

ANALISE DA VIABILIDADE ECONOMICA EM UM SISTEMA HÍBRIDO SOLAR-EÓLICO NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA UMA COMUNIDADE ISOLADA E QUILOMBOLA DO JALAPÃO-TO

Joel Carlos Zukowski Jr – zukowski@webmail.ulbra-to.br

Weder Ferreira dos Santos – wedereira@yahoo.com.br

Centro Universitário Luterano de Palmas, Departamento de Engenharia Agrícola.

Resumo. Com o aumento da demanda energética nos diversos setores de produção, a busca por fontes renováveis de energia que não causem impactos ambientais vem se tornando cada vez mais importante. Dentre os fatores importantes na tomada de decisão entre instalar sistemas de geração com fontes renováveis ou diesel e levar a rede de distribuição até as comunidades isoladas deve-se considerar a viabilidade econômica de cada opção. Neste trabalho é analisado o caso do sistema de geração de energia elétrica híbrido solar-eólico instalado em uma comunidade isolada no Jalapão-TO. Foram analisados três cenários: 1-recuperação do capital com Taxa Mínima de Atratividade=6%a.a., 2-Recuperação do capital com TMA=0 e 3-sem recuperação do capital. Em todos os casos foram considerados os custos de O&M. A receita foi computada a partir das possibilidades de produção na oficina comunitária onde foi disponibilizada a energia elétrica. Os resultados mostraram que esta tecnologia é viável economicamente desde que a energia gerada seja utilizada para o processo produtivo. Mostrou-se, ainda, que o cenário 3 é mais interessante para a comunidade porque a contribuição por família é somente 8% da renda familiar.

Palavras-chave: Comunidades isoladas. Viabilidade econômica. Fontes renováveis de energia

1. INTRODUÇÃO

Segundo (GALHARDO, 2004), o sistema eólico-solar têm como principais vantagens: a simplicidade de instalação, a facilidade da expansão, o elevado grau de confiabilidade, a pouca necessidade de manutenção, além de ser um sistema silencioso, não poluente e a fonte renovável é inesgotável. A orientação quando a sistema renovável é instalado, é para economizar energia utilizando equipamentos mais econômicos (geralmente cargas não-lineares) que executam a mesma função, quando comparados com outros de maior consumo, tendo em vista as limitações do sistema de geração em função da intermitência da fonte primária (sol e vento, por exemplo). É imprescindível para o aumento da confiabilidade do sistema e diminuição dos seus custos de implantação. Porém, muitas das medidas de conservação, apesar de serem atrativas, se não forem estudadas e implementadas de forma conveniente, podem resultar em vários problemas relacionados à qualidade da energia elétrica.

As conquistas tecnológicas relacionadas ao setor agrícola estão diretamente relacionadas a alguma forma de energia, dentre elas, as mais comuns são a energia elétrica e os derivados de petróleo (KOLLING, 2001). Segundo (SANTOS & ZUKOWSKI, 2007) o adequado planejamento dos recursos é fator primordial na instalação de sistemas de geração de energia elétrica. A energia hidrelétrica é proveniente de uma fonte renovável de energia e é responsável por aproximadamente de 80% de toda eletricidade consumida no Brasil, seguida pelo etanol um derivado da cana-de-açúcar que pode ser utilizado puro ou misturado à gasolina (derivado do petróleo) para substituí-la (SOUZA et al., 2004).

No Brasil, os sistemas eólico-solares estão mais presentes nas aplicações para atendimento comunitário; isso se deve a programas governamentais como o PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios), que apóia o uso da eletrificação rural para aplicações comunitárias. Por meio desse programa, já foram instalados milhares de sistemas fotovoltaicos para eletrificação de prédios em lugares isolados, como escolas, postos de saúde, centros comunitários, etc. (GOUVELLO e MAIGNE, 2003).

Apesar de já utilizar algumas fontes renováveis de energia, exceto a hidrelétrica, estas ainda são pouco exploradas, por exemplo, a energia solar, energia eólica e a biomassa. Sabe-se que os custos da geração fotovoltaica são bastante elevados em relação a outras tecnologias de geração elétrica. A geração elétrica a partir da energia eólica tem crescido em termos mundiais, principalmente por se tratar de uma energia limpa e barata. Alguns países têm realizados grandes investimentos em geração eólica, donde se destacam as fazendas eólicas existentes nos EUA, Dinamarca, Holanda, Alemanha e Suécia, dentre outros. As tecnologias desenvolvidas para o uso da biomassa podem empregar, dentre outros, a madeira, a cana-de-açúcar, refugos da agricultura e produtos da floresta, segundo (PARENTE, 2008). Em comunidades isoladas como no caso do parque estadual do Jalapão pode se empregar duas alternativas de geração (eólica-solar) se destacam para o suprimento dessas áreas (BARBOSA et al, 2004):

- Geração diesel-elétrica – hoje o mais significativo vetor da matriz energética regional em sistemas isolados, porém com elevado custo operacional (compra, transporte e distribuição do óleo diesel), baixa qualidade no serviço prestado e forte emissor gases de efeito estufa (GEE), comprovadamente danosos ao meio ambiente.

Geração com fontes renováveis – alternativa promissora, especialmente na Região Norte, emprega as fontes de energia que estão em processo natural e contínuo de renovação na natureza, como a solar, a eólica, a hidráulica biomassa encontrada nas áreas de abrangência dessas pequenas vilas, que, dependendo das diversas tecnologias de conversão, poderão ser utilizadas, conjugadas ou não, para geração de eletricidade.

Neste contexto, os sistemas de eletrificação do tipo híbrido, definidos como aqueles que utilizam mais de uma fonte primária de energia para gerar e distribuir eletricidade de forma otimizada e confiável, e com custo mínimo, dada a capacidade de uma fonte suprir a ausência momentânea da outra (McGOWAN e MANWELL, 1999; WICHERT, 1997), apresentam-se como uma forma importante do uso das energias renováveis para o atendimento descentralizado dessas pequenas demandas através de mini-redes de distribuição.

As comunidades rurais isoladas não têm acesso à energia hidrelétrica devido ao custo da distribuição e as dificuldades territoriais. Como alternativa pode-se adotar sistemas isolados de geração de energia que, normalmente, adotam fontes renováveis do tipo solar, eólica ou a combustão interna (diesel). Outra opção seria a utilização da biomassa. Esta tecnologia ainda não está bem difundida no Brasil. Dentre os fatores de decisão na implantação de uma ou outra tecnologia deve-se considerar a viabilidade técnica e a econômica. A energia solar e a eólica já estão bem consolidadas. É necessário, porém, verificar a viabilidade econômica usando indicadores de mercado. Grandezas como VPL (valor presente líquido), TIR (taxa interna de retorno), Payback, associados a uma TMA (taxa mínima de atratividade) são parâmetros que podem determinar se um investimento é viável ou não. Este trabalho tem como finalidade analisar o caso de um sistema híbrido, solar-eólico, instalado em uma comunidade isolada do Jalapão, município de Mateiros, estado do Tocantins, considerando que este sistema está dentro do programa Luz para Todos e recebeu apoio do MME (Ministério de Minas e Energia) e MCT-CNPq (Ministérios de Ciência e Tecnologia/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). O investimento poderá ser recuperado ou considerado a fundo perdido. Entende-se por retorno de investimento o benefício esperado ou exigido e que deve remunerar os investimentos efetuados (KASSAI, 2000).

2. MATERIAIS E MÉTODOS:

Para analisar da viabilidade econômica, considerou o cronograma físico-financeiro aprovado pelo CNPq num valor de R\$ 307.188,20 reais, utilizou o método proposto por (KASSAI, 2000), que se trata da análise de retorno de investimento utilizando ferramentas como o VPL, a TIR e o payback. Um sistema híbrido solar-eólico foi instalado em uma comunidade isolada do Jalapão-TO, composto por três turbinas eólicas com capacidade nominal de 1kW cada, 48 painéis solares de 70Wp. Para armazenamento de energia foi instalado um banco de 32 baterias estacionárias de 150 A/h cada. O sistema em corrente contínua opera em 48V e em corrente alternada opera em 220V. A energia elétrica está sendo utilizada exclusivamente para o processo produtivo, principalmente artesanato de Capim Dourado e farinha de mandioca. Para viabilizar este processo, além de energia elétrica é necessária água potável. Foi instalado um sistema de bombeamento a energia fotovoltaica que utiliza quatro painéis solares com capacidade para bombear 1500l/h. Os equipamentos para uma casa de farinha, com máquina de ralar mandioca e forno rotativo e prensa manual, foram disponibilizados com recursos do projeto. Um levantamento das possibilidades de aproveitamento de recursos locais foi feito e discutido com a comunidade com a finalidade de disponibilizar um calendário de produtos a serem processados na oficina comunitária ao longo do ano. Foram propostos 3 cenários para avaliação de viabilidade econômica do sistema: 1- recuperação do investimento com TMA = 6% a.a. e custos de O & M (Operação e Manutenção); 2- recuperação do investimento com TMA = 0% e custos de O & M e 3 - sem recuperação de capital, somente custo de O & M. Para tanto se levantou a capacidade de produção da comunidade na oficina comunitária. A vida útil do projeto nos três casos foi considerada para 30 anos. Energia elétrica de boa qualidade é aquela que garante o funcionamento adequado, contínuo e seguro dos equipamentos elétricos e processos associados (GARCEZ, 2000). Os problemas de qualidade de energia dependem essencialmente da sensibilidade e da vulnerabilidade dos equipamentos envolvidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Segundo (CALLE, 2005) a sustentabilidade de sistemas produtivos seja para produção de energia através da biomassa, sejam outras fontes, é primordial para garantir o sucesso de qualquer empreendimento deste tipo. A comunidade tem uma população de 246 pessoas em 54 residências todos produtores rurais e artesãos, esta tem, hoje, condições de arcar com os custos do serviço desde que utilize a oficina para seus trabalhos e revenda no mercado os produtos. A tabela 1 mostra as possibilidades de utilização da oficina para a produção. Os valores apresentados são os praticados hoje para a venda aos turistas e nas cidades circunvizinhas A renda média da comunidade é cerca de R\$ 200,00/mês por família sem a produção dos itens apresentados na tabela 1 na oficina comunitária.

Tabela 1. Produtos de plantio e extrativismo possíveis de serem processados na oficina comunitária.

Material	Unidade	Preço (R\$)	Capacidade mínima de produção anual (kg)	Total (R\$)
Farinha	kg	5,00	200	1.000,00
Óleo de Piaçava	litro	20,00	20	400,00
Doce Buriti	quadro	4,00	50	200,00
Artesanato Capim Dourado	peça	10,00	100	1.000,00
Polpa de Manga	kg	10,00	100	1.000,00
Pequi in natura	saco	20,00	100	2.000,00
Doce pequi	quadro	4,00	30	120,00
Farinha de jatobá	kg	5,00	30	150,00
Artesanato jatobá	peça	5,00	10	50,00
Doce de caju	quadro	5,00	50	250,00
Castanha de caju	kg	20,00	30	600,00
Granulado de castanha do caju	kg	5,00	20	100,00
Farinha de castanha de caju	kg	3,00	20	60,00
Óleo de buriti	litro	10,00	30	300,00
Geléia de Cagaita	pote 300g	5,00	10	50,00
Doce de manga	pote 300g	5,00	30	150,00
TOTAL				7.430,00

Considerando que o potencial produtivo apresentado na tabela 1 é válido para cada família, a renda anual destas famílias terá um aumento médio de R\$ 600,00. Portanto as famílias terão capacidade de arcar com os custos de O & M do sistema e, ainda, fazer um fundo de reserva para eventuais sinistros. O projeto foi instalado com verba de pesquisa do CNPq e MME. Os resultados para os três cenários estão apresentados na tabela 2. Para os três casos considerou-se o VPL nulo.

Tabela 2. Cenários e resultados da análise de viabilidade econômica.

PARÂMETROS DE ANÁLISE	CENÁRIOS		
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
TMA	6,0%	0,0%	0,0%
VPL	0	0	0
Recuperando capital investido	Sim	sim	Não
Payback (anos)	14	8	20
Custo energia (R\$/kWh)	2,22	1,45	0,80
Contribuição por família (R\$/mês)	177,98	116,82	64,95

As figuras 1, 2 e 3 mostram os resultados obtidos destes cenários. Da tabela 2 e da figura 1, pode-se verificar que o custo mensal de O & M é aproximadamente 21% da renda familiar. Apesar de extremamente alto, considerando que as famílias poderão ter um acréscimo de renda substancial, este valor ainda está dentro da faixa de possibilidade de pagamento destas famílias, já que elas não arcam com outros custos fixos. Estes valores consideram um retorno de investimento de 6% a.a. Além disso, o custo do kWh é muito mais alto que dos demais cenários. No segundo cenário verifica-se que o custo da energia é menor, pois não se considera recuperação de capital, no entanto os valores de contribuição por família ainda são significativos (aproximadamente 13% da renda familiar) Este valor não difere muito dos valores praticados na cidade. O custo de energia elétrica de uma casa de classe média, em Palmas – TO, representa cerca de 10% da renda familiar. O caso 3 mostrou-se mais interessante economicamente, no entanto o fundo de reserva para eventuais sinistros foi considerado 5% do custo de O & M. Neste caso a contribuição por família representa cerca de 8% da renda familiar.

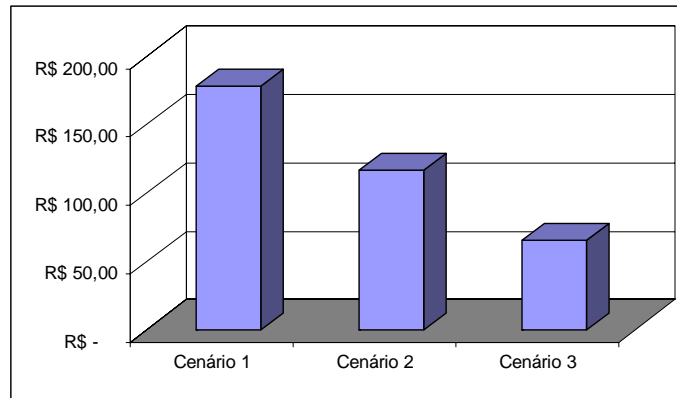


Figura 1. Contribuição mensal por família para os custos de O & M nos três cenários.

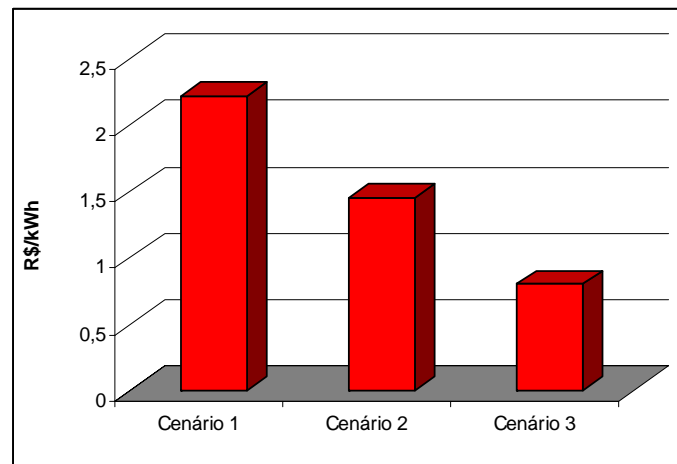


Figura 2. Custo da energia nos três cenários.

Como se pode ver na figura 2, o custo da energia cai acentuadamente em função da não recuperação do capital investido e da minimização dos custos de O & M, a serem repassados ao usuário. Neste caso, para o tipo de comunidade atendida o cenário três é o mais interessante, pois o investimento inicial é feito pelo governo federal. As comunidades terão, somente, que arcar com os custos de O & M e de substituição de equipamentos num período bastante longo.

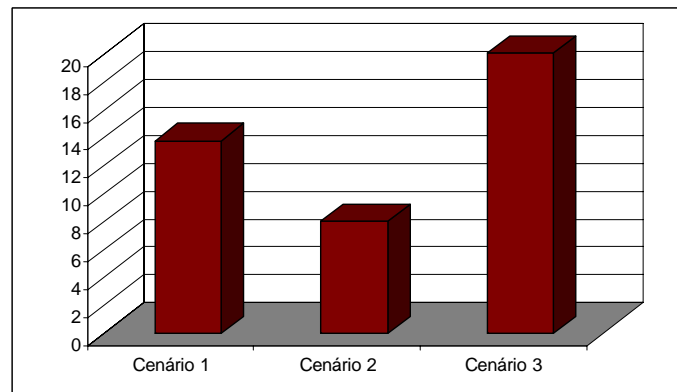


Figura 3. Payback para os três cenários.

A figura 3 mostra que em termos de retorno do investimento o cenário 1 é o mais interessante, pois o capital é recuperado em aproximadamente 14 anos. No segundo cenário o retorno de capital se deu em 8 anos porque não se previu rentabilidade do investimento, a TMA foi considerada nula. No cenário 3, além de TMA nula, também não se pretendeu recuperar o investimento inicial, já que este foi feito, a priori, a fundo perdido.

4. CONCLUSÕES:

Conforme se pôde verificar, a partir dos dados apresentados, a micro central instalada é viável economicamente em qualquer um dos cenários apresentados, no entanto para a comunidade é mais interessante o cenário 3 porque não obriga a comunidade a recuperar o investimento inicial feito pelo governo federal. Neste cenário a contribuição por família é menor, esta diferença de valores pode propiciar investimento em outras áreas, tais como educação, lazer e novos produtos. Apesar de menos interessante, o cenário 2 também poderia ser adotado porque a contribuição por família apresenta valores similares aos das zonas urbanas.

Agradecimentos

Parte do projeto de pesquisa aprovado pelo CNPq/ CETENERG, processo n° 504604/03-1.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, C. F. de O., Pinho J. T., Pereira, E. J. da S., Galhardo, M. A. B., do Vale, S. B. e Maranhão, W. M. de A. (2004). Situação da Geração Elétrica através de Sistemas Híbridos no Estado do Pará e Perspectivas Frente à Universalização da Energia Elétrica, AGRENER GD 2004 – 5º Encontro de Energia no Meio Rural e Geração Distribuída, Unicamp – Campinas, SP.
- CALLE, F. R., Bajay, S. V. e Rothmana, H. Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2005. 184p.
- GALHARDO, M. A. B., PINHO, J. T. (2004). Avaliação da qualidade da energia fornecida por sistemas renováveis isolados de pequeno porte, Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (GEDAE) Universidade Federal do Pará (UFPA) Belém-PA.
- Garcez, J. N.; Apostila do Curso Conservação e Qualidade de Energia; promovido pelo NESC / UFPA; agosto; 2000.
- Gouvello, C. e Maigne, Y.; Eletrificação Rural Descentralizada – Uma Oportunidade para a Humanidade, Técnicas para o Planeta; CRESESB-CEPEL; Rio de Janeiro; outubro; 2003.
- KASSAI, José Roberto. Et al. Retorno de Investimento – Abordagem Matemática e Contábil do lucro Empresarial. São Paulo: Ed. Atlas AS, 2000.
- KOLLING, E. M., Análise de um Sistema Foto voltaico de Bombeamento de Água. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2001.
- McGowan, J. G. and Manwell, J. F. (1999). Hybrid Wind/PV/Diesel System Experiences. Renewable Energy, No. 16, pp. 928-933.
- PARENTE, V. G. Proposta de criação do pequeno produtor de energia elétrica - ppe, para o atendimento de comunidades isoladas. Itajubá, fevereiro de 2008.
- SANTOS, W. F. Zukowski Junior, J. C. Geração de energia descentralizada, alternativa para comunidades Isoladas no Estado do Tocantins. In: V CONGRESSO CIENTIFICO E VII JORNADA CIENTIFICA: Pesquisa Interdisciplinar, Palmas: CEULP/ULBRA, 2007, Anais. Palmas, 2007. p 48-51.
- SOUZA, S. N. M., PEREIRA, W. C., NOGUEIRA, C. E. C., PAVAN, A. A., SORDI, A. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. Acta Scientiarum. Technology, Maringá, v.26, p.127-133, 2004.
- Wichert, B. (1997). PV-Diesel Hybrid Energy Systems for Remote Area Power Generation – A Review of Current Practice and Future Developments. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol.I, No. 3, pp. 209-228.

ANALYSIS OF ECONOMIC FEASIBILITY IN A SYSTEM IN HYBRID EÓLICO-SOLAR POWER GENERATION FOR THE ELECTRICAL FOR A COMMUNITY ISOLATED AND QUILOMBOLA THE JALAPÃO-TO

Abstract. *With the increasing of energetic demand in several production sectors, the search for renewable energy sources which do not cause negative environmental impacts has become more and more relevant. Amongst all the important factors to decide for installing isolated generation systems as renewable sources or diesel and taking the distribution network to isolated communities, it should be considered the economic viability of those benefits. This study aimed to analyse the hybrid solar-aeolian system installed in an isolated community, in Jalapão –TO. Three scenarios were analyzed: first of them, getting the capital back with MRI = 6% per year; second one, getting the capital back with MRI = 0; and third, without getting the investment back. In all the three cases, O&M costs were considered. The proceeds were calculated from the production at the community workshop, in which the electricity was available. The results indicated that this technology is economically viable if the generated energy is used for production process. It also demonstrated that the third scenario is more interesting for the community, since the contribution per family is only 8% of its incomes.*

Key words: Isolated communities, Economic viability, Renewable energy sources.