

COMPARAÇÃO ECONÔMICA ENTRE O USO DE REDES CONVENCIONAIS E SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NO CONTEXTO DA UNIVERSALIZAÇÃO DO ACESSO E USO DA ENERGIA ELÉTRICA NA ÁREA DE CONCESSÃO DA CEMIG D

Danilo Derick Silva Alves – danilo.silva@cemig.com.br

Marcio Eli Moreira de Souza – msouza@cemig.com.br

Dênio Alves Cassini – dac@cemig.com.br

CEMIG Distribuição SA

Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz – asacd@pucminas.br

Bruno Coelho Couzzi Lyra – bruno.lyra@sga.pucminas.br

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC/MG

Resumo. Este trabalho apresenta a estrutura de avaliação da melhor alternativa de atendimento em energia elétrica de consumidores rurais localizados em áreas distantes da rede elétrica convencional, em face às recentes alterações das resoluções normativas do setor. A análise compara a alternativa de atendimento através da extensão da rede convencional com o atendimento através de sistemas solares fotovoltaicos regulamentados pela Resolução Normativa ANEEL nº 493/2012. O resultado da avaliação consiste em um instrumento de tomada de decisão dentro do contexto de ações para se atingir as metas estabelecidas para a universalização do acesso e uso da energia elétrica na área de concessão da CEMIG DISTRIBUIÇÃO SA – (CEMIG D).

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica, Programa Luz para Todos, Abastecimento Rural.

1. INTRODUÇÃO

Dez anos se passaram desde o início dos esforços para o alcance da universalização do acesso e uso da energia elétrica em todo o território brasileiro. Hoje, o panorama atual mostra um cenário muito próximo da conquista da universalização em algumas regiões do Brasil. Este é o caso das regiões sul e sudeste, onde as taxas evoluíram para níveis predominantemente acima de 95% de domicílios rurais atendidos em cada estado. Já em outras regiões do país, a realidade é que existe um desafio considerável a ser superado, como na região norte, onde ainda existem inúmeras famílias sem atendimento. Estas regiões apresentam grandes obstáculos para a realização do atendimento.

Com relação à área de concessão da CEMIG D, verifica-se que nos últimos anos foram realizadas mais de 94.000 novas ligações. A grande maioria dessas ligações foi realizada entre 2010 e 2011. A taxa de atendimento rural está em torno de 93%, restando ainda cerca de 56.480 domicílios a serem contemplados com o acesso à energia elétrica.

A tecnologia solar fotovoltaica é a principal alternativa à rede convencional de distribuição para a realização do atendimento de novas ligações em áreas rurais. A definição da alternativa deve ser pautada em uma avaliação técnico-econômica.

É dentro deste contexto que o presente trabalho apresenta o estudo de viabilidade econômica de atendimento através da extensão da rede *versus* sistemas solares fotovoltaicos. Este estudo tem a premissa de subsidiar a tomada de decisão nas situações de novos projetos de atendimento em áreas remotas, dentro da área de concessão da CEMIG D.

2. ASPECTOS REGULATÓRIOS

Como forma de permear o desenvolvimento das ações por parte das distribuidoras para atingir a universalização do abastecimento de energia elétrica, a regulamentação a respeito do tema evoluiu ao longo do tempo. Inicialmente, o Decreto nº4. 873 de 11.11.2003 instituiu o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – Luz para Todos, visando proporcionar o atendimento em energia elétrica à parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não possui acesso a este serviço público. Desde então, outros mecanismos foram criados.

A Resolução Normativa ANEEL nº 83/2004 estabeleceu os procedimentos e as condições de fornecimento por intermédio de Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes – SIGFI.

O “Manual de Projetos Especiais” foi criado e instituído pela Portaria nº60 de 12.02.2009 em complementação aos Programas de Obras que utilizam predominantemente redes de distribuição.

Em 2011, o Manual de Operacionalização do Luz para Todos define a estrutura operacional e estabelece os procedimentos e os critérios técnicos, financeiros e de definição de prioridades que serão aplicados no âmbito do Programa.

A Resolução Normativa ANEEL nº 493/2012 estabelece os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica – MIGDI ou Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente – SIGFI. Esta resolução representa uma atualização da Resolução Normativa ANEEL nº 83/2004. Entre outros aspectos, apresenta nova tabela de níveis de disponibilidade mensal garantida, conforme abaixo:

Art. 5o As unidades consumidoras atendidas por meio de MIGDI ou SIGFI devem ser enquadradas conforme as disponibilidades mensais de energia explicitadas na tabela a seguir:

<i>Disponibilidade mensal garantida (kWh/mês UC)</i>	<i>Consumo de referência (Wh/dia/UC)</i>	<i>Autonomia mínima (horas)</i>	<i>Potência mínima (W/UC)</i>
13	435	48	250
20	670	48	250
30	1.000	48	500
45	1.500	48	700
60	2.000	48	1.000
80	2.650	48	1.250

Além disso, a Resolução Normativa nº488 de 2012 da ANEEL estabelece as condições para revisão dos planos de universalização dos serviços de distribuição de energia elétrica na área rural. Entre os requisitos e especificações estabelecidas destacam-se os seguintes itens, sob o ponto de vista da avaliação econômica das alternativas de atendimento:

§ 5o A distribuidora deve efetuar o atendimento por meio de extensão de rede convencional quando a obra for rentável ou a unidade consumidora estiver localizada até 5 (cinco) quilômetros da rede de distribuição mais próxima, exceto nas seguintes situações:

- I - seja necessária a utilização de cabos subaquáticos ou isolados;*
- II - existam limitações técnicas ou ambientais; ou*
- III - seja necessária a complementação de fases na rede existente.*

§ 6o Para os casos não enquadrados no parágrafo anterior, a obra a ser executada para o atendimento deve ser escolhida considerando o menor custo entre o atendimento através de extensão de rede ou através de sistemas do tipo SIGFI ou MIGDI, observadas as seguintes disposições:

- I - além do custo de instalação devem fazer parte da análise da solução a ser adotada os custos projetados de operação e manutenção dentro do horizonte de planejamento estabelecido;*
- II - os sistemas do tipo SIGFI ou MIGDI devem garantir disponibilidade mensal de energia de até 80 kWh mensais por unidade consumidora;*

Com base nos critérios estabelecidos neste cenário regulatório a avaliação econômica é desenvolvida a seguir.

3. ANÁLISE ECONÔMICA

Através da Tabela de Orçamento para Distribuição, de outubro de 2012, praticada pela Cemig D, foi realizado o levantamento dos custos de utilização dos equipamentos, instalação, operação e manutenção das redes elétricas e dos SIGFIs. Os equipamentos e tipo de rede utilizada para eletrificação rural se encontram na Tab. 1. A mão de obra inclui serviços de terceiros e a logística envolvida na instalação. A manutenção e operação da rede ocorrem a cada dois anos.

Tabela 1 – Custos de materiais, equipamentos e mão de obra para eletrificação rural.

Km		6		7		8		9	
RdR, monofásica, cabo 4 AWG, poste DT	Mão de obra	R\$ 63.817,50	R\$ 74.453,75	R\$ 85.090,00	R\$ 95.726,25				
	Material	R\$ 27.792,48	R\$ 32.424,56	R\$ 37.056,64	R\$ 41.688,72				
Derivação RdR monofásica, poste DT	Mão de obra	R\$ 529,23	R\$ 529,23	R\$ 529,23	R\$ 529,23				
	Material	R\$ 329,85	R\$ 329,85	R\$ 329,85	R\$ 329,85				
Transformador rural monofásico, 10 kVA	Mão de obra	R\$ 1.963,24	R\$ 1.963,24	R\$ 1.963,24	R\$ 1.963,24				
	Material	R\$ 965,59	R\$ 965,59	R\$ 965,59	R\$ 965,59				
Padrão de ligação RdR	-	R\$ 904,74	R\$ 904,74	R\$ 904,74	R\$ 904,74				
	TOTAL M.E.	R\$ 29.992,66	R\$ 34.624,74	R\$ 39.256,82	R\$ 43.888,90				
	TOTAL M.O.	R\$ 66.309,97	R\$ 76.946,22	R\$ 87.582,47	R\$ 98.218,72				

Já os sistemas isolados necessitam de constantes visitas técnicas para troca de equipamentos, principalmente das baterias, que possuem vida útil reduzida. Os preços, a vida útil e os custos médios de substituição dos equipamentos se encontram na Tab. 2.

Tabela 2 – Tempo e custo de manutenção e substituição dos equipamentos dos SIGFIs.

	Anos	Equipamento	Mão de Obra
Acumulador	3,5	R\$ 219,34	R\$ 2.800,00
Controlador	10	R\$ 469,83	R\$ 960,00
Inversor	10	R\$ 1.400,00	R\$ 960,00
Instalação	0	R\$ 21.402,38	R\$ 5.560,00
O&M	2	R\$ -	R\$ 560,00

Para a avaliação do custo total durante o funcionamento do sistema é necessário realizar o fluxo de caixa ao longo do tempo. O gráfico da Fig. 1 ilustra os gastos anuais de manutenção de um SIGFI 80 a partir do primeiro ano de operação.

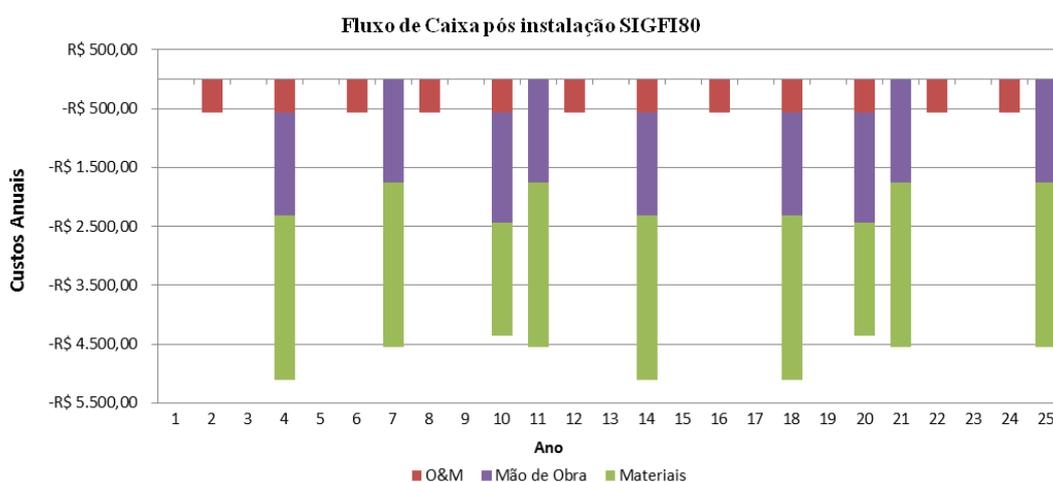


Figura 1 – Fluxo de caixa de um SIGFI80 a partir do ano 1.

Para o atendimento de uma unidade consumidora na zona rural, os custos descritos na Tab. 3 evidenciam a vantagem dos sistemas isolados sobre a rede de distribuição. Considerando como Taxa Média de Atratividade (TMA) a taxa SELIC, cotada em 29/11/2013 em 10% a.a., os SIGFIs possuem Valor Presente Líquido (VPL) inferior à rede.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma avaliação econômica do atendimento ao consumidor rural através da extensão da rede e através de sistemas fotovoltaicos. Tal avaliação incorpora premissas e requisitos estabelecidos pela regulamentação vigente sobre o assunto. É notório que a viabilidade de se atender através de sistemas fotovoltaicos é maior na medida em que a distância de atendimento é maior e o número de consumidores é menor. Entretanto, os resultados permitem uma análise precisa, do ponto de vista econômico, da alternativa a ser escolhida no momento da realização de novas ligações de consumidores rurais.

REFERÊNCIAS

- ANEEL, Resolução nº 083, de 20 de setembro de 2004. Estabelece os procedimentos e as condições de fornecimento por intermédio de Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes – SIGFI. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 20 set. 2004.
- ANEEL, Resolução nº 488, de 15 de maio de 2012. Estabelece as condições para revisão dos planos de universalização dos serviços de distribuição de energia elétrica na área rural. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 15 mai. 2012.
- ANEEL, Resolução nº 493, de 5 de junho de 2012. Estabelece os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica – MIGDI ou Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente – SIGFI. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 5 jun. 2012.
- BRASIL. Decreto nº 4.873, de 11 de novembro de 2003. Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica “Luz para Todos” e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 12 nov. 2003.
- CEMIG, 2013. ET ED/CE-17 – Especificação Técnica Cemig – Sistemas Fotovoltaicos para Eletrificação Rural, Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil.
- CEMIG, 2013. ND 2.11 – Manual de Utilização de Sistemas Fotovoltaicos para a Eletrificação Rural, Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil.
- CEMIG, Proposta de revisão do Plano de Universalização da área rural da CEMIG Distribuição S.A. - Período 2012 a 2014.
- ELETROBRÁS, Luz para Todos – Relatório síntese 10 anos. Brasília, outubro de 2013.
- MME, Ministério das Minas e Energia. Manual de Operacionalização do Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica, agosto de 2005.
- MME, Ministério das Minas e Energia. Portaria nº 60, de 12 de fevereiro de 2009. Manual de Projetos Especiais. Estabelece os critérios técnicos e financeiros, os procedimentos e as prioridades que serão aplicados no atendimento de comunidades isoladas, preferencialmente com o uso de fontes alternativas de energia, no âmbito do Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - “LUZ PARA TODOS”.

ECONOMIC COMPARISON BETWEEN CONVENTIONAL POWER GRID AND PHOTOVOLTAIC SYSTEMS CONCERNING UNIVERSAL ACCESS AND USE OF ELECTRICITY IN CEMIG'S CONCESSION AREA

Abstract. *This paper presents a framework for evaluating the best alternative between conventional power grid and photovoltaic solar systems. The purpose is to take electricity until consumers located in rural areas far from conventional power grid, due to recent changes in normative resolutions of the sector. The analysis compares the supply by extending the conventional grid with photovoltaic solar systems regulated by ANEEL Resolution No. 493/2012. The result of the evaluation is an instrument of decision making within the context of actions to achieve the targets for universal access and use of electrical energy in the concession area of Cemig D.*

Key words: Photovoltaic Solar Energy, Luz Para Todos Program, Rural Electricity.