

A GERAÇÃO SOLAR E EÓLICA COMO VETOR DE DESENVOLVIMENTO SÓCIO-ECONÔMICO EM COMUNIDADES ISOLADAS NO MARANHÃO: O PROJETO DA ILHA DOS LENÇÓIS.

Sérgio H. F. de Oliveira - sergio.oliveira@ufabc.edu.br
Universidade Federal do ABC

José Gomes de Matos – gomes@dee.ufma.br

Osvaldo R. Saavedra - osvaldo@dee.ufma.br

Universidade Federal do Maranhão – Núcleo de Energias Alternativas.

3.5 – Sistemas Fotovoltaicos Autônomos e Híbridos

Resumo. *Este trabalho apresenta a proposta para a instalação de um sistema híbrido solar-eólico de geração renovável de eletricidade na ilha de Lençóis, localizada no município de Cururupu, Maranhão. São apresentados os argumentos técnicos que justificaram a escolha da topologia considerada, destacando os principais desafios enfrentados. Finalmente, discute uma proposta para a gestão financeira, operação e manutenção do sistema visando garantir a sustentabilidade da ação. A energia solar e eólica serão os principais recursos energéticos para a geração de eletricidade – serão 15 kWp no gerador fotovoltaico e três turbinas de 10 kW cada. Acumuladores eletroquímicos de eletricidade serão usados para garantir a estabilidade da rede e a continuidade do abastecimento por um período de quatro horas, ou até que a profundidade máxima de descarga das baterias chegue a 70%. Como segurança adicional, será instalado um gerador a Diesel para garantir que o serviço de atendimento elétrico não seja interrompido caso ocorram prolongados períodos sem Sol ou Vento. O projeto apresenta diferenciais técnicos, logísticos e de gestão que objetivam superar problemas identificados em experiências anteriores envolvendo o uso de energias renováveis para atendimentos a comunidades remotas.*

Palavras-chave: *Sistemas Híbridos, Energia Solar, Energia Eólica, Desenvolvimento Rural, Luz Para Todos*

1. INTRODUÇÃO

Parte significativa da população mundial não tem acesso à energia elétrica, fato que dificulta substancialmente o acesso a serviços e confortos atualmente considerados básicos e de direito de todos os cidadãos, tais como: educação, saúde, telecomunicações, lazer, segurança, etc. No Brasil, a situação não é diferente, segundo estimativas do Ministério de Minas e Energia, MME, cerca de 4 milhões de domicílios, ou mais de 12 milhões de pessoas, não têm acesso à energia elétrica. Além disso, cerca de 80% da população vive em áreas urbanas e 20% da população vive no meio rural (Poppe, 2002). Particularmente determinado pela inexistência de atividade econômica substantiva, o contexto rural brasileiro colaborou na construção desta realidade e impossibilitou a realização de investimentos em serviços e infra-estrutura básica, fato que estimula o êxodo rural e os problemas dele decorrentes.

O Estado brasileiro, com maior ou menor sucesso, vem procurando resolver essa situação com programas como o PRODEEM – PROgrama para o Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios – e, mais recentemente, o PLPT - Programa Luz Para Todos - que, além de incorporar o PRODEEM, amplia significativamente seu espectro de atendimento (ANEEL, 2003; MME, 2004). O PRODEEM previa o atendimento apenas dos centros comunitários, enquanto o PLPT expande esse compromisso para todos aqueles que queiram, mas ainda não têm acesso à energia elétrica.

A melhoria da qualidade de vida no meio rural passa pelo processo de universalização do acesso à energia elétrica e este depende da criação de nichos de mercado economicamente viáveis.

No entanto, a maioria das regiões rurais brasileiras é carente de educação, informação e recursos financeiros e se tornam impossibilitadas de estimular investimentos e criar uma estrutura produtiva endogenamente. Dessa forma, o Estado busca resolver essa dificuldade investindo em programas de governo como o PRODEEM e o PLPT.

Aprendidas as lições de iniciativas como o PRODEEM, o PLPT contempla algumas especificidades que o distinguem dos demais: determina que todas as cargas elétricas nacionais, residenciais ou não, tenham acesso à energia e sejam atendidas até determinado prazo (prazos que variam segundo a concessionária local), considera ações de eficiência energética e assume o uso da energia como um vetor de desenvolvimento local, o que se traduz na tentativa de associar um empreendimento produtivo a instalação de um sistema de geração de eletricidade. O PLPT obrigou todas as concessionárias em operação no Brasil a abastecerem eletricamente a totalidade (100%) das residências que não disponham de energia elétrica até os dias de hoje, não importando mais se as cargas estão dispersas, distantes, ou se são demasiadamente pequenas e, para além disso, sugere o uso de tecnologias renováveis de abastecimento elétrico nas localidades onde torna-se inviável o uso de soluções convencionais de abastecimento. Esta ação, ao menos em tese, servirá de estímulo ao desenvolvimento social e econômico de pequenas comunidades rurais, permitindo a fixação da população rural na região e estimulando a migração da população dos centros urbanos para regiões rurais.

A dinamização econômica do meio rural cria uma oportunidade ímpar de diversificar progressivamente da matriz de geração elétrica brasileira com recursos energéticos renováveis, visto que as tecnologias convencionais de abastecimento elétrico são inviáveis em regiões muito distantes, de difícil acesso e que frequentemente enfrentam dificuldades de ordem ambiental. Em função do acima exposto, a partir do PLPT, cria-se uma inédita necessidade de considerar o uso de sistemas renováveis de abastecimento elétrico de regiões isoladas ou demasiadamente distantes.

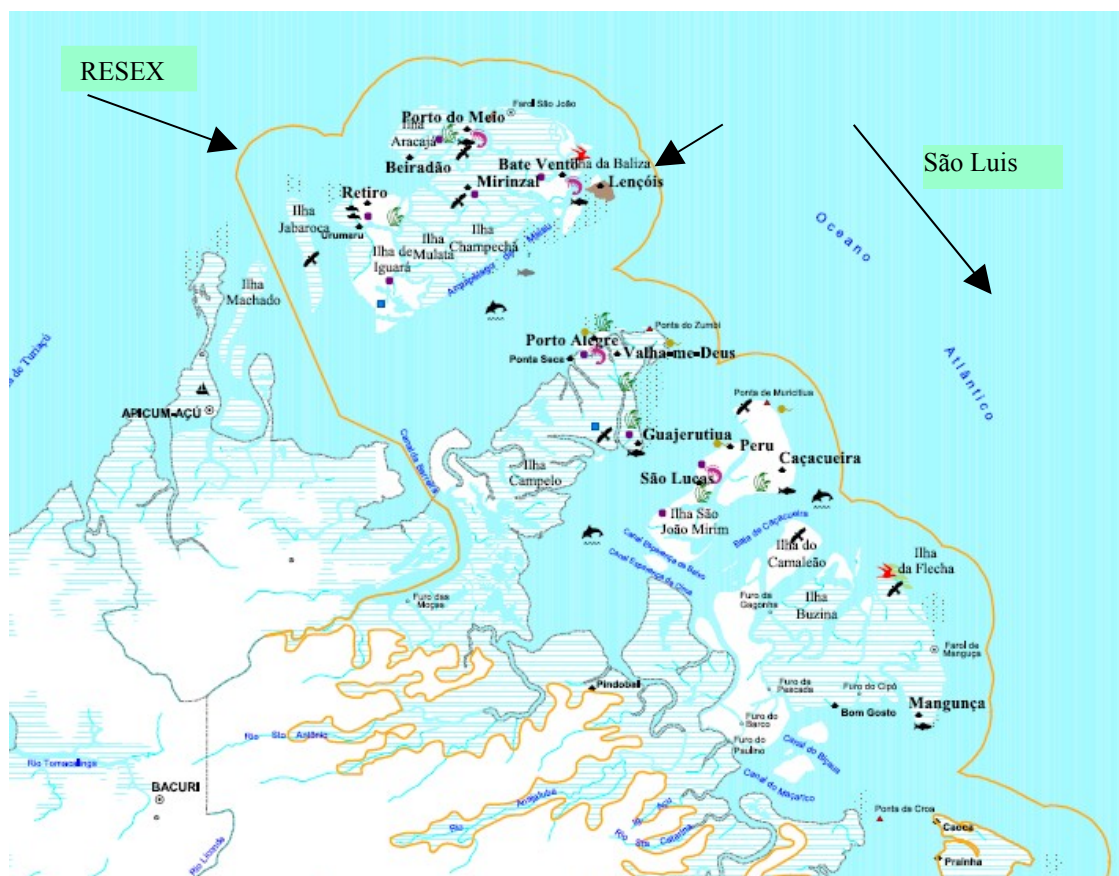
O caráter ousado e inovador do PLPT sugere sua experimentação inicial a partir de projetos piloto, onde sejam considerados aspectos e critérios passíveis de serem observados e reproduzidos. É nesse contexto que surge a proposta de implementação do projeto “*Sistema Híbrido de Geração Elétrica Sustentável para a Ilha dos Lençóis, município de Cururupu – MA*”, a ser implementado numa comunidade isolada, dispersa, com restrições ambientais, baixo consumo, pequeno poder aquisitivo e com alguma possibilidade de usar a energia disponível em um empreendimento produtivo.

2. O projeto “*Sistema Híbrido de Geração Elétrica Sustentável para a Ilha dos Lençóis, município de Cururupu – MA*”

Em função do programa federal “Luz para Todos”, todas as comunidades brasileiras terão direito a receber um atendimento elétrico confiável, contínuo e de qualidade, seja através de expansão da rede convencional de distribuição de eletricidade, seja através de tecnologias alternativas de geração elétrica. Em função dessa demanda criada, o Ministério de Minas e Energia aprovou o projeto para a energização sustentável da comunidade da ilha dos lençóis através de um sistema híbrido para servir de projeto piloto, visando ganhar experiência para que esse tipo de ação possa ser reproduzida em outras ilhas ou comunidades isoladas. O financiamento do sistema será realizado a fundo perdido pelo PLPT. No entanto, o grande desafio desse tipo de ação é garantir sua durabilidade e conseguir que o vetor energia possa agregar renda e desenvolvimento econômico à comunidade atendida. A parte fundamental dessa proposta é discutir formas de desenvolver um arranjo institucional e financeiro que garanta a manutenção e expansão futura do sistema.

O Maranhão é um estado pobre. Possui renda per capita baixa, um dos piores IDH do Brasil. Possui território extenso, baixa densidade demográfica, zona rural pobre e carente de serviços públicos básicos – pequena porcentagem de residências eletrificadas, ainda é grande o número de casas sem banheiro, água encanada e saneamento básico, para citar alguns exemplos. Alguns levantamentos do ano 2000 indicam que, em função da falta de eletricidade no meio rural, mais de

A escolha da ilha dos Lençóis, localizada no Município de Cururupu - figura 1 – foi motivada por reunir todas as condições interessantes a essa experimentação – por ser uma ilha distante do continente não será atendida pela rede convencional de distribuição de eletricidade no curto ou médio prazo; encontra-se precariamente eletrificada através de um conjunto moto-gerador a Diesel; possui baixa renda per capita, mas identifica-se um potencial econômico reprimido; está localizada numa região com alta incidência de ventos e de radiação solar; encontra-se dentro de uma reserva extrativista - RESEX.



O compromisso assumido pelo governo federal no PLPT e as restrições ambientais decorrentes do fato da ilha estar localizada dentro da RESEX de Cururupu determinam a necessidade de se considerar um sistema de geração energética de baixo impacto ao meio ambiente, um sistema que

seja sustentável, utilize recursos energéticos renováveis e não polua o meio ambiente. De fato, dentre as opções existentes, a tecnologia solar fotovoltaica e eólica são as que melhor alinham a disponibilidade de recursos energéticos e demanda local com a minimização dos impactos ambientais. Assim, considera-se que a opção pela instalação de um sistema híbrido de geração elétrica a partir dessas duas tecnologias seja a melhor opção de abastecimento energético local.

2.1 Características da comunidade de moradores da Ilha dos Lençóis

A ilha de Lençóis possui cerca de 90 construções, sendo 80 residências, 01 escola, 01 pousada, 01 igreja, 01 posto de saúde, 01 bar, 02 pequenos comércios e 02 salas de apresentações culturais (tambor de mina).

O grande desafio enfrentado na Ilha dos Lençóis foi encontrar um empreendimento produtivo que permitisse agregar renda a partir do acesso à energia. A Ilha praticamente integralmente coberta por dunas, inviabilizando qualquer possibilidade de plantio ou extrativismo.

A principal atividade econômica local é a pesca, fato que explica o forte anseio local pela aquisição e instalação de uma fábrica de gelo, um empreendimento produtivo da energia disponível capaz de tornar mais eficiente e competitiva a principal atividade econômica local. O turismo e o artesanato ainda são atividades econômicas incipientes na região sendo pouco exploradas pela comunidade local, mas que possui potencial de se transformar em uma das suas principais atividades econômicas.

Existem outras atividades econômicas possíveis de serem pensadas a partir do acesso à energia, tais como a secagem de camarão ou beneficiamento do pescado. No entanto, são atividades que demandam treinamento e conhecimento específico e, portanto, serão consideradas em projetos futuros, quando a comunidade estiver capacitada a gerir a energia gerada pelo sistema.

2.2 Demanda local identificada

Atualmente, existe um grupo gerador a Diesel, doado pela prefeitura do município, que realiza o serviço de abastecimento elétrico local de forma cara, precária e descontínua – cerca de 4 horas diárias. Os moradores são obrigados a reunir o montante necessário à compra do Diesel para abastecer os reservatórios do gerador sempre que quiserem dispor de energia elétrica. Caso haja alguma data comemorativa ou algum evento televisivo que reúna a atenção dos ilhéus, todos saem à busca de recursos adicionais para repor o Diesel adicional consumido nessas ocasiões.

O fato do PLPT determinar que o serviço energético oferecido respeite os padrões de qualidade de energia encontrados nos centros urbanos determinou a necessidade de se considerar subsistemas de segurança, no caso, um banco de baterias e um moto-gerador a Diesel (ou Biodiesel), o que permitirá a continuidade do abastecimento energético mesmo durante períodos onde não haja disponibilidade nem do recuso solar, nem do eólico. As necessidades energéticas da comunidade são resumidas na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Resumo das demandas de energia elétrica da comunidade localizada em Lençóis – Cururupu, MA

Tipo de carga	Consumo mensal em kWh	Demanda em kW
Residencial e comercial (projeção para o 10.º ano)	4.800	15
Industrial (fábrica de gelo)	2.102	10
TOTAL	6.902	25

Fonte: dados medidos e projetados para o ano 10 de operação.

A população residente é de 393 habitantes, segundo dados levantados em 03/2005. A partir de levantamento de dados na comunidade foi possível estimar que o consumo de energia elétrica da comunidade, considerando o consumo residencial e das demais cargas listadas, será de 4.134 kWh

ao mês, com uma demanda de 12,55 kW. Supondo-se uma taxa e crescimento de 1,5% ao ano, há uma projeção de que o consumo e demanda atinjam em 10 anos valores da ordem de 4.800 kWh/mês e 15 kW respectivamente (16% de crescimento acumulado em 10 anos).

Existem outras demandas energéticas na comunidade, tais como o bombeamento de água, mas não serão considerados nesse estudo. Nesse trabalho, estamos restringindo a análise ao consumo residencial, comercial e produtivo da eletricidade gerada pelo sistema híbrido proposto, posteriormente, quando o sistema entrar em operação, pretende-se implementar projetos adicionais visando cobrir as demais carências energéticas e de empreendimentos produtivos identificadas ao longo da implementação deste piloto.

2.3 Recursos energéticos considerados

A ilha de Lençóis localiza-se no litoral maranhense, próximo a linha do equador, entre os paralelos de 1° e 2° e latitude Sul e próximo do meridiano de 45° Oeste, tendo assim boas condições de vento e farta disponibilidade de radiação solar, permitindo considerar sua utilização para fins energéticos. Por isso, o projeto prevê o uso das tecnologias de geração elétrica solar fotovoltaica e eólica como fontes primeiras de energia. Para garantir o abastecimento e manter a estabilidade da rede, está previsto o uso de um banco de baterias que garanta o suprimento energético nos períodos de estiagem solar e eólica por até 4 horas. A partir desse período, caso os recursos solar e eólico não tenham sido restabelecidos, um grupo moto-gerador Diesel será acionado. Assim, busca-se cumprir a prerrogativa primeira da proposta: o abastecimento energético da comunidade com energia de qualidade, limpa e sem interrupções.

A Tabela 2 mostra as características médias mensais de radiação solar para região, enquanto que a Tabela 3 mostra as velocidades médias trimestrais do vento.

A disponibilidade de energia dos recursos energéticos considerados, além de intrinsecamente aleatório, é sazonal, conforme pode ser verificado nas Tabelas 2 e 3. Assim, conforme já mencionado acima, para que o fornecimento de energia aos consumidores seja continuamente mantido, mesmo nos períodos de baixa insolação ou baixas velocidades de vento, o sistema de geração deverá estar equipado com um subsistema de geração de segurança. No presente projeto considera-se o uso de um banco de baterias e de um gerador a diesel – o qual, possivelmente, poderá ser abastecido com Biodiesel. Assim o fornecimento de energia às unidades consumidoras não fica comprometido.

Tabela 2 – Valores médios de radiação solar para a região da Ilha de Lençóis.

Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	Jul	ago	set	out	nov	dez	Méd.
Radiação	4,29	4,26	4,06	3,91	4,49	4,82	5,39	5,95	5,79	6,00	4,98	5,10	4,92

Fonte – www.cresesb.cepel.br/sundatn.htm.

Tabela 3 – Valores médios trimestrais de velocidade do vento para a região da Ilha de Lençóis.

VELOCIDADE DO VENTO EM	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
m/S	5,75	5,75	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	7,00	7,00	5,75	5,94
MPH	12,86	12,86	11,18	11,18	11,18	13,42	13,42	13,42	15,66	15,66	15,66	12,86	13,28

Fonte - www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico_brasil/atlas-web.htm.

2.4 Dimensionamento do sistema de geração híbrido

O sistema deverá ser dimensionado para atender a carga residencial e do empreendimento produtivo, em termos de demanda de potência e consumo de energia elétrica, maximizando o uso da energia de origem solar e eólica e minimizando o uso da energia de origem fóssil (gerador a diesel).

O banco de baterias considerado será utilizado para facilitar a estabilização da tensão no barramento de corrente contínua, comum às diversas fontes existentes. Além disso, o sistema dotado de um banco de baterias permitirá a operação do sistema durante cerca de quatro horas de estiagem de sol e vento. Assim, cumpre-se a determinação inicial de maximizar o uso das fontes renováveis em detrimento dos recursos fósseis.

Considerando um horizonte de 10 anos, o sistema projetado deverá ser capaz de atender a um consumo médio mensal de 6.902 kWh e a uma demanda de 25 kW (pior caso – pico residencial mais demanda da fábrica de gelo). Assim, a configuração sugerida possui as seguintes características:

- Um subsistema de geração solar formado por cento e cinquenta módulos de 100 Wp, perfazendo um total de 15 kW_p instalados.
- Um subsistema de geração eólica, com três aerogeradores de 10 kW cada, referenciados para uma velocidade do vento de 31 mph (13,86 m/s). Para velocidades médias típicas da região, essas turbinas deverão gerar uma potência de pico entre 1,5 kW a 2 kW por turbina (4,5 kW a 6 kW para as três turbinas).
- Um banco com 110 baterias de 150 A.h, com as finalidades de suprir os picos de demanda, estabilizar a tensão do barramento de corrente contínua e armazenar energia para suprimento das cargas pelo período de pelo menos 4 horas, no caso de falta de sol ou de vento. Para o dimensionamento desse banco, partiu-se da suposição de que a situação mais crítica poderá ocorrer no período noturno (falta de sol), com demanda residencial máxima de 15 kW (fábrica de gelo parada) e profundidade de descarga das baterias de 70% (baterias automotivas).
- Um grupo gerador a diesel de backup, com potência nominal de 40 kVA/32 kW em regime *stand by* ou 37 kVA/30 kW, em regime contínuo.

2.5 Topologia do sistema de geração híbrido proposto.

A capacidade de geração energética das tecnologias solar fotovoltaica e eólica é limitada e aleatória. Assim, aumenta a importância de se considerar uma configuração capaz de garantir o fornecimento ininterrupto de energia à carga (qualidade do fornecimento), maximizar a eficiência do aproveitamento da energia oriunda das fontes renováveis e a vida útil do banco de baterias, e minimizar a utilização do GMG, minimizando, conseqüentemente, os custos de operação do sistema como um todo. De fato, o gerenciamento técnico e financeiro do sistema e a associação de um empreendimento produtivo à disponibilidade elétrica representam as principais estratégias do projeto que objetivam minimizar as chances de insucesso da iniciativa.

O ponto nevrálgico do gerenciamento energético do sistema é a logística de controle estabelecida para gerenciar a entrada das diferentes fontes de forma eficaz garantindo o abastecimento da carga, a robustez e longevidade do sistema. Considera-se este aspecto uma das inovações mais importantes do projeto, pois ela concentra vários desafios tecnológicos que devem ser conjugados com a rigorosidade climática da região e as dificuldades de acesso. Assim, a opção foi por considerar a instalação de um barramento de Corrente Contínua Comum (CCC) para todas as fontes de geração envolvidas (03 turbinas eólicas + 01 arranjo fotovoltaico com 150 módulos + 01 GMG). No caso do GMG, além de fornecer energia ao barramento de CCC, através de um retificador/controlador, poderá fornecer energia em corrente alternada (CA) diretamente à carga, através de uma chave de transferência estática, colocada entre a saída do GMG e a saída do Inversor de Tensão, o que garantirá o fornecimento de energia, mesmo nos casos de defeitos no barramento CCC, no banco. O diagrama de blocos do sistema é mostrado na figura 2.

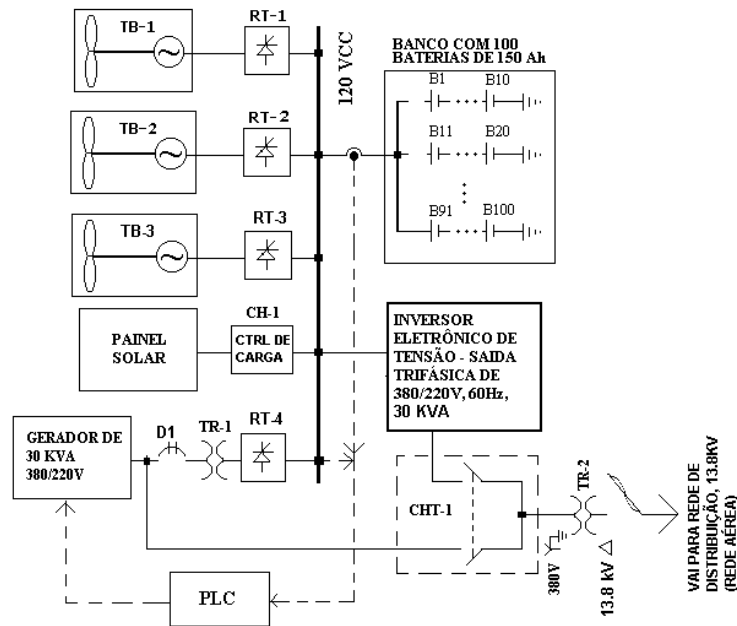


Figura 2 - Diagrama de Blocos do Sistema.

2.6 Monitoramento em tempo real

Outra importante inovação é a incorporação de um sistema de monitoramento remoto da operação do sistema híbrido. Todas as variáveis mais importantes do sistema de geração híbrido são monitoradas por um controlador lógico programável (PLC), que em conjunto com um computador, prepararão esses dados para serem enviados via satélite para a UFMA, onde a equipe poderá monitorar a distância a operação do sistema. Em outras palavras, de maneira inédita no Brasil, os alunos terão acesso a um sistema de geração operando em tempo real, sem sair da UFMA.

O projeto proposto contempla a instalação de um empreendimento produtivo, no caso uma fábrica de gelo, um grande anseio da comunidade de pescadores local. Portanto, o projeto prevê a instalação de uma fábrica com capacidade de produção de 2,7 toneladas de gelo em escama para uma jornada de 24 horas, com consumo de 84,96 kWh/tonelada e demanda de 10 kW. Admitindo-se uma jornada de 10 horas/dia e uma média de 22 dias de funcionamento por mês, o consumo mensal de energia da fábrica será de 2.102 kWh, com uma produção mensal de 24,75 toneladas de gelo.

2.7 Balanço energético

A soma das potências geradas pelos equipamentos de geração eólica e solar, considerando as velocidades médias do vento típicas para região, deverá ser de 21 kW (15 kW solar e 6 kW eólico). Solicitações de potências momentâneas pelas cargas superiores a esses valores serão supridas pelo banco de baterias (se o mesmo tiver energia armazenada para tal) ou pelo grupo gerador a diesel.

Uma previsão do balanço energético do sistema (geração menos consumo) para o ano 01 e para o ano 10 é apresentada nas Tabelas 4 e 5 respectivamente.

Observa-se que devido a sazonalidade das fontes, há déficit de geração eólica e solar nos meses de março, abril e maio no ano 01 e de janeiro a maio no ano 10, devido ao crescimento do consumo ao longo do período. Nota-se que, mesmo na pior situação de déficit encontrada, no caso abril do ano 10, o volume de óleo diesel utilizado será menor do que 600 litros, volume perfeitamente aceitável, visto que, atualmente, esse volume é consumido mensalmente para alimentar o gerador já existente.

Tabela 4 – Simulação do balanço energético do sistema proposto para o primeiro ano de operação.

Mês	Consumo de energia em (kWh)	Geração Eólica+ Solar em (kWh)	Geração diesel em (kWh)	Despesa com geração a diesel em (R\$)
Jan	6.236,91	6.602,85	0,00	0,00
Fev	6.242,05	6.397,20	0,00	0,00
Mar	6.247,18	5.199,90	1.047,28	790,75
Abr	6.252,33	5.071,50	1.180,83	896,04
Mai	6.257,48	5.399,85	857,63	654,05
Jun	6.262,64	7.245,00	0,00	0,00
Jul	6.267,80	7.582,35	0,00	0,00
Ago	6.272,97	7.842,75	0,00	0,00
Set	6.278,15	9.805,50	0,00	0,00
Out	6.283,34	9.990,00	0,00	0,00
Nov	6.288,53	9.441,00	0,00	0,00
Dez	6.293,72	6.979,50	0,00	0,00
Geração a diesel no Ano 1, em kWh:				3.085,74
Litros de óleo diesel gastos no Ano 1:				978,93

Tabela 5 – Simulação do balanço energético do sistema proposto para o décimo ano de operação.

Mês	Consumo de energia em (kWh)	Geração Eólica+ Solar em (kWh)	Geração diesel em (kWh)	Despesa com geração a diesel em (R\$)
Jan	6.829,71	6.602,85	226,86	290,63
Fev	6.835,58	6.397,20	438,38	564,41
Mar	6.841,45	5.199,90	1.641,55	2.124,05
Abr	6.847,34	5.071,50	1.775,84	2.309,29
Mai	6.853,23	5.399,85	1.453,38	1.899,42
Jun	6.859,12	7.245,00	0,00	0,00
Jul	6.865,03	7.582,35	0,00	0,00
Ago	6.870,94	7.842,75	0,00	0,00
Set	6.876,86	9.805,50	0,00	0,00
Out	6.882,79	9.990,00	0,00	0,00
Nov	6.888,72	9.441,00	0,00	0,00
Dez	6.894,66	6.979,50	0,00	0,00
Geração a diesel no Ano 10, em kWh:				5.536,00
Litros de óleo diesel gastos no Ano 10:				1.756,25

3. Proposta de gestão físico-financeira do sistema

Para que o projeto aqui apresentado tenha sucesso e seja longo, o sistema híbrido de geração energética considerado deve ser técnico e financeiramente viável. Para tanto, é preciso que ele gere uma receita capaz de cobrir os gastos referentes à continuidade de sua operação. Daí depende a importância de se buscar implementar empreendimentos produtivos que possam reverter renda à população – com posterior pagamento da tarifa elétrica -, ou remunerando diretamente à geração. No presente caso, a população local possui renda auferida principalmente da atividade de pesca e já paga cerca de R\$ 20,00/mês para ter acesso a um serviço intermitente e precário (sistema motorizador a Diesel pré-existente). Considerando o empreendimento produtivo, verificou-se a possibilidade do setor residencial pagar por volta dos mesmos R\$ 20,00 mensais que pagavam, só que para um atendimento elétrico de qualidade, sem interrupções e que permite a geração de renda e empreendimentos produtivos no local.

Como está sendo planejada a inclusão de uma fábrica de gelo como empreendimento produtivo, construiu-se um fluxo de caixa onde a renda proveniente da venda do gelo poderá subsidiar a tarifa residencial e criar um fundo capaz de expandir ou buscar implementar outros empreendimentos

produtivos a partir do segundo ano de operação do sistema. Assim, na forma como está configurado o projeto – sistema gerador mais empreendimento produtivo – considera-se que a sustentabilidade financeira do projeto está garantida, tanto nos dias atuais, quanto futuros. Vale destacar que a vida útil prevista para as baterias é de dois anos, assim, parte do fundo constituído pelo pagamento das tarifas de energia e venda do gelo produzido deverá ser separado para sua substituição. Importante considerar também que o projeto prevê a reciclagem de todo o banco de baterias substituído, preferencialmente, ainda que modestamente, sendo utilizado como parte do pagamento do novo banco de baterias (já que os próprios fabricantes de baterias são capazes de reciclar praticamente 90% das baterias usadas).

Dada a sazonalidade das fontes primárias, é possível que em determinados meses do ano – provavelmente durante os meses de março, abril e maio, não se tenha energia solar ou eólica suficiente para abastecer a demanda e, portanto, será necessário recorrer à geração diesel. Assim, os recursos provenientes da venda da energia gerada deverão ser suficientes para financiar o Diesel utilizado nesses períodos.

Fica claro, portanto, que a sustentabilidade do projeto dependerá de como se determinará a tarifa residencial, comercial e industrial (fábrica de gelo). Para tanto, a proposta prevê que o gerenciamento do projeto seja realizado pela própria comunidade (através de uma associação de moradores instituída e formalizada) e, futuramente, seja criada uma autarquia municipal, sem fins lucrativos, capaz de gerenciar os sistemas energéticos instalados nas comunidades da região – nesse caso, leva-se em consideração que a concessionária local não mostrou interesse na administração desse tipo de iniciativa. Essa escolha pretende garantir que a renda e benefícios do projeto sejam efetivamente auferidos à população local, fator que determinará o sucesso da iniciativa. A renda proveniente da venda do gelo a preços médios locais será suficiente para garantir a contratação de um funcionário para operar a fábrica de gelo, realizar as manutenções necessárias e subsidiar a tarifa cobrada dos moradores locais tradicionais. A renda proveniente da venda de energia aos setores residencial, comercial (pousadas, armazéns...) e industrial será capaz de remunerar as seguintes demandas:

- Contratação de um funcionário capaz de operar o sistema, realizar pequenos reparos, entrar em contato com a equipe de manutenção no caso de ocorrerem avarias mais sérias e, possivelmente, realizar a cobrança aos consumidores pelo serviço energético;
- Criação de um fundo para reparos e reposição de equipamentos;
- Criação de um fundo para a expansão futura do sistema

O projeto prevê que a Universidade Federal do Maranhão acompanhe a operação do sistema por dois anos. Ao longo desse período, além de garantir o funcionamento do sistema através de visitas periódicas, a Universidade estará empenhada em criar uma estrutura local de acompanhamento e manutenção. A partir do sucesso da iniciativa e da necessidade de multiplicação desse tipo de sistema, prevê-se que sejam instalados sistemas semelhantes nas ilhas e comunidades vizinhas. Com isso, justifica-se a criação de uma autarquia municipal capaz de gerenciar a operação desses sistemas sobre os pontos de vista técnico, comercial e financeiro.

4. Comentários finais / Conclusões

Este trabalho se concentra na problemática de como atender a comunidades que residem nas numerosas ilhas do litoral Brasileiro, e mais especificamente, no litoral do Maranhão. O Núcleo de Energia Alternativas aprovou, junto a Ministério de Minas e Energia um projeto piloto inovador para atender a esse tipos de comunidades, considerando uma serie de diferenciais, de forma a garantir a sustentabilidade econômica e técnica o empreendimento.

A proposta de gestão do sistema permite adquirir conhecimento acerca de como introduzir tecnologias recém desenvolvidas em comunidades carentes de recursos econômicos, isoladas e

distantes dos grandes centros urbanos. Com isso, desenvolve-se conhecimento e recursos humanos especializados na instalação, manutenção e monitoramento de sistemas de geração energética e na implementação empreendimentos produtivos visando aumento de renda e elevação da qualidade de vida em regiões carentes e remotas. Como consequência, promove-se a melhoria da qualidade de vida de comunidades rurais isoladas, fixando a população em seus locais de origem (caso desejem) e propiciando uma vida digna aos cidadãos brasileiros.

Bibliografia

- Poppe, M. K. 2002. Universalização do acesso à energia no Brasil: Características, oportunidades e desafios. in: http://www.cgu.rei.unicamp.br/energia2020/papers/paper_Poppe.pdf acessado em 15/10/2006
- Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. 2004. Portaria 38/2004
- Ministério de Minas e Energia – MME. 2003. Resolução 223/2003
- Saavedra, O. R. ; OLIVEIRA, S. H. de ; MATOS, J. G. de, **Energia Solar e Eólica como vetor de desenvolvimento de comunidades isoladas no Maranhão: O Projeto da Ilha dos Lençóis.** Revista Inovação, São Luís, v. 02, p. 32 - 34,, 2006.
- Foster R, Orozco R., Rubio, A., **Lessons learned form Xcalak Village Hybrid System: A seven years retrospective.** 1999 Solar World Conference, International Solar Energy Society, Israel.
- Arifujjaman Md., Tariq Iqbal M. , Quaicoe, J., Jahangir Khan M., **Modeling And Control of a Small Wind Turbine,** IEEE CCECE/CCGEI, Saskatoon, May 2005

SOLAR AND WIND POWER AS VECTOR OF ECONOMIC AND SOCIAL DEVELOPMENT OF REMOTE COMMUNITIES IN MARANHÃO: A PROJECT OF LENÇÓIS ISLAND

Abstract. *This work presents a proposal of a wind-solar hybrid system for renewable generation of electricity in the Lençóis Island, located in the city of Cururupu, Maranhão, Brazil. The technical analysis is presented in order to justify the choice of the topology, and it details the major challenges as well. Finally, it discusses the financial management, operation, and maintenance features of the system which goals to guarantee the sustainability of the project. Solar and wind energy will be the major energy resources for the electricity generation - 15 kW from photovoltaic generator and 30KW from two wind turbines. Batteries will be used to keep the stability of the grid and the continuity of electricity service for a period of four hours, or until maximum depth discharge of the battery bank reaches 70%. As additional safety, an oil generator will be installed to assurance that electricity service will be not interrupted in periods without solar radiation or without wind. This project presents differential aspects in the technical, logistic and management planning which purposes to improve on identified problems from previously experiences in renewable energy systems for aiding and supporting deprived remote communities.*

Key words: hybrid systems, Solar Energy, Wind Energy, Rural Development