamento de água, a estocagem de remédios e vacinas através de geladeiras e a redução da poluição doméstica, pela substituição do querosene para iluminação, são alguns dos inúmeros exemplos. Em diversas regiões, o bombeamento de água é um dos usos prioritários da energia disponível, por ser o único modo de obter água potável. (GOUVELLO, 2003).

A história do setor elétrico nacional revela que diversas ações tem sido realizadas para eletrificar áreas rurais com intuito de promover o desenvolvimento do homem do campo. A principal ação ocorreu em 2002 quando foi estabelecida a lei de universalização dos serviços de energia elétrica, obrigando as concessionárias de distribuição de energia a atender todos os moradores em sua área de concessão. Isto motivou a instituição do maior programa de eletrificação rural do mundo, o Programa de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica, em 2003. Conforme informações da ANEEL (ANEEL, 2008), o Programa de Universalização beneficiou cerca de 1,5 milhão de famílias, atingindo o índice 94,5% de eletrificação no país.

Hoje, as concessionárias de distribuição de energia elétrica do Brasil se vêem diante do desafio de atingir as metas da universalização dos serviços públicos de energia e esse desafio se torna ainda maior quando os moradores, ainda sem esse benefício, se encontram no interior da floresta Amazônica e em pequenas ilhas. Situações como estas é a realidade das concessionárias, cooperativas ou permissionárias que possuem a concessão das áreas tipicamente amazônicas dos Estados do Pará, Amazonas, Acre, Rondônia, Roraima e Mato Grosso.

Particularmente, o Estado do Pará possui inúmeras ilhas fluviais onde vivem pequenas ou médias comunidades rurais isoladas, que são casos representativos na Amazônia e, ao mesmo tempo, apresentam um grande obstáculo no processo de eletrificação rural. É exatamente neste contexto que surgem as fontes renováveis de energia, em especial a tecnologia solar fotovoltaica, como opções alternativas para eletrificação destas áreas.

Desta forma, faz-se necessário que a concessionária local antecipadamente analise economicamente cada opção tecnológica de eletrificação, para que seu gestor tenha informações suficientes para uma tomada de decisão.

2. A UNIVERSALIZAÇÃO E O PROGRAMA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL

A eletrificação rural no Brasil ganhou realmente força em abril de 2002 quando foi estabelecida, pela Lei 10.438/2002, a universalização dos serviços públicos de energia elétrica que obriga as concessionárias de distribuição atender todos os moradores em sua área de concessão (ELETROBRAS, 2008).

Para acelerar o acesso universal à energia elétrica no país, foi instituído um programa de eletrificação rural, através do Decreto 4.873, de 11 de novembro de 2003, com o objetivo de propiciar financiamentos e subsídios para os investimentos em projetos de eletrificação rural a serem executados pelas concessionárias de distribuição e outros agentes executores, como permissionárias de distribuição de energia elétrica ou cooperativas de eletrificação rural.

Os recursos financeiros para o programa são provenientes da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), da Reserva Global de Reversão (RGR), dos governos estaduais e de agentes do setor. A Eletrobras é a empresa responsável pela gestão destes recursos financeiros, bem como dar apoio técnico aos agentes executores para a execução do programa.

O programa de eletrificação rural possui inúmeros benefícios para a população rural. A instalação da energia elétrica nas residências, com três pontos de luz e duas tomadas, é gratuita e pode ser solicitada ao agente executor que atua no município por qualquer família residente na área rural. Além disso, com a chegada da energia, as famílias, adquirindo eletrodomésticos e equipamentos rurais elétricos, podem aumentar suas rendas, melhorar o saneamento básico, a saúde e a educação. Assim, ao viabilizar o acesso à energia elétrica, o programa melhora a qualidade de vida, favorecendo a permanência das famílias no campo.

Tradicionalmente, as regiões com os menores índices de atendimento são também aquelas com menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). São as regiões Norte e Nordeste, conforme ilustra a tabela a seguir (ANEEL, 2008).

Tab. 1: Índice Geral de Atendimento - Universalização

Universalização	Índice Geral de Atendimento
Região Norte	81,55 %
Região Centro Oeste	95,78 %
Região Sudeste	98,77 %
Região Sul	98,01 %
Região Nordeste	87,70 %
Total no Brasil	94,54 %

Fonte: ANEEL, 2008

3. AS OPÇÕES DE ELETRIFICAÇÃO RURAL

Dentre as diversas ilhas pertencentes ao Estado do Pará, duas pequenas ilhas se localizam no município de Curalinho, na Ilha de Marajó. Estas ilhas, chamadas Ilhas de Araras, possuem fortes características amazônicas, situam-se muito distantes dos grandes centros urbanos e é onde vivem 78 famílias, sendo 59 na ilha maior (Araras Grande) e 19 na ilha menor (Araras Pequena).



Fig. 1 – Domicílio Típico em Araras Grande

Dadas as características físicas das ilhas, considera-se as seguintes possibilidades de eletrificação rural:

1. **Extensão de Rede.** Eletrificação através da construção de uma rede de distribuição aérea que conecta os consumidores a uma rede de distribuição existente.

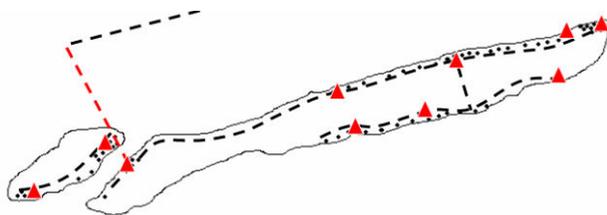


Fig. 2 – Atendimento por Extensão de Rede

Para o atendimento elétrico por extensão de rede serão necessários 55,7 km de rede de distribuição de energia em Média Tensão (MT), incluindo 2,7 km de rede sub-aquática, além de 4,9 km de rede de distribuição em Baixa Tensão (BT). O atendimento ainda prevê a utilização de 10 transformadores totalizando 135 kVA, conforme mostrado na Ilustração 2, padrões de entrada (medidores, seus postes e ramal de ligação) e instalação interna (fiação interna da casa, 3 lâmpadas e tomadas).

2. **Sistema Fotovoltaico Domiciliar.** Eletrificação com atendimento elétrico individual através da energia solar fotovoltaica. A produção de energia é isolada e exclusiva para um único domicílio, conforme ilustrado a seguir.

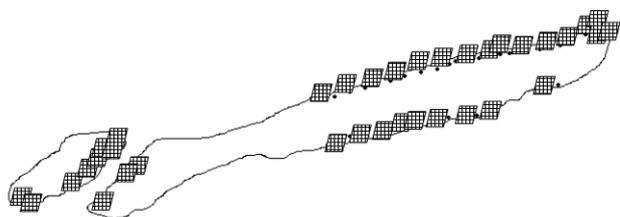


Fig. 3 – Atendimento Elétrico por SFD

Para o atendimento elétrico por SFD serão necessários 78 sistemas, cada um composto por 6 módulos fotovoltaicos de 130 Wp responsáveis por converter energia solar em energia elétrica, bateria com a função de armazenadora de energia para o consumo noturno, inversor de frequência para converter a energia de corrente contínua em corrente alternada, controladores de carga para proteção da bateria, padrões de entrada e diversos acessórios.

3. **Minirrede com Geração Fotovoltaica.** Eletrificação com atendimento elétrico coletivo através da produção isolada de energia solar fotovoltaica. A produção de energia é para um conjunto de domicílios e a distribuição é realizada através de pequenas redes de eletricidade.

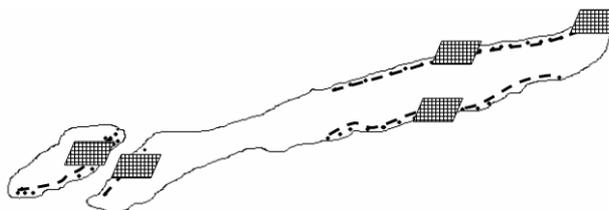


Fig. 4 – Atendimento Elétrico por Minirredes

Para o atendimento elétrico por centrais fotovoltaicas com distribuição por minirredes, serão necessários quatro sistemas descentralizados de 12,5 kWp, 25,7 kWp, 10 kWp e 2,6 kWp. Cada sistema de geração seria composto por módulos fotovoltaicos, inversores formadores de rede, inversores para arranjo fotovoltaico, controladores de carga, bancos de bateria, além de acessórios. Em relação às minirredes, seriam necessários 5,4 km de rede de distribuição de energia em Baixa Tensão (BT), além dos padrões de entrada.

A figura da Ilustração 5 mostra um exemplo de uma central fotovoltaica para geração de energia elétrica e uma minirrede para distribuir a energia gerada aos domicílios na ilha de Kythnos na Grécia.



Fig. 5 – Central Fotovoltaica com Distribuição por Minirredes em Kythnos, Grécia

Todas as opções de atendimento visam garantir o fornecimento de 45 kWh mensais a cada morador, atendendo a demanda atual e reprimida. Para este fornecimento de energia de forma contínua, é necessária uma irradiação de 4,55 W/m² que é a irradiação observada na área de estudo.

As ilhas de Araras apresentam densas aglomerações populacionais, indicando que o atendimento coletivo através de sistemas de geração descentralizada com minirrede deva ser o mais indicado, visto a possibilidade de maior disponibilidade de energia, a redução dos custos de investimento e custos futuros projetados e descontados ao valor presente, quando comparada a outras alternativas de atendimento.

4. PARÂMETROS ECONÔMICOS DO ESTUDO

Para análise da viabilidade financeira dos projetos considerou-se um período financeiro de 25 anos, baseando-se na vida útil do módulo fotovoltaico, que é o principal componente do sistema fotovoltaico. E para a simplificação dos cálculos, considerou-se os recebimentos e os desembolsos ao final de cada ano.

TAXA DE DESCONTO

O custo médio ponderado de capital é a taxa utilizada para descontar o fluxo de caixa do projeto. O custo do capital está relacionado com a estrutura de endividamento do projeto, ou seja, a participação do capital de terceiros e do capital próprio.

O custo de capital para o projeto é a média ponderada entre o custo e a composição de capital. A composição e o custo de capital de terceiros serão apresentados adiante e seguem as condições de financiamento do Programa de eletrificação rural. Para o custo de capital próprio da concessionária, será considerado 15% ao ano, valor aproximado do apresentado pela ANEEL na Revisão Tarifária, referente à empresa distribuidora do Pará (ANEEL, 2007).

ESTIMATIVA DE CUSTOS DE INVESTIMENTO

O investimento inicial compreende a saída de caixa relevante no instante zero, como o investimento no ativo (máquinas, equipamentos e materiais) e as despesas de instalação do ativo (mão-de-obra, transporte e administração).

Para atendimento das ilhas de Araras por extensão de rede seria necessário um investimento total de R\$ 3.354.216,10, para atendimento por sistemas fotovoltaicos domiciliares um investimento total de R\$ 2.577.900,00, e para o atendimento por minirredes seria necessário um investimento total de R\$1.923.790,00.

DEPRECIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Para o cálculo da depreciação dos equipamentos dos sistemas considerou o método da depreciação linear, admitindo somente a vida útil dos principais componentes do conjunto de instalação.

Ao final de 25 anos, consideramos que os sistemas poderão ser revendidos a um Valor Residual de Mercado igual ao Valor Residual Contábil dos sistemas naquele momento.

TAXA DE INFLAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E MÃO DE OBRA

Com base nos dados do quadro inflacionário do IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo) no período de 2000 a 2007, considerou-se a taxa de inflação adotada é de 5% ao ano para cada tipo de equipamento utilizado ou serviço de mão-de-obra prestado.

Vale ressaltar que em nível mundial, o uso da energia solar fotovoltaica está avançado e em pleno crescimento, principalmente nos países desenvolvidos, nos quais há fortes incentivos financeiros, tanto para a instalação de sistemas fotovoltaicos quanto para o desenvolvimento científico, tecnológico e para a divulgação desta tecnologia. Desde 2003 a indústria de módulos fotovoltaicos vem crescendo a taxas de 40% a 69% ao ano, sendo a forma de produção de energia elétrica que mais cresce no mundo. Por exemplo, em 2007 a produção mundial foi de 4.279 MW em módulos fotovoltaicos, equivalente a praticamente 1/3 da potência de Itaipu, a maior usina hidroelétrica brasileira (PUC-RS, 2008).

O gráfico da Ilustração 6 mostra que os custos dos módulos fotovoltaicos têm reduzido nos últimos anos a uma taxa média de aproximadamente 5% ao ano. O preço dos controladores de carga e inversores para arranjo fotovoltaico também tem reduzido um pouco nos últimos anos.

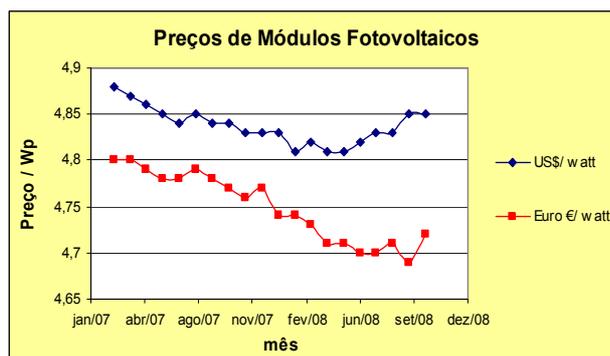


Fig. 6 – Evolução de Preços de Módulos Fotovoltaicos

Fonte: SOLARBUZZ, 2008

Diante dessa realidade e para fins deste estudo, é considerada a taxa média de 5% ao ano de redução dos custos dos módulos fotovoltaicos, a taxa média de 2% ao ano de redução dos custos dos inversores para arranjo fotovoltaico e controladores de carga.

ESTIMATIVA DE CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Os custos de operação e manutenção, foram estimados a partir de algumas variáveis quantitativas e qualitativas: **a acessibilidade** que influencia nos custos de transporte de materiais para realizar o serviço de manutenção, **a complexidade da gestão** que influencia nos custos para o gerenciamento dos materiais e dos serviços de manutenção, **a limitação dos sistemas**, **a robustez dos equipamentos e materiais**, **a extensão da rede** e **a qualificação necessária de mão-de-obra** que influenciam no número de intervenções corretivas e preventivas nos sistemas.

ESTIMATIVA DE CUSTOS DE REINVESTIMENTO

Os custos de reinvestimento, ou de campanha de troca, compreendem os custos de novos materiais e os custos inerentes aos serviços de transporte, substituição e instalação destes novos materiais. Esses valores se diferem a cada ano e a cada opção de atendimento considerada.

Essas campanhas de troca devem ser otimizadas de modo que a viagem e o serviço de substituição contemplem o maior número de clientes e o maior número de componentes possível.

ESTIMATIVA DE RECEITA OPERACIONAL

Considerando que o consumo residencial inicial será da ordem de 10kWh e tendo em vista que os moradores não disporão de aparelhos eletrodomésticos imediatamente, estima-se que o consumo irá aumentar gradativamente, estabilizando-se em cerca de 45 kWh, o que é a energia residencial demandada num horizonte acima de 7 anos e também é o limite de fornecimento de energia dos sistemas fotovoltaicos estudados. Assim, não se considerou a necessidade de reinvestimento para aumento do porte dos sistemas, no período estudado,.

Com base no IGP-M (Índice Geral de Preços – Mercado) dos últimos 5 anos, adotou-se o valor de 5% ao ano para o aumento da tarifa de energia elétrica. Para a estimativa da receita operacional considera-se ainda um percentual de inadimplência de 4%.

ESTIMATIVA DE RECEITA NÃO OPERACIONAL

Considerando que para o atendimento por extensão de rede a concessionária de distribuição terá um custo adicional para a aquisição da energia, no presente estudo, este valor entrará como receita não operacional por custo evitado, para as opções com geração local através de sistemas fotovoltaicos.

Para o cálculo dessa receita não operacional, considerou este valor de R\$ 190/MWh como custo de compra de energia na região e adotou a taxa de aumento dos custos de energia elétrica pelo IGP-M de 5% ao ano.

CONDIÇÕES DE FINANCIAMENTO

Para efeito de análise econômica e financeira, o projeto poderá ser financiado segundo as condições do atual programa de eletrificação rural.

No âmbito deste no Estado do Pará, 65% dos recursos financeiros são provenientes da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), recurso a fundo perdido, 10% dos recursos são do Governo Estadual, 15% são recursos próprios da empresa distribuidora e 10% dos recursos são provenientes da Reserva Global de Reversão (RGR), sendo financiado pelas seguintes condições do programa: carência de 2 anos, amortização de 10 anos e juros de 5% ao ano.

5. PROJEÇÃO FINANCEIRA

De posse às considerações técnicas e econômicas adotadas, é possível projetar financeiramente os fluxos de caixa das três opções tecnológicas de atendimento das ilhas de Araras para futura análise da viabilidade financeira.

Para avaliação financeira dessas opções de atendimento é necessário, primeiramente, verificar se o projeto será ou não viável, independentemente das condições de financiamento. Essa é uma análise sob o ponto de vista da empresa e avalia o fluxo de caixa global, onde não se consideram as despesas financeiras nem as amortizações a serem realizadas devido a empréstimos de terceiros. Posteriormente é necessário verificar a viabilidade do projeto sob o ponto de vista dos acionistas, avaliando o fluxo de caixa ao capital próprio, onde se consideram as despesas financeiras e as amortizações.

Observa-se no fluxo de caixa global apresentado Ilustração 7 que não se levam em consideração os juros e amortizações pagas devido ao financiamento. É o resultado sob o ponto de vista da empresa para seus credores e acionistas. Já no fluxo de caixa ao capital próprio na Ilustração 8, as despesas financeiras e as amortizações são consideradas e reduzem o fluxo de caixa para o acionista. Entretanto, o investimento inicial do acionista se reduz. Vale acrescentar que os subsídios do programa de eletrificação rural a fundo perdido contribuem significativamente na redução do investimento inicial.

Nestes gráficos da Ilustração 7 e Ilustração 8, resultados da opção de atendimento por extensão de rede, percebe-se o alto valor de investimento inicial e a particularidade de ter, dentro dos 25 anos de período financeiro, um único momento de reinvestimento.

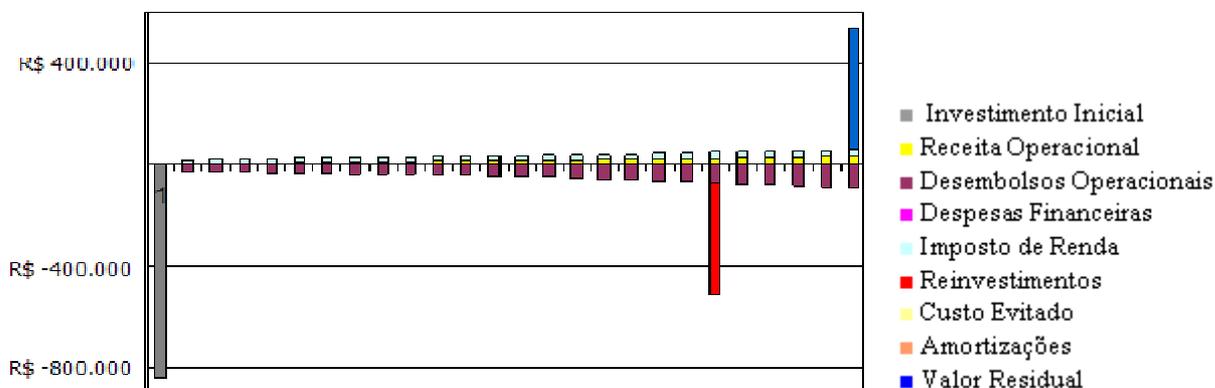


Fig. 7 – Fluxo de caixa Global para Extensão de Rede

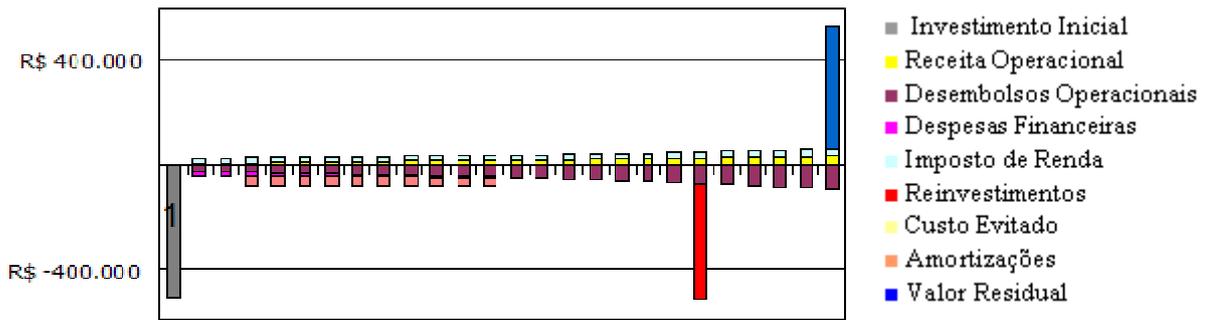


Fig. 8 – Fluxo de caixa ao Capital Próprio para Extensão de Rede

Já no gráfico da opção de atendimento por SFD, Ilustração 9, percebe-se um menor valor de investimento inicial sob o ponto de vista do acionista, porém a necessidade de reinvestimento são maiores, ocasionando significativos valores no fluxo de caixa.

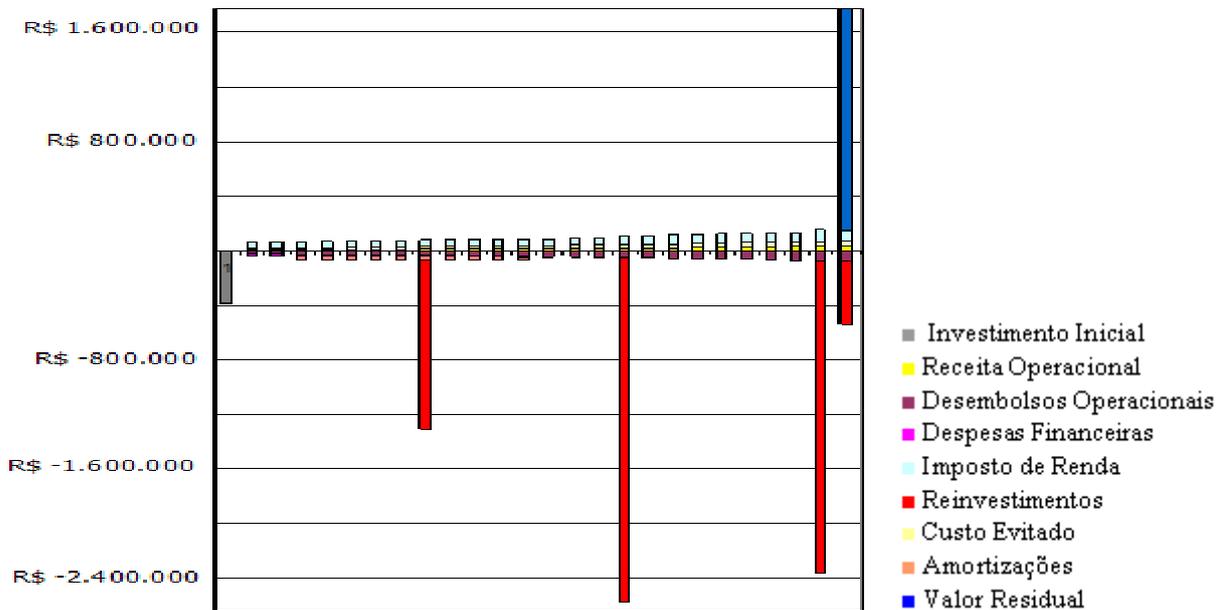


Fig. 9 – Fluxo de caixa ao Capital Próprio para SFD

Comparativamente a essas opções de atendimento, o atendimento por centrais fotovoltaicas apresenta um menor valor de investimento inicial e em geral os custos operacionais são menores. A necessidade de reinvestimento, apesar de ser maior que nos outros projetos, apresenta montantes menores ao longo do período financeiro considerado.

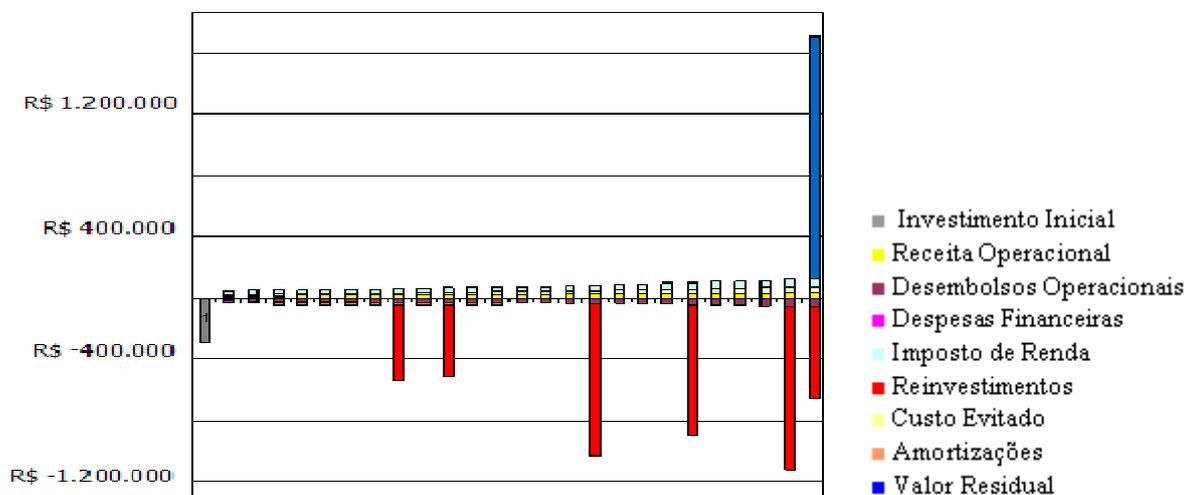


Fig. 10 – Fluxo de caixa ao Capital Próprio para Minirrede

Os projetos considerados no presente estudo apresentam custos que somados aos custos atuais da empresa, contribuirão para reduzir o lucro tributável. A carga de depreciação anual também contribuirá para essa redução. Conseqüentemente, essa redução do lucro tributável ocasionará um menor imposto de renda devido e isto apresenta o mesmo significado de um recebimento adicional decorrente do projeto. Por isso que, isoladamente, estes projetos sociais considerados possuem lucro tributável negativo e imposto de renda positivo, como ilustrados nos gráficos de fluxo de caixa apresentados acima.

6. AVALIAÇÃO FINANCEIRA

A avaliação de um ativo é muito importante, pois auxiliará qualquer investidor a tomar uma decisão. A compra de um ativo por um valor superior ou inferior ao aceito no mercado fatalmente implicará em prejuízo ou lucro ao investidor.

ANÁLISE DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO

O cálculo do VPL para os três projetos de eletrificação rural apresentou os seguintes resultados:

Tab. 2: VPL das Opções de Atendimento

SISTEMA	Sob o Ponto de Vista da Empresa [R\$]	Sob o Ponto de Vista do Acionista [R\$]
	Sem financiamento do Programa de Eletrificação Rural	Com financiamento do Programa de Eletrificação Rural
SFD	-1.342.916,18	-949.332,99
Extensão de Rede	-956.128,00	-767.132,68
Central Fotovoltaica	-888.339,80	-630.804,85

Fonte: elaborada pelo autor

Todos os projetos possuem VPL negativo. Os projetos sob as condições de financiamento apresentam melhores resultados em razão das condições favoráveis de pagamento, além de possibilitar um desembolso parcelado ao investidor.

Como nenhum dos projetos possui VPL positivo, a princípio estes projetos seriam recusados, mas posteriormente eles podem ser aceitos se forem tratados como projetos pioneiros e de cunho altamente social. E projetos de eletrificação rural com tecnologia fotovoltaica são projetos com estas características, além também de apresentarem benefícios ambientais. Desta forma, estes projetos são aceitos desde que estejam alinhados com a estratégia da empresa.

Para confirmar se um projeto é melhor do que o outro faz-se necessário calcular o fluxo incremental dos projetos dois a dois e analisar o valor presente líquido. Assim, tem-se:

Tab. 3: VPL dos Fluxos Incrementais

FLUXO INCREMENTAL	Sob o Ponto de Vista da Empresa [R\$]	Sob o Ponto de Vista do Acionista [R\$]
	Sem financiamento do Programa de Eletrificação Rural	Com financiamento do Programa de Eletrificação Rural
Central - SFD	454.576,38	318.528,14
SFD - Rede	-386.788,17	-182.200,31
Central - Rede	67.788,21	136.327,83

Fonte: elaborada pelo autor

Diante desses resultados visualiza-se, financeiramente, que a opção tecnológica de atendimento por centrais fotovoltaicas é a mais atrativa sob qualquer ponto de vista. Na comparação entre as opções SFD e extensão de rede, a opção de atendimento por extensão de rede é mais atrativa.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade consiste em verificar a elasticidade dos resultados do projeto à variação de seus fatores críticos e na avaliação de projetos mutuamente excludentes, o decisor pode escolher aquele projeto cuja atratividade resiste mais a tais variações, uma vez que ele sinaliza menos risco (BORDEAUX-RÊGO, 2006).

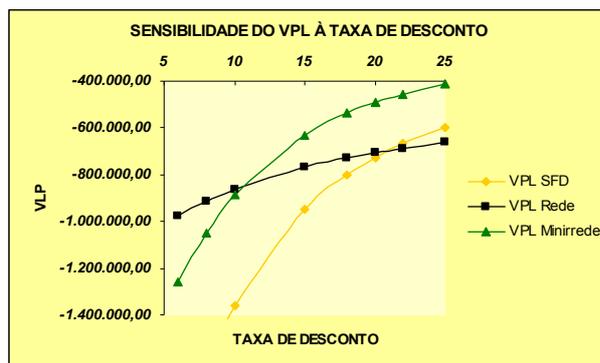


Fig. 11 – Sensibilidade do VPL à Taxa de Desconto, sob o ponto de vista do acionista

Todas as opções de projeto de atendimento elétrico são sensíveis à taxa de desconto, observa-se na Ilustração 11 que a curva é bastante inclinada para baixos valores de taxa de desconto. Vale notar que para taxa de desconto acima de 11% ao ano, o projeto de atendimento por centrais fotovoltaicas apresenta um melhor resultado e para taxa de desconto acima de 22% ao ano o projeto de atendimento por SFD apresenta um melhor resultado que o projeto de atendimento por extensão de rede. Para taxa de desconto abaixo de 11% ao ano, o projeto de atendimento por extensão de rede apresenta melhores resultados que o projeto com centrais fotovoltaicas, pois com a diminuição da taxa de desconto tornam-se mais significativos os fluxos de caixa em relação ao investimento inicial.

As sensibilidades dos projetos de atendimento utilizando tecnologia fotovoltaica são maiores, pois possuem coeficientes de variação bem superiores ao coeficiente do projeto de atendimento por extensão de rede.

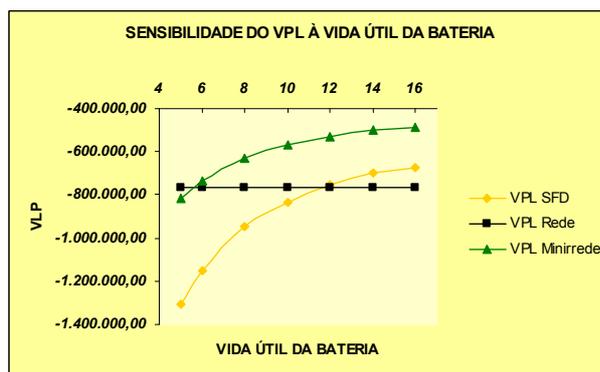


Fig. 12 – Sensibilidade do VPL à Vida Útil da Bateria, sob o ponto de vista do acionista

A análise em relação à vida útil da bateria é interessante. A bateria é o componente do sistema de atendimento por SFD ou por centrais fotovoltaicas com a menor vida útil, por isso é um equipamento que tem uma influência significativa nos custos inerentes aos reinvestimentos. O gráfico da Ilustração 12 mostra a sensibilidade do VPL à vida útil da bateria e a opção de atendimento por centrais fotovoltaicas é quase sempre a mais atrativa. Porém, percebe-se que se a bateria apresentar, na prática, uma vida útil menor que 6 anos, o projeto de atendimento por extensão de rede poderá se tornar mais atraente. Se a bateria apresentar uma vida útil maior que 12 anos, o atendimento por SFD se tornará mais atraente que a opção de atendimento por extensão de rede.

7. COMENTÁRIOS FINAIS

O objetivo deste estudo consistiu em analisar a viabilidade financeira das opções de eletrificação de um vilarejo rural em ilhas paraenses, avaliando a utilização de sistemas solares fotovoltaicos individuais e coletivos, confrontando-os com a possibilidade de estender a rede de distribuição. Dentre as principais conclusões resultantes desse estudo, pode-se destacar os seguintes pontos.

⇒ Dentre as opções de atendimento elétrico consideradas, a opção de atendimento por centrais fotovoltaicas é a mais atrativa tanto sob o ponto de vista da empresa como sob o ponto de vista dos acionistas quando comparada às demais.

- ⇒ Todas as opções de atendimento elétrico rural apresentaram VPL negativo, entretanto, não são projetos que devem ser rejeitados de imediato, dada a sua conotação e interesse social. Trata-se de um vetor de desenvolvimento regional na medida que propicia melhoria dos indicadores sócio-econômicos como educação e saúde e emprego e renda. Além disso, esses projetos são pioneiros quando se trata da tecnologia fotovoltaica. Ambientalmente, esses projetos com tecnologia fotovoltaica também ganham força por usar fontes renováveis de energia, evitando o consumo de combustíveis fósseis. Portanto, o projeto pode ser aceito desde que alinhado com a estratégia da empresa.
- ⇒ Adicionalmente, os projetos têm força política uma vez que as concessionárias de distribuição são obrigadas, a atender todos os moradores em sua área de concessão, pela lei da universalização dos serviços públicos de energia elétrica (Lei 10.438/2002).
- ⇒ Pela análise de sensibilidade verificou-se que as opções de atendimento elétrico são sensíveis à taxa de desconto e à vida útil da bateria.

Vale ressaltar que os parâmetros econômicos considerados no estudo foram estimados com objetivo de chegar o mais próximo da realidade, mas valores como os de taxa de juros e inflação poderão sofrer variações significativas, dependendo das condições econômicas encontradas na época de implementação do projeto.

O desequilíbrio financeiro para atendimento de moradores no meio rural irá sempre existir a menos que haja aprimoramento da regulamentação e, principalmente, criação de mecanismos e programas que propiciem condições de atendimento à zona rural, quer seja por meio de subsídios e incentivos, quer seja por meio de estratégias de desenvolvimento local. E isto cabe ao Estado, através de suas instâncias de poder e tomada de decisão.

Mundialmente, o uso da energia solar fotovoltaica está avançado e em pleno crescimento, e a indústria de módulos fotovoltaicos é a forma de produção de energia elétrica que mais cresce. No Brasil, há perspectivas de investimentos na produção de células solares, entrando no crescente mercado de energia renovável. O bom é que, com mais empresas entrando no mercado de painéis solares, a concorrência tende a fazer com que os preços caiam.

Diante desse cenário e aliado à obrigatoriedade da universalização dos serviços de energia elétrica, estudos de viabilidade financeira podem auxiliar as concessionárias de energia elétrica no aprimoramento de técnicas de avaliação de investimentos realizados em programas de eletrificação rural.

REFERÊNCIAS

Leis e Regulamentos

- BRASIL. Decreto nº 4.873, de 11 de novembro de 2003. Institui o Programa de Universalização do Uso e Acesso Energida Elétrica. ANEEL, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 28 jan. 2008.
- BRASIL. Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica. ANEEL, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 28 jan. 2008.

Livros

- BORDEAUX-RÊGO, Ricardo; PAULO, Goret; SPRITZER, Ilda; ZOTES, Luis Pérez. Viabilidade econômico-financeira de projetos. Edição: FGV. Local: Rio de Janeiro, 2006.
- ELETROBRAS. Energia e Desenvolvimento: uma análise empírica da eletrificação rural no Estado do Pará. Edição: CEPEL, ELETROBRAS. Local: Rio de Janeiro, 2007.
- GOUVELLO, Christophe; MAIGNE, Yves. Eletrificação Rural Descentralizada: uma oportunidade para a humanidade, técnicas para o planeta. Edição: CRESESB – CEPEL. Local: Rio de Janeiro, 2003.
- MELO, Luiz Martins de; PSZCZOL, Michel. Análise Financeira de Projetos. Edição: Instituto de Economia, UFRJ. Local: Rio de Janeiro, 2005.
- ROSS, Stephen; WESTERFIELD, Randolph; JAFFE, Jeffrey. Administração Financeira: Corporate Finance. Edição: Atlas S.A. Local: São Paulo, 2002.

Páginas na Internet

- ANEEL. Universalização no Brasil, 2008. Disponível em: <http://universalizacao.aneel.gov.br/UNI_Posicao_Brasil_universal.asp>. Acesso em: 05 ago. 2008.
- ANEEL. Segunda Revisão Tarifária Periódica da Centrais Elétricas do Pará S.A. - Celpa, julho de 2007. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2007/026/apresentacao/aneel_alexandre_vasconcelos.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2008.
- ELETROBRAS. Programa de Universalização do Uso e Acesso Energida Elétrica, 2008. Disponível em: <<http://www.eletrabras.com.br/elb/portal/data/Pages/LUMIS32AB99AAPTBRIE.htm>>. Acesso em: 28 jan. 2008.
- GRUPO REDE. Consulta a Tarifas: CELPA. Disponível em: <<http://www.gruporede.com.br/celpa>>. Acesso em: 17 out. 2008.
- IBGE. Índices de Inflação, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>. Acesso em: 27 set. 2008.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Programa Luz Para Todos, 2008. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programs_display.do?chn=682>. Acesso em: 28 jan. 2008.
- SMA. Produtos SMA, 2008. Disponível em: <<http://www.sma.de>>. Acesso em: jun. 2008.

SOLARBUZZ. Solar Module Price Highlights: October 2008. Disponível em:
<<http://www.solarbuzz.com/moduleprices.htm>>. Acesso em: 17 out. 2008.

FINANCIAL FEASIBILITY STUDY OF USING FV TECHNOLOGY FOR RURAL ELETRIFICATION IN SMALL ISLANDS OF PARÁ STATE (BRAZIL)

Abstract. *In universalization of the electrical energy services, forcing the utilities electrify every households in their areas, hundreds of thousands of the dwellings in the rural area was benefited for rural electrification programs, through the expanse of the energy distribution grid. However, for many dwellings located in isolated areas, like in the north of the Brazil, this kind of the electrification makes the investment costs be very expensive and becomes a critical factor in the universalization process. This setting promoted the alternative electrification with a local energy production, reducing the initial investment costs because it does not have the energy transmission costs. So, the utilities has been studied energy renewable resources (ERR), in special the solar photovoltaic off grid systems, like options for the isolated households electrification. The objective of this study is to analysis the financial feasibility of the electrification options in a rural village located in Para's islands, evaluating the utilization of the individual and collective solar photovoltaic off grid systems, comparing with the conventional electrification systems, like the expanse of the distribution grid. The results of the study indicates the collective solar photovoltaic off grid systems as the most attractive option amongst the others and, in spite of the net present value is negative, the projects could be accepted because they are pioneer projects and social projects.*

Key words: *Rural Electrification, Renewable Energy, and Financial Feasibility*