

AValiação dos sistemas individuais de geração de energia elétrica com fontes intermitentes - SIGFI's¹

Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella

fkv@ufersa.edu.br

Profa. Dra. Engenharia de Energia/DCAT

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA

Rodolfo Dourado Maia Gomes

rodolfo@iei-la.org

Escritório Regional do International Energy Initiative para a América Latina (IEI-LA)

Gilberto De Martino Jannuzzi

gilberto@iei-la.org

Prof. Dr. Departamento de Energia/FEM

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Escritório Regional do International Energy Initiative para a América Latina (IEI-LA)

12. Políticas Públicas e Gestão de Sistemas com Fontes Renováveis de Energia

Resumo. O Brasil tem como meta universalizar o acesso à eletricidade até final de 2010, através do Programa Luz para Todos (LPT) do governo federal. São milhares de domicílios que precisam ser atendidos, estando a maioria deles localizados em áreas rurais isoladas, dificultando o acesso através da rede de distribuição de energia elétrica convencional. Uma das formas de atendimento a estas demandas é os sistemas descentralizados ou autônomos de geração de eletricidade. Neste contexto, em 2004 a ANEEL aprovou a Resolução Normativa N° 083, que regulamenta o uso de Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica através de Fontes Intermitentes (SIGFI's) por parte das distribuidoras de eletricidade como alternativa de atendimento das suas metas de universalização. Dentre algumas opções tecnológicas, os sistemas fotovoltaicos têm sido adotados por algumas concessionárias como solução alternativa à extensão da rede. Passados cinco anos do estabelecimento da Resolução, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o panorama do andamento da implantação dos SIGFI's pelas concessionárias em consonância com a Resolução Normativa N° 083/2004 devido à falta de informações publicadas nesse sentido.

Palavras-chave: Energia solar fotovoltaica, SIGFI, Fontes renováveis alternativas, Sistemas fotovoltaicos

1. INTRODUÇÃO

Até o momento, 11,5 milhões de pessoas foram beneficiadas pelo LPT. O país possui o grande desafio de atender mais 4,5 milhões de brasileiros até o final de 2010, a grande maioria domiciliada em áreas rurais cada vez mais distantes da rede de distribuição mais próxima, com acesso bastante problemático, como ocorre em diversas comunidades isoladas da Amazônia, ou com restrições legais que impedem a extensão da rede convencional, como no caso de reservas legais.

O grande desafio está em adotar soluções tecnológicas, institucionais e regulatórias apropriadas a esse contexto. Os sistemas descentralizados ou autônomos de geração de eletricidade possuem um papel importante a desempenhar nesse sentido, muitas vezes como opção mais barata em comparação à extensão da rede. Inclusive, a energia solar fotovoltaica foi introduzida no país para atender esse nicho de mercado.

Nesse sentido, a ANEEL aprovou em 2004 a Resolução Normativa N° 083 que regulamenta o uso de Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica através de Fontes Intermitentes (SIGFI's) como alternativa de atendimento, por parte das distribuidoras de eletricidade, de suas metas de universalização.

A publicação da Resolução é um divisor de águas na experiência nacional de implantação de sistemas autônomos de eletrificação rural e outras aplicações em localidades distantes da rede elétrica. Isso se deve ao fato de um número significativo de sistemas previamente instalados ter apresentado diversos problemas de projeto, instalação e falhas, ocasionando a descontinuidade do seu funcionamento em questão de pouco tempo.

A principal solução baseada em fontes renováveis adotada ao longo dos anos no Brasil para estes propósitos foi a energia solar fotovoltaica. Isso se reflete na opção feita atualmente pelas concessionárias por sistemas fotovoltaicos como solução alternativa à extensão da rede para atender suas metas de universalização do acesso à eletricidade.

Estima-se que mais de 40 mil sistemas fotovoltaicos autônomos foram instalados em várias regiões do país para amenizar o problema da falta de acesso à energia elétrica. Algumas iniciativas foram viabilizadas através de concessionárias de energia, instituições de ensino, centros de pesquisa, governos estaduais e municipais. Outros inúmeros sistemas fotovoltaicos continuam sendo instalados em todo o território nacional através do apoio de

¹ Este artigo baseia-se em relatório encomendado pelo PROCOPRE Brasil disponível em: http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/RELATORIO_PROJETO_1_FINAL.pdf.

Organizações Não-Governamentais Internacionais, viabilizados através de cooperação internacional via entidades locais.

A primeira iniciativa que efetivamente incorporou o uso da energia solar fotovoltaica no âmbito nacional foi estabelecida pelo governo brasileiro em 1994 através do Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM)². Oito anos mais tarde, em 2002, as atividades do PRODEEM foram suspensas, pois o Tribunal de Contas da União (TCU) iniciou uma auditoria de natureza operacional no programa e, em função das recomendações do TCU, o PRODEEM foi incorporado ao LPT (VIEIRA, 2005).

O LPT³, também conhecido como o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica, foi instituído pelo Decreto n° 4.873, de 11 de novembro de 2003, e inicialmente visava prover, até o ano de 2008, o acesso à energia elétrica à totalidade da população do meio rural brasileiro (ELETROBRÁS, 2008). Porém, em 28 de abril de 2008, o governo federal estendeu o prazo de conclusão do programa até 2010 em virtude de milhares de novos pedidos de ligação (AGÊNCIA CANAL ENERGIA, 2008).

Até então não existia nenhuma legislação no Brasil que regulamentasse a instalação de sistemas fotovoltaicos autônomos para geração de energia elétrica, uma necessidade recorrente, haja visto o elevado número de não conformidades e falhas nos sistemas do PRODEEM. Sendo assim, evitando-se repetir os erros do passado, em 2004 foi publicada a Resolução Normativa n° 83/2004 pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Essa resolução estabelece os procedimentos e as condições de fornecimento por intermédio dos Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica Através de Fontes Intermitentes (SIGFI's), que são sistemas autorizados para serem utilizados como opção para a universalização dos serviços de energia elétrica no meio rural (ANEEL, 2004).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o andamento da implantação dos SIGFI's pelas concessionárias de eletricidade, bem como a aplicação da Resolução Normativa n° 83/2004. Para isso, foram identificadas inicialmente as concessionárias de energia elétrica que estão instalando tais sistemas. Posteriormente são apresentadas informações sobre os SIGFI's instalados e realizadas a identificação das principais dificuldades e soluções encontradas pelas concessionárias em relação a esses sistemas. Por fim, foram identificadas as propostas das mesmas para melhoria da aplicação da Resolução.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada baseou-se em pesquisa bibliográfica das experiências existentes e principalmente na elaboração e aplicação de questionários para identificar a situação atual de implantação dos SIGFI's.

Foram elaborados três questionários direcionados para diferentes atores: concessionárias de energia, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e Programa Luz para Todos (LPT).

As concessionárias de energia consultadas foram: Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA), Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), Centrais Elétricas do Pará S. A. (CELPA), Companhia Energética do Ceará (COELCE) e MANAUS ENERGIA.

A escolha das distribuidoras COELBA, CEMIG e CELPA baseou-se em Varella (2009), que informava que tais concessionárias estavam instalando SIGFI's. As demais distribuidoras, no caso a COELCE e a MANAUS ENERGIA, foram escolhidas aleatoriamente, pois ainda não se tinha a informação de quais concessionárias de energia estavam instalando SIGFI's.

Da ANEEL, contactou-se a Superintendência de Fiscalização da Comercialização, responsável pela fiscalização dos SIGFI's. E do Programa LPT contactou-se a coordenação do Comitê Gestor do LPT do Estado de SP.

2.1 Elaboração e aplicação dos questionários

Procurou-se elaborar questionários objetivos, acreditando que, desta forma, a colaboração por parte dos que responderiam seria satisfatória e positiva.

Os questionários foram enviados via email no dia 27 de março de 2009 para que as partes tivessem um primeiro contato com o projeto. Posteriormente, no dia 02 de abril de 2009, foi realizado contato telefônico, no qual era explicado o objetivo da pesquisa e dada a opção das partes responderem ao questionário via e-mail ou através de agendamento de um horário para uma entrevista via telefone, por exemplo.

² O Programa foi coordenado pelo Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético (DNDE) do Ministério de Minas e Energia (MME) e o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), instituição localizada no Rio de Janeiro, subsidiária da ELETROBRÁS, que era responsável pela parte técnica do PRODEEM, compreendendo as especificações dos equipamentos para as licitações, avaliação de projetos, treinamento técnico de pessoal, estabelecimento dos padrões de instalação, verificação/inspeção de instalações, análise de desempenho e de falhas, etc.

³ A meta inicial do LPT era atender aproximadamente 2,5 milhões de famílias brasileiras residentes na área rural, beneficiando cerca de 12 milhões de pessoas.

Os questionários respondidos eram analisados e uma nova interação era feita com o respondente quando necessária. Maiores detalhes dos questionários⁴ aplicados às concessionárias de energia elétrica, à ANEEL e ao LPT, são mostrados no item 4 deste trabalho.

3. A RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 83/2004 DA ANEEL

Para a unidade consumidora ser considerada como atendida dentro das metas de universalização da concessionária, os sistemas individuais instalados devem cumprir os procedimentos e condições estabelecidos pela Resolução Normativa ANEEL nº 83/2004.

Uma das principais características obrigatórias aos SIGFI's implantados é que deverão enquadrar-se em uma das cinco classificações de atendimento estipuladas (Tabela 1) conforme a demanda a ser suprida (Artigo 3º, inciso II, f.3) (ANEEL, 2004)⁵.

Tabela 1: Classificação de atendimento dos SIGFI⁶

Classes de Atendimento	Consumo Diário de Referência (Wh/dia)	Autonomia Mínima (dias)	Potência Mínima Disponibilizada (W)	Disponibilidade Mensal Garantida (kWh) ¹
SIGFI13	435	2	250	13
SIGFI30	1000	2	500	30
SIGFI45	1500	2	700	45
SIGFI60	2000	2	1000	60
SIGFI80	2650	2	1250	80

Fonte: ANEEL, 2004.

No seu Artigo 2º, inciso XV, o SIGFI é definido como sendo um “sistema de geração de energia elétrica implantado por concessionária ou permissionária de distribuição de energia elétrica, utilizando exclusivamente fonte de energia intermitente para o fornecimento a unidade consumidora única, constituído basicamente de um sistema de geração, um sistema de acumulação e um sistema condicionador” de potência.

Como a utilização dos SIGFI's é considerada como uma opção para a universalização dos serviços de energia elétrica no meio rural, suas características exigiam uma regulamentação específica (ANEEL, 2004). Essa resolução “atende as observações relativas à qualidade, aspectos técnicos e relações comerciais, todos relacionados à tecnologia de geração de eletricidade através do SIGFI, e pode ser usada pelas concessionárias de forma a respaldar legalmente seus projetos de eletrificação por meio desses sistemas” (SILVA FILHO, 2007, p.54).

Apesar disso, Silva Filho (2007), p. 148, aponta em suas conclusões que “mesmo com essa regulamentação, nem a ANEEL e nem o MME criaram mecanismos para incentivar a utilização dos sistemas fotovoltaicos no Programa de Universalização”.

Ainda de acordo com Silva Filho (2007), apesar do Manual do Programa Luz para Todos indicar determinadas opções tecnológicas de geração através de sistemas individuais (hidroeletricidade, biomassa e geradores diesel), a Resolução nº 83/04 evidencia a definição do termo “fonte de energia intermitente” como “recurso energético renovável que, para fins de conversão em energia elétrica pelo sistema de geração, não pode ser armazenado em sua forma original” (Artigo 2º, inciso V, f. 2), que irá tratar unicamente dos sistemas das seguintes fontes: solar fotovoltaica; energia eólica e sistemas híbridos, resultantes da combinação de duas ou mais das seguintes fontes primárias: solar, eólica, hídrica.

Algumas das principais características obrigatórias aos SIGFI's implantados são:

- (i) A energia elétrica fornecida deverá ser em corrente alternada senoidal (Artigo 3º, inciso I, f.3);
- (ii) Deverá dispor de autonomia mínima de 2 dias.
- (iii) É permitido à concessionária utilizar SIGFI com disponibilidade mensal superior a 80 kWh/mês, desde que garanta uma autonomia mínima de 2 dias (Artigo 3º, inciso II, f.3).
- (iv) Todos os componentes do SIFGI devem ser fornecidos e instalados sob a responsabilidade da concessionária. Tais componentes devem atender determinadas exigências das normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes, tais como INMETRO (Artigo 3º, inciso II, f.3).

As concessionárias devem enviar semestralmente relatórios estatísticos de desempenho dos sistemas instalados, contendo, no mínimo:

- Informações sobre a quantidade de unidades instaladas por tipo de SIGFI e fonte primária;

⁴ Para ter acesso a uma descrição mais detalhada desse projeto, consultar Varella *et al.* (2009).

⁵ As características obrigatórias aos SIGFI's implantados podem ser verificadas na Resolução Normativa nº 83/2004 da ANEEL.

⁶ Nota dos autores: A disponibilidade mensal de 13 kWh permite o uso de lâmpadas e pequenos aparelhos domésticos, como rádio AM/FM, ventilador e pequeno aparelho de TV, por 1 a 4 horas por dia dependendo do uso conjunto que se faça. Não é possível utilizar geladeiras no SIGFI 13 e no 30. Neste último caso, há modelos de refrigeradores de uma porta que consomem mensalmente cerca de 16 kWh, porém comprometeria bastante o uso dos demais usos finais.

- Número de reclamações recebidas no período por tipo de SIGFI e fonte primária;
- Relação da frequência de falhas por componente do sistema.

Em relação à leitura, medição e faturamento, a concessionária é desobrigada a instalar medidores nas configurações SIGFI 13 e 30 e o faturamento é feito com base na disponibilidade mensal garantida, ou seja, 13 e 30 kWh, respectivamente. Para todas as outras configurações, medidores devem ser instalados, leituras realizadas e o faturamento deve ser feito com base no consumo verificado, respeitando o valor mínimo de 30 kWh.

Sobre a qualidade de fornecimento, a resolução estabelece o indicador de continuidade DIC (Duração de Interrupção por Unidade Consumidora)⁷, o qual deve obedecer ao padrão de referência de 216 horas mensais (DIC mensal) e 648 horas no ano (DIC anual) até que a própria ANEEL estabeleça novos padrões de atendimento tendo como referência os valores apurados de DIC e os relatórios estatísticos enviados pelas concessionárias. Desde janeiro de 2008 a ANEEL pode definir em resolução específica esses novos padrões, o que ainda não ocorreu.

Somente quando o consumidor efetuar reclamação formal à concessionária é que será iniciada a contagem do tempo de interrupção. Apesar de a resolução estabelecer que a concessionária deva “dispor de sistemas de atendimento acessíveis aos consumidores, para que os mesmos apresentem suas reclamações quanto a problemas relacionados ao fornecimento de energia elétrica”, é reconhecido que muitas vezes os consumidores vivem em locais remotos e, até que a reclamação seja feita, a interrupção já pode ter ocorrido há um certo tempo.

Os itens a seguir apresentam os resultados obtidos na pesquisa, focando no objetivo deste trabalho, através de pesquisa bibliográfica e aplicação dos questionários já mencionados no item 2 (METODOLOGIA).

4. RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 Pesquisa bibliográfica

Há pouco material publicado sobre a implantação de SIGFI's no país para identificar experiências, barreiras e oportunidades sobre essa solução complementar à extensão da rede elétrica.

O melhor material publicado e disponível encontrado que apresenta sistemas descentralizados intermitentes de geração de eletricidade, no caso sistemas fotovoltaicos, como uma estratégia de negócio utilizada por uma concessionária para cumprir suas metas de universalização do acesso à eletricidade é uma dissertação de mestrado defendida em 2007 por um membro do quadro de funcionários da COELBA.

O trabalho apresenta as estratégias, condicionantes e experiências da concessionária para a aplicação desses sistemas de maneira a “resolver o grande empecilho que tem sido relatado na literatura atual para a disseminação dos SFD [sistemas fotovoltaicos domiciliares], que é a operação e manutenção dos equipamentos” (SILVA FILHO, 2007).

Este trabalho é uma importante e rica referência para as demais concessionárias de distribuição de eletricidade para a elaboração de seus planos de atendimento e acompanhamento operacional e de manutenção. E também para a ANEEL e para o LPT à luz das dificuldades e soluções encontradas para o contínuo aperfeiçoamento e consolidação da tecnologia como uma solução de eletrificação rural.

4.2 Resultados do questionário aplicado: concessionárias

Na ocasião da pesquisa realizada, segundo a Superintendência de Fiscalização da Comercialização da ANEEL, responsável pela fiscalização dos SIGFI's, havia cinco distribuidoras de energia instalando SIGFI's, a saber: COELBA, AMPLA Energia e Serviços S/A, AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S.A., Companhia de Eletricidade do Acre (ELETROACRE) e Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG).

No entanto, como o retorno do contato pela ANEEL somente foi dado durante a finalização do relatório do projeto, não foi possível entrar em contato com as distribuidoras AMPLA, AES SUL e ELETROACRE mencionadas.

Portanto, das concessionárias contatadas, apenas a COELBA e a CEMIG estavam instalando SIGFI's. A COELCE, MANAUS ENERGIA e CELPA não estavam instalando.

Concessionárias sem SIGFI's instalados. Quando questionadas, a COELCE e a MANAUS ENERGIA responderam o seguinte:

(1) Qual motivo por ainda não estarem instalando SIGFI's?

- está sendo estudada a possibilidade de instalá-los, pois alegam que a relação $3xR\$/UC$ (3 vezes o custo da ligação por unidade consumidora) do Programa LPT ainda não se enquadra em suas necessidades reais;

- dificuldade inicial nos tipos de SIGFI's, pois para atenderem às exigências dos consumidores que necessitam de energia elétrica para suprir, pelo menos, a utilização de uma televisão, uma geladeira e três pontos de iluminação, seria necessário, no mínimo, o SIGFI 60, ou seja, uma disponibilidade mensal garantida de 60 kWh;

- alegam que os SIGFI's 13 e 30 são insuficientes, pois não comportam as cargas mencionadas (televisão, geladeira e 03 pontos de iluminação);

⁷ O DIC indica o número de horas em média que um consumidor fica sem energia elétrica durante um período, geralmente mensal.

- também enfatizam a falta de incentivo do governo.

(2) Do ponto de vista da concessionária, os SIGFI's podem ser considerados como uma solução importante para eletrificação rural?

- apenas para unidades consumidoras isoladas, onde o custo para instalação da rede convencional é impraticável.

Concessionárias com SIGFI's instalados. Nesta seção são apresentadas as respostas específicas (1 a 8) e comuns (9 a 14) das concessionárias. Como os questionários foram aplicados individualmente, cada concessionária, no caso COELBA e CEMIG, respondeu de acordo com as informações do andamento dos SIGFI's por elas instalados.

COELBA

A COELBA está instalando SIGFI's desde julho de 2005. Neste período foram instalados 14.456 sistemas. A Figura 1 mostra uma residência atendida com o SIGFI 13 (disponibilidade mensal de 13 kWh).

As residências contempladas pelos sistemas possuem quatro cômodos (uma sala, dois quartos, uma cozinha e um sanitário), residindo, em média, quatro pessoas por residência. Segundo a COELBA, as normas da ABNT, quanto à instalação elétrica padrão das residências, vêm sendo cumpridas parcialmente, pois as residências não possuem aterramento.



Figura 1: Residência atendida por SIGFI 13 da COELBA

Fonte: Silva Filho, 2007.

Os critérios utilizados pela COELBA para a escolha das residências a serem contempladas com os SIGFI's foram:

- custo do atendimento através da rede elétrica convencional superior a R\$ 14.000/unidade consumidora;
- compatibilidade da carga a ser atendida do consumidor com a disponibilidade do sistema;
- aceitação do cliente;
- dificuldade de extensão da rede elétrica em área de preservação ambiental.

A manutenção dos SIGFI's da COELBA é realizada através do Departamento de Manutenção da própria concessionária, que realizou treinamento com suas turmas com o intuito de solucionar eventuais problemas. Em caso de reparos, o cliente entra em contato com a COELBA pelo 0800 e solicita o serviço.

Os equipamentos dos SIGFI's da concessionária seguem parcialmente as normas do Programa Brasileiro de Etiquetagem, como sugere a Resolução nº 83/2004. O controlador de carga, os módulos fotovoltaicos, cabos, eletrodutos, fios, luvas, parafusos, buchas, entre outros materiais elétricos que se fazem necessários, são certificados pelo INMETRO. As lâmpadas possuem o selo PROCEL, as baterias são certificadas pela ANATEL e os inversores e suportes dos módulos fotovoltaicos são fabricados exclusivamente para utilização da concessionária.

Todos os equipamentos utilizados dos SIGFI's são adquiridos através da contratação de sistema *turn key* ("chave na mão")⁸ pela empresa vencedora da licitação.

CEMIG

A CEMIG está instalando SIGFI's desde 2007. Até então foram instalados 2.000 SIGFI 13 (disponibilidade mensal de 13 kWh) em residências rurais e 500 SIGFI's dos diversos tipos existentes na Resolução nº 83/2004 em escolas rurais, perfazendo um total de 2.500 sistemas instalados⁹.

A Figura 2 mostra uma residência atendida por SIGFI da CEMIG. As casas atendidas pelos SIGFI's são todas caracterizadas como baixa renda, segundo a Resolução nº 456/2000, que estabelece as Condições Gerais de

⁸ Na contratação tipo *turn key* as empresas contratadas são fabricantes dos módulos fotovoltaicos e fornecem todos os equipamentos necessários e mão-de-obra. A empresa apresenta o projeto do sistema gerador com todos os equipamentos necessários para atender as especificações da ANEEL.

⁹ Previam-se inicialmente a instalação de 3.500 a 7.000 sistemas.

Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Adicionalmente, a família deve ter renda mensal máxima de até dois salários mínimos.

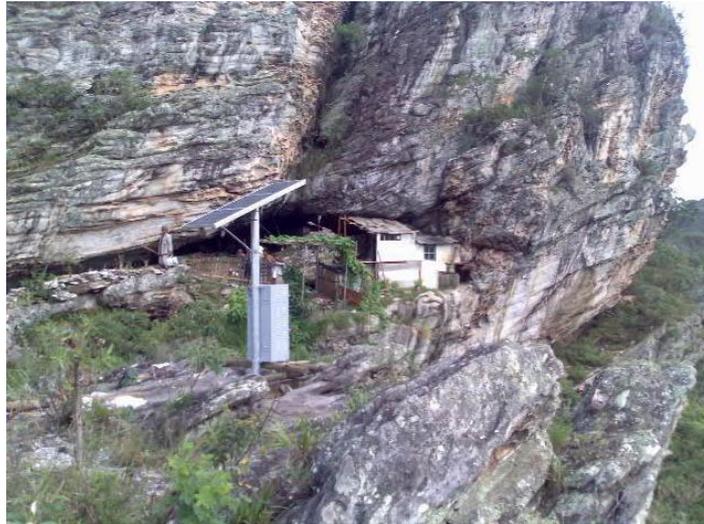


Figura 2: Residência atendida por SIGFI da CEMIG

Fonte: Kyocera Solar, 2009.

Os critérios para a escolha dos sistemas fotovoltaicos da CEMIG com modalidade de atendimento baseiam-se nos seguintes requisitos:

- na localização do domicílio: consumidor isolado ou pertencente a agrupamento e/ou próximo a outra comunidade que também será universalizada. Além de estarem em áreas remotas (isoladas), ou seja, distantes do sistema elétrico, as comunidades podem estar localizadas em ilhas, áreas de proteção ambiental ou área de difícil acesso à rede elétrica.

- no custo de atendimento por projeto de eletrificação: o menor SIGFI utilizado pela CEMIG é o SIGFI 13, com disponibilidade mensal garantida de 13 kWh. A identificação deste valor foi feita a partir da obtenção da radiação solar média anual, calculada para cada município da área de concessão da CEMIG. O custo médio do projeto por consumidor através de extensão da rede (CREDE) é obtido a partir da média aritmética do custo do projeto de eletrificação das comunidades com a rede elétrica e o número total de consumidores. O valor do CREDE engloba, principalmente, dados de distância da rede elétrica e dispersão dos potenciais consumidores dentro de um aglomerado, bem como a existência de outras comunidades próximas, que contribuirão para a redução do custo de eletrificação da mesma. O custo do sistema fotovoltaico (CSFT) é composto pelo custo dos equipamentos principais, kit instalação e material de instalação. O critério de comparação entre o CREDE e o CSFT¹⁰ foi obtido através da análise de uma série histórica de dados de vários anos de realização de programas de eletrificação rural da CEMIG. Esta análise levou à conclusão de que quando o custo de eletrificação da comunidade ou do consumidor isolado com a rede elétrica for, no mínimo, o dobro do custo utilizando sistemas fotovoltaicos ($CREDE \geq 2CSFT$), a tecnologia fotovoltaica começa a ser competitiva. A CEMIG ressalta que esta análise comparativa só poderá ser feita após o levantamento do custo real de eletrificação da comunidade com a rede elétrica.

De acordo com a CEMIG, a manutenção dos equipamentos dos SIGFI's é realizada através do mesmo Departamento de Manutenção e Obras da rede elétrica convencional. Ainda segundo a CEMIG, os equipamentos utilizados estão seguindo as normas do Programa Brasileiro de Etiquetagem como exige a Resolução n° 83/2004. Alguns equipamentos de determinados SIGFI's também passam por outros testes complementares, pois haviam sido instalados antes da publicação do PBE. A empresa afirma que não há dificuldade na aquisição dos equipamentos etiquetados, ou seja, não possuem dificuldade em atender esta exigência da Resolução.

COELBA E CEMIG

Abaixo são apresentadas as respostas das concessionárias às questões comuns do questionário aplicado (9 à 14).

(9) Acredita que o Programa Luz Para Todos esteja estimulando a instalação de SIGFI's?

- Ambas responderam que não, justificando que o MME não estimula a instalação de SIGFI's e, desta forma, as concessionárias tem dificuldade em obter o financiamento com a Eletrobrás.

(10) Quais as principais dificuldades da concessionária quanto à implantação dos SIGFI's?

- indefinição do consumidor quanto à aceitação das modalidades de atendimento do SIGFI;

¹⁰ O detalhamento deste critério pode ser obtido no estudo 02.111 ED/CE 2080. Trata-se de um estudo interno da concessionária.

- grande rejeição do público-alvo aos SIGFI's, pois só consideram que suas residências estão devidamente eletrificadas se isso ocorrer através da rede elétrica convencional. Os moradores temem que, com a aceitação de tais sistemas, ficarão impedidos de terem acesso à rede elétrica no futuro;

- falta de estímulo às distribuidoras ao implantarem os SIGFI's, por parte das empresas que coordenam o LPT, que muitas vezes até reforçam o preconceito quanto à utilização da tecnologia.

(11) Quais as soluções encontradas pela concessionária? (relacionada à pergunta 10)

- realização de inspeções prévias visando informar os clientes sobre a modalidade de atendimento, esclarecendo eventuais dúvidas, e confirmação com os mesmos do cadastro para instalação;

- maior treinamento dos agentes comerciais, considerados pela própria empresa como insuficiente.

(12) Qual a proposta da concessionária para melhoria da aplicação da Resolução Normativa n° 83/2004?

- Uma delas não identificou necessidade de melhoria até o momento;

- aumentar a disponibilidade energética de atendimento do menor SIGFI, ou seja, o SIGFI 13.

(13) Os SIGFI's, do ponto de vista da concessionária, são considerados como uma solução importante para eletrificação rural?

Ambas responderam que sim e justificaram:

- sem os SIGFI's, a universalização do atendimento de energia elétrica não seria possível em vários estados do país;

- são principalmente no Estado da Bahia, onde existem vários domicílios não eletrificados que se enquadram plenamente nos critérios já mencionados.

(14) Há algum comentário adicional?

- o MME, através da Eletrobrás, poderia incentivar a indústria nacional a produzir os equipamentos, pois atualmente a maioria dos equipamentos é importada;

- deveria haver um esforço conjunto do MME e Eletrobrás visando respaldar as distribuidoras de energia na utilização dos SIGFI's.

4.3 Resultados do questionário aplicado: ANEEL

A seguir serão apresentadas as respostas obtidas da aplicação do questionário.

(1) Quais concessionárias de eletricidade estão instalando SIGFI's?

Distribuidora	Autorização	Quantidade autorizada
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia – COELBA	Ofício n° 186/2005-SRC/ANEEL, de 25 de maio de 2005.	3.000 conjuntos fotovoltaicos.
AMPLA Energia e Serviços S/A	Ofício n° 301/2007-SRC/ANEEL, de 23 de abril de 2007.	55 conjuntos fotovoltaicos.
AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S.A.	Ofício n° 328/2007-SRC/ANEEL, de 30 de abril de 2007.	Quantidade não informada.
Companhia de Eletricidade do Acre – ELETROACRE	Resolução Autorizativa n° 646, de 1° de agosto de 2006, alterada pela Resolução Autorizativa n° 927, de 29 de maio de 2007.	100 conjuntos fotovoltaicos.
Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG	Nota Técnica n° 090/2007-SRC/ANEEL, de 05 de abril de 2007. A CEMIG fez constar de seu plano de universalização o uso de equipamentos fotovoltaicos no âmbito do Programa LUZ PARA TODOS.	7.000 conjuntos fotovoltaicos.

(2) Segundo a Resolução n° 83, as concessionárias de energia devem enviar à ANEEL, semestralmente, um relatório estatístico contemplando o desempenho (quantidade de unidades instaladas, número de reclamações recebidas no período e relação da frequência de falhas) dos SIGFI's instalados. De fato, isso tem ocorrido?

- Não, e justifica que, embora seja obrigatório o envio de tais relatórios, os mesmos não têm sido enviados pelas distribuidoras de energia elétrica. A ANEEL informou que as providências estão sendo tomadas.

(3) Há como ter acesso a tais informações? (referente à pergunta 2)

- Não, pois conforme mencionado em (2), não dispõem dos relatórios.

(4) Ainda segundo essa Resolução, a partir de janeiro de 2008 a ANEEL iria estabelecer uma resolução específica para os padrões de atendimento a serem observados pela concessionária, tendo como referência os valores apurados da DIC (Duração de Interrupção por Unidade Consumidora) e os relatórios estatísticos encaminhados. Essa Resolução foi elaborada?

- Não. Como não dispõem dos dados necessários, não foi iniciado o processo de elaboração da Resolução.

(5) No geral, como a ANEEL avalia a instalação dos SIGFI's através das concessionárias de energia? Estão realmente atendendo à Resolução n° 83?

- Sim. Depende dos relatórios a serem elaborados pela fiscalização da ANEEL quando esta for concluída.

Em março de 2010, os autores entraram em contato através de mensagem eletrônica com a pessoa responsável pela Superintendência de Fiscalização da Comercialização da ANEEL para atualizar as informações prestadas em 2009, mas não obtiveram êxito até a conclusão deste artigo.

4.4 Resultados do questionário aplicado: LPT

A coordenação do Comitê Gestor do Programa Luz para Todos no Estado de São Paulo não respondeu o questionário enviado, mas redigiu um documento constando algumas das informações solicitadas. Tais informações são resumidamente apresentadas a seguir.

- As concessionárias de energia elétrica foram relutantes no início, mas aderiram ao Programa Luz para Todos, pois perceberam que ele traz boas condições para o cumprimento da Lei da Universalização [Lei n° 10.438, de 26 de abril de 2002];

- As administrações das concessionárias, mesmo reclamando por mais vantagens, são consideradas parceiras do Luz para Todos, pois acreditam que o LPT é a melhor forma de superar a carga imposta pela Lei da Universalização;

- Poucas concessionárias já fizeram uso dos sistemas fotovoltaicos dentro do Programa Luz para Todos. As principais são a Coelba e a Cemig;

- O único caso de instalação efetiva de SIGFI's no Estado de São Paulo ocorreu na comunidade do Varadouro, em Cananéia, na divisa de São Paulo com o Paraná. A instalação foi feita por pesquisadores do IEE-USP, utilizando placas solares recuperadas do PRODEEM. Nas entrevistas, a comunidade Varadouro mostrou-se muito satisfeita com os sistemas fotovoltaicos. No entanto, todos reclamaram por não poderem instalar uma geladeira;

- A geladeira tem sido o grande entrave aos SIGFI's. Muitos dos sistemas requisitados são para regiões quentes onde há muita pesca. O desejo de se conservar peixes é muito forte, tanto para consumo posterior quanto para venda. Para quem não tem geladeira, o preço do peixe é desvalorizado, pois o comprador sabe que não resta alternativa ao pescador: ou se vende pelo que se impõe na oportunidade, ou se perde, por não poder guardar. A geladeira significa aumento de renda;

- os SIGFI's 13 não são capazes de atender as necessidades energéticas do povo brasileiro. Seria necessário, no mínimo, o SIGFI 30.

5. MINI-REDES COMO NOVA MODALIDADE DE ATENDIMENTO

Ao longo do andamento do projeto, tomou-se conhecimento de que o programa Luz para Todos, a partir da Portaria n° 60, de 12 de fevereiro de 2009 (Manual de Projetos Especiais¹¹), passou a subvencionar¹² 85% dos custos diretos da implantação de mini-redes, sendo os demais 15% como contrapartida dos Agentes Executores.

As mini-redes são consideradas projetos especiais nos quais o atendimento é realizado por meio de geração de energia elétrica descentralizada, utilizando fontes renováveis compatíveis com a realidade local, ou seja, são utilizadas quando necessária a utilização de redes de distribuição não-convencionais (travessias subaquáticas, travessias em florestas e outras), utilizando-se tecnologias amparadas pela legislação em vigor (MANUAL PROJETOS ESPECIAIS, PORTARIA N° 60/2009).

Os projetos especiais consideram como opções tecnológicas para atendimento com sistemas de geração de energia elétrica descentralizada: mini-central hidrelétrica, micro-central hidrelétrica, sistemas hidrocínicos, UTE a biocombustíveis ou gás natural, usina solar fotovoltaica, aerogeradores, e sistemas híbridos (resultantes da combinação de duas ou mais das seguintes fontes primárias: solar, eólica, biomassa, hídrica e/ou diesel) (MANUAL PROJETOS ESPECIAIS, PORTARIA N° 60/2009).

Tendo tomado conhecimento sobre o incentivo econômico dado às mini-redes pelo LPT, decidiu-se, então, perguntar às empresas distribuidoras de energia no momento do *feedback* aos questionários: (1) se elas tinham conhecimento da Portaria n° 60/2009, (2) se estavam instalando estes sistemas, (3) qual a opinião delas quanto às mini-redes e, finalmente, (4) se é mais fácil instalar SIGFI's ou mini-redes.

Das cinco concessionárias consultadas (COELBA, CEMIG, COELCE, MANAUS ENERGIA e CELPA), apenas três empresas se pronunciaram. A seguir serão mostradas as respostas obtidas:

(1) A concessionária de energia elétrica está instalando mini-redes?

- nenhuma está instalando mini-rede.

(2) Em caso negativo, pretendem instalar?

- todas responderam que não;

¹¹ Este Manual estabelece os procedimentos, critérios técnicos e financeiros que devem ser observados, bem como as atribuições das partes envolvidas, para apresentação dos projetos especiais.

¹² Aporte de recurso não-reembolsável para compartilhar os custos e riscos inerentes.

- duas concessionárias alegaram a falta de regulamentação específica da ANEEL para o caso das mini-redes, como já existe para os SIGFI's. Uma disse não ter conhecimento a respeito.

(3) Tiveram acesso à Portaria n° 60/2009 (Manual de Projetos Especiais)?

- Duas disseram desconhecer tal Portaria.

(4) Por que não optar pelas mini-redes? É melhor optar pelos SIGFI's?

- os domicílios sem acesso à energia elétrica na Bahia são bem dispersos, encarecendo o custo com mini-redes, que, desta forma, não seriam tão "mini" assim;

- ausência de regulamentação específica da ANEEL para a mini-rede, como existe para o SIGFI, pois a concessionária que optar pela mini-rede com geração fotovoltaica, eólica ou outra fonte qualquer terá que instalar medição em todos os consumidores e atendê-los com a mesma regulamentação que existe para o consumidor atendido por rede convencional;

- não havendo regulamentação específica, a concessionária não pode limitar o consumo de cada domicílio, então há uma grande possibilidade do sistema ficar esgotado por aumento de carga, gerando um elevado número de chamadas no tele-atendimento por falta de energia; e necessidade de investimento para aumento da capacidade do sistema. Esse problema não ocorre com os SIGFI's.

De acordo com o coordenador do Comitê Gestor do LPT do Estado de SP, o Manual de Projetos Especiais pretende amadurecer as formas não convencionais de suprimento energético através de mini-redes e gerar massa crítica para futura regulação. E exige que, no mínimo, sejam supridos os requisitos de energia para iluminação, comunicação e refrigeração. Afirma ainda que se a comunidade não puder ser atendida por rede convencional, poderá ser atendida pelas mini-redes, constituindo um chamado Projeto Especial. Ainda assim, se não for possível também ser atendida pelas mini-redes, a comunidade tem, então, a opção dos SIGFI's.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muito embora as concessionárias consultadas considerem os SIGFI's como uma solução importante para eletrificação rural, pois sem eles a universalização não seria possível no país, são poucas as que estão instalando esses sistemas no âmbito do LPT como uma solução para cumprir suas metas de universalização.

Apesar de haver uma resolução específica que regulamenta aspectos técnicos, comerciais e de qualidade do fornecimento dos SIGFI's, o que não existia durante a execução do PRODEEM, há outras questões não-regulatórias que estão impedindo a escolha dos SIGFI's como solução de atendimento.

Mesmo sendo poucas as concessionárias que estão instalando SIGFI's, não foi possível identificar o desempenho dos sistemas instalados, como quantidade de unidades instaladas, número de reclamações recebidas no período e relação da frequência de falhas, por exemplo, para saber se a resolução está, de fato, sendo cumprida e os consumidores beneficiados. Isso porque a ANEEL, como responsável pela fiscalização desses sistemas, alega não ter recebido das concessionárias os relatórios estatísticos semestrais de desempenho de seus sistemas, conforme estabelece a Resolução n° 83/2004. O não recebimento dos relatórios, como informado pela ANEEL, já indica que uma das condições da resolução não está sendo cumprida.

As principais dificuldades apontadas pelas concessionárias consultadas, tanto para as que instalaram ou não SIGFI's, dizem respeito às demandas por eletricidade e às incertezas do consumidor com relação à modalidade do fornecimento (rede convencional x SIGFI's), como também à falta de estímulo econômico por parte do MME, diferentemente do que acontece para o caso das mini-redes.

Do lado do órgão regulador, não foi possível identificar as principais dificuldades encontradas pelo fato da ANEEL não ter recebido das concessionárias os relatórios estatísticos semestrais de desempenho de seus sistemas como estabelece a Resolução n° 83/2004.

As mini-redes e os SIGFI's, a grosso modo, possuem situações de aplicação diferentes, pois a opção por SIGFI's é recomendável para regiões onde as unidades consumidoras são muito dispersas.

Da maneira como a situação está atualmente colocada, o MME está priorizando as mini-redes como primeira solução de atendimento frente aos SIGFI's para as localidades onde a extensão da rede convencional não se mostrar vantajosa ao possibilitar que até 85% dos custos diretos das mini-redes sejam subvencionados pelo LPT, ao passo que os SIGFI's não contam com tais incentivos.

O MME deveria também subvencionar a instalação de SIGFI's para os casos nos quais se tornam opções mais adequadas de atendimento.

Se por um lado a implantação de mini-redes conta com um importante incentivo econômico, por outro se percebe que ainda há grande falta de informação das concessionárias de eletricidade sobre essa modalidade de atendimento e ausência de regulamentação específica da ANEEL, assim como a existente para o SIGFI. Portanto, é necessária uma regulamentação específica que estabeleça os procedimentos e condições de fornecimento para a opção de atendimento por mini-redes.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à ANEEL, às concessionárias consultadas e à coordenação do Programa Luz para Todos pelas informações prestadas. Também prestam seus agradecimentos ao PROCOBRE Brasil que

encomendou o presente estudo através de convênio firmado com o Escritório Regional para a América Latina do International Energy Initiative (IEI).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA CANAL ENERGIA. **Governo prorroga prazo de conclusão do Luz para Todos para 2010**. Disponível em: <<http://www.canalenergia.com.br>> Acesso em: abr 2008.
- ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica. **RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 83**, 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.
- ELETROBRÁS. **Programa Luz para Todos**. Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br/elb/portal/data/Pages/LUMIS32AB99AAPTBRIE.htm>>. Acesso em: abr 2008.
- KYOCERA SOLAR DO BRASIL. **Aplicações SIGFI**. Disponível em: <<http://www.kyocerasolar.com.br/site/aplicacoes.php>>. Acesso em: mai 2009.
- PORTARIA N° 60/2009**, de 12 de fevereiro de 2009. Resolve Aprovar o Manual de Projetos Especiais que 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”.
- SILVA FILHO, H.M. **Aplicação de sistemas fotovoltaicos na universalização do serviço de energia elétrica na Bahia: uma mudança de paradigma no setor elétrico brasileiro**. Universidade de Salvador – UNIFACS. Regulação da Indústria de Energia. 2007. 160 p.(Dissertação de mestrado).
- VARELLA, F. K. O. M.; GOMES, R. D. M.; JANNUZZI, G. M. **Avaliação dos Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes - SIGFI's**. IEI América Latina e Procobre. Campinas/SP. Outubro 2009. 40 p.
- VIEIRA, C. E. A evolução recente do PRODEEM. II SNESF. Simpósio Nacional de Energia Solar Fotovoltaica. “Sistemas Fotovoltaicos em Eletrificação Rural”. Rio de Janeiro, 19 de maio de 2005.

Abstract. Brazil has the goal of achieving universal access to electricity by the end of 2010 through the governmental program Light for All. Thousands households need access, the great majority living in rural areas far distant from the closest distribution power grid. The big challenge is to adopt appropriate technological, institutional and regulatory solutions to this context. Decentralized or stand-alone power systems have an important role to play in this sense. The Resolution n° 83 approved in 2004 by the Brazilian Power Regulator (ANEEL) was an important regulatory landmark in regulating the use of Individual Power Systems From Intermittent Energy Sources (SIGFI's) as an alternative to provide electricity access by electricity distribution utilities within their universal access goals. Within some technological options, PV systems has being adopted by some distribution utilities as an alternative solution to grid expansion. After five years of the Resolution enactment, the present study has the objective of presenting an overview of SIGFI implementation by utilities in consonance to the Resolution n° 83/2004 given the lack of published information about it.

Key words: Photovoltaic solar energy, SIGFI, Alternative renewable energy sources, Photovoltaic systems