

## RESULTADOS OPERACIONAIS DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS FOTVOLTAICOS DOMICILIARES DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO ANEEL N<sup>o</sup>. 83/2004

**André Ricardo Mocelin** – mocelin@iee.usp.br

**Roberto Zilles** – zilles@iee.usp.br

Universidade de São Paulo, Instituto de Eletrotécnica e Energia.

**Federico Morante** – federico.trigoso@ufabc.edu.br

Universidade Federal do ABC, Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas.

### 7.2 Energização Rural

**Resumo.** *Este trabalho apresenta dados relativos a implantação de sistemas fotovoltaicos domiciliares (SFD) na comunidade de São Francisco do Aiucá, localizada na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM), no Estado do Amazonas. A instalação desses sistemas é o resultado de um projeto financiado com fundos setoriais, CT-Energ/MME/CNPq, para atendimento de comunidades isoladas na região Norte. O projeto foi desenvolvido no contexto da Resolução Normativa ANEEL N<sup>o</sup> 83, Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes (SIGFI), de 20 de setembro de 2004. No total foram instalados 19 sistemas que estão em operação de agosto desde 2005. O trabalho apresenta as características técnicas dos sistemas e os resultados operacionais do primeiro ano de funcionamento.*

**Palavras-chave:** *Eletificação Rural, Sistemas Fotovoltaicos Domiciliares, Universalização*

## 1. INTRODUÇÃO

O marco regulatório vigente está favorável à instalação de Sistemas Fotovoltaicos Domiciliares (SFD) no Brasil, pois, além da já instituída Lei 10.438/2002 que dispõe sobre a universalização de energia elétrica, em Setembro de 2004 a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, através da Resolução N<sup>o</sup>.83/2004, regulamentou o uso dos chamados SIGFI's - Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes. Tais sistemas, dos quais os SFD fazem parte, possuem um padrão mínimo de atendimento e indicadores de qualidade de energia.

Levando em conta esse contexto, surgiu o projeto denominado "Sistemas Fotovoltaicos Domiciliares" implantado na comunidade de São Francisco do Aiucá (latitude 02° 48' 03" Sul e longitude 65° 08' 11" Oeste), localizada próxima à cidade de Tefé no estado do Amazonas. O projeto contemplou a instalação de 19 SFD's do tipo SIGFI-13, isto é, com disponibilidade mensal garantida de energia de 13 kWh e distribuição em corrente alternada. Este é o padrão mínimo de atendimento dos SIGFI's, existem ainda as classes 30, 45, 60 e 80 kWh/mês.

No âmbito desse projeto, também se implementou um modelo de gestão, operação e manutenção dos sistemas com monitoramento das taxas de falhas/interrupção do serviço e do nível de satisfação dos usuários. O modelo de gestão adotado foi baseado na participação da comunidade e a meta é que os próprios comunitários possam encarregar-se do funcionamento e gestão dos sistemas.

O projeto está sendo desenvolvido através de um consórcio liderado pelo Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE-USP) tendo como parceiros o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM) e o Instituto Winrock Internacional – Brasil. A parceria estabelecida para a execução do projeto é de caráter interdisciplinar, contendo profissionais das áreas técnicas, das ciências humanas e da saúde.

Neste artigo são relatadas algumas etapas do projeto e apresentadas informações técnicas resultantes do acompanhamento sistemático da operação dos sistemas.

## 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS SISTEMAS

A configuração técnica adotada corresponde a um sistema fotovoltaico do tipo SIGFI-13 conforme Resolução Normativa ANEEL N° 83/2004. Esta configuração tem como base um controlador de carga de 20A, um gerador fotovoltaico de 200 Wp, um acumulador de energia de 150 Ah (24 Vcc) e um inversor cc/ca de 250W – 127 Vac. Também foram incluídos dispositivos de medição e proteção. A Fig. 1 mostra o diagrama unifilar da configuração adotada.

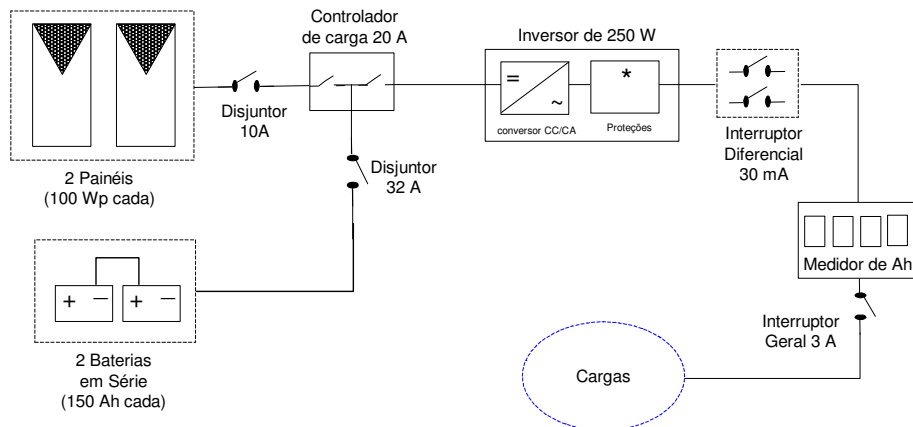


Figura 1- Diagrama unifilar da configuração elétrica adotada.

O quadro elétrico também conta com um disjuntor de 10A para proteção da corrente do módulo fotovoltaico, um disjuntor de 32A para proteção das baterias, um interruptor diferencial “DR” de 2 pólos com sensibilidade de 30 mA e um medidor de Ah para registrar o consumo em corrente alternada. Na etapa final se encontra um interruptor geral constituído por 2 disjuntores termomagnéticos de 3A (Zilles *et al.*, 2006).

No referente ao sistema de iluminação, nas residências foram instaladas lâmpadas fluorescentes compactas de 15 e 20W de cor amarela e vida útil de 8.000 horas. Quanto aos outros aparelhos de usos finais, algumas residências possuem televisão colorida com antenas parabólicas e seus respectivos receptores. Também existem ventiladores, radio-gravadores, liquidificadores, DVD’s, aparelhos de som, freezer’s, entre outros. Cabe mencionar que a comunidade já vinha utilizando a energia elétrica fornecida por um gerador Diesel geralmente funcionando 4 horas cada noite (Mocelin *et al.*, 2006). A Fig. 2 mostra o quadro elétrico no interior de uma residência da comunidade.



Figura 2- Quadro elétrico fixado na parede do interior de uma residência.  
[Foto: André Mocelin]

### **3. IMPLANTAÇÃO E MECANISMOS GESTÃO DOS SISTEMAS**

A introdução da tecnologia solar fotovoltaica na comunidade São Francisco do Aiucá seguiu o cronograma estabelecido no projeto. Assim, entre 30 de abril e 2 de maio de 2005 foi realizada a primeira viagem de campo. Nessa ocasião, junto com os membros da comunidade avaliaram-se os custos de operação e manutenção dos sistemas e, adicionalmente, discutiu-se a constituição de uma associação de usuários de sistemas fotovoltaicos domiciliares.

Depois dessa viagem, entre os meses de maio, junho e julho foram realizadas diversas atividades relacionadas com a materialização do projeto assim como a aquisição, preparação e transporte dos equipamentos até a comunidade. A implantação dos sistemas aconteceu entre 9 e 15 de agosto de 2005. No último dia, após a entrada em operação dos 19 sistemas, foi realizada uma reunião formal que teve como principal resultado a constituição do fundo para a manutenção dos mesmos. A Fig. 3 ilustra uma das residências eletrificadas e a Fig. 4 uma reunião na comunidade.



Figura 3. Vista externa de um domicílio da comunidade com SFD instalado.  
[Foto: André Mocelin]



Figura 4. Um dos momentos da reunião efetuada no dia 15 de agosto de 2005.  
[Foto: Federico Morante]

Nessa reunião foram eleitos dois comunitários, denominados Gestores do Fundo de O&M, que em conjunto com um representante do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), abriram uma conta conjunta na cidade de Tefé para depositar o dinheiro que mensalmente cada um dos usuários entrega. A comunidade decidiu iniciar o fundo com um depósito inicial de R\$ 150,00 por domicílio, que foi a quantia recebida pela construção dos abrigos das baterias. Na reunião foi acordado um pagamento de uma taxa mensal de R\$ 15,00.

Paralelamente às atividades para implantar o projeto, foi elaborado e discutido um “Regulamento dos Usuários dos Sistemas de Eletrificação Rural Fotovoltaica”. Após a entrada em operação dos sistemas, este regulamento foi aprovado numa reunião formal com a comunidade. No referente aos mecanismos de gestão, o regulamento deixa especificado que o fundo de manutenção será constituído por valores pagos a título de contribuição mensal para manutenção do sistema e valores provenientes da aplicação financeira de sua arrecadação. Estes recursos só poderão ser utilizados nos casos de manutenção dos sistemas instalados e reposição de baterias.

Este regulamento também se refere à instalação e manutenção dos sistemas. Assim por exemplo, estipula que a instalação dos mesmos estará condicionada à preparação do suporte para os módulos e abrigo de proteção para as baterias pelos associados, sob a orientação e supervisão dos técnicos do Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP e do IDSM. Como já foi mencionado, pela construção dos abrigos cada uma das 19 famílias recebeu um pagamento de R\$ 150,00.

Adicionalmente, o regulamento menciona que serão treinados 2 moradores selecionados dentre aqueles que demonstrarem interesse e facilidade de aprendizado e que receberão treinamento técnico necessário para auxiliarem na instalação e manutenção dos sistemas. Isso foi muito importante porque a formação dos técnicos locais é um passo fundamental para garantir a sustentabilidade do projeto.

No regulamento estão descritas as atribuições deste técnicos, assim por exemplo, eles deverão manter em estoque o material de reposição em quantidade proporcional ao número de sistemas instalados. Além disso, manterão registrado em livro próprio, o material, a data e os motivos da substituição, acompanhado da assinatura do usuário, bem como recolher ao almoxarifado o material inutilizado.

Depois de terem participado no processo de instalação, foram escolhidos os técnicos da comunidade responsáveis pela manutenção preventiva dos equipamentos. Adicionalmente, na própria comunidade foi constituído um estoque de reposição de controladores, inversores, luminárias e demais equipamentos.

Segundo o regulamento, os técnicos locais também deverão acondicionar em recipientes adequados o material inutilizado, para reciclagem ou destinação final, evitando a contaminação do meio ambiente. Junto a isso deverão manter os Gestores do Fundo de O&M informados da posição do estoque e do material substituído e prestar esclarecimentos e assistência técnica necessária aos usuários, quando solicitado.

Todos os usuários assinaram um termo de recebimento e contrato de cessão de uso de bem público gratuito. Esse documento contém a descrição técnica dos equipamentos que fazem parte do sistema fotovoltaico domiciliar tais como os módulos fotovoltaicos, as baterias, o quadro de controle e o inversor. Junto à assinatura do usuário aparecem as de duas testemunhas.

Por outro lado, os usuários foram informados que no sistema poderiam ligar televisores, ventiladores, rádio-gravadores, liquidificadores, DVD's e aparelhos de som, porém, com tempo de uso controlado por eles mesmo. Ressaltou-se que freezer's não poderiam ser conectados aos SFD's. O controle do consumo diário de eletricidade é realizado através da leitura do valor mostrado no medidor de Ah localizado no quadro elétrico.

Estas instalações entraram em operação entre os dias 14 e 15 de agosto de 2005. Na ocasião, cada família recebeu um guia para sistemas fotovoltaicos e um caderno contendo algumas explicações sobre o significado da comunicação luminosa proporcionada pelo inversor. O caderno também contém algumas planilhas para registrar tanto o consumo mensal de energia quanto o histórico da manutenção.

Embora no Art. 4º da Resolução Nº 83 da ANEEL se mencione que os equipamentos de medição deverão ser colocados quando a Disponibilidade Mensal Garantida seja superior a 30 kWh, com fins de pesquisa nos sistemas implantados foram instalados medidores de Ah. Assim, no primeiro dia de cada mês é realizada a leitura, por um técnico local, dos dados numéricos que aparecem no *display* dos medidores.

As atividades para a formação dos técnicos locais se referem a uma série de cursos de capacitação que são realizados na própria comunidade. Nelas participaram 11 pessoas escolhidas

pelos comunitários. Entretanto, o curso foi aberto e assistiram outros adultos e crianças. Dadas as características do grupo, constituída por pessoas alfabetizadas e analfabetas, os cursos foram planejados utilizando material visual e de fácil manuseio. Variáveis elétricas como tensão, corrente, potência e resistência foram explicadas utilizando circuitos simples construídos sobre tábuas de madeira. Esses *kits* didáticos, conforme mostra a Fig. 5, foram construídos no IEE/USP e possuem os mesmos dispositivos e acessórios encontrados nas instalações fotovoltaicas da comunidade.

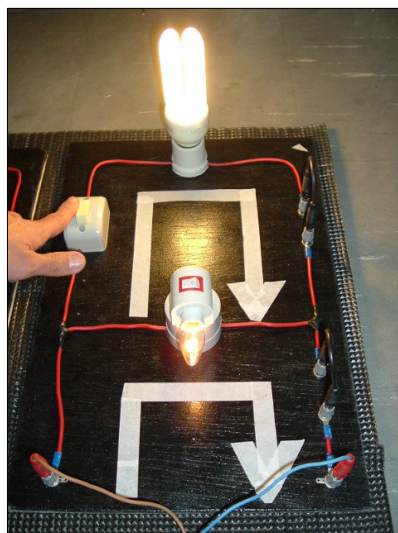


Figura 5- Aspecto das atividades do curso de capacitação realizadas nos *kits* didáticos.  
 [Foto: André Mocelin]

#### 4. RESULTADOS OPERACIONAIS

Na Tab. 1 são apresentados a carga instalada, os consumos mensais mínimo, médio e máximo de eletricidade e o consumo de água das baterias dos 19 SFD's na comunidade São Francisco do Aiucá no primeiro ano de funcionamento dos sistemas. Os valores de carga instalada referem-se às potências instaladas em cada SFD desde o primeiro dia de funcionamento. Ao longo do primeiro ano, a carga instalada em cada SFD aumentou em 15 deles e permaneceu igual em 4. O aumento médio de carga instalada em cada SFD foi de 127,03 W.

Tabela 1. Cargas e consumos de eletricidade e de água para as baterias dos 19 SFD's da comunidade de São Francisco de Aiucá entre Agosto de 2005 e Agosto de 2006.

SFD	Carga no início (W)	Carga após um ano (W)	Consumo Mensal Mínimo (kWh/mês)	Consumo Mensal Máximo (kWh/mês)	Consumo Mensal Médio (kWh/mês)	Consumo de Água das Baterias (Litros)
SFD1	106	437	6.15	14.22	9.84	< 1
SFD2	166	172	4.47	9.47	7.63	< 1
SFD3	55	55	1.49	3.72	2.76	< 1
SFD4	70	70	0.43	2.81	1.39	< 1
SFD5	70	70	0.85	4.94	2.78	< 1
SFD6	175	264	5.43	14.38	9.52	< 1
SFD7	85	166	1.29	8.35	5.13	< 1
SFD8	185	258	2.67	12.42	5.51	< 1
SFD9	161	221	0	7.43	4.52	< 1
SFD10	314	505	7.18	15.46	10.47	< 1

SFD11	199	199	0	8.90	4.99	Maior que 1
SFD12	125	140	1.95	11.84	7.26	< 1
SFD13	130	530	0	14.59	7.77	< 1
SFD14	211	636	4.79	11.17	7.89	Maior que 1
SFD15	197	677	5.55	11.38	8.07	Maior que 1
SFD16	300	715	5.67	11.16	8.14	Maior que 1
SFD17	198	236	7.26	13.48	8.88	Maior que 1
SFD18	55	142	1.57	11.33	6.60	< 1
SFD19	80	196	2.26	12.19	6.51	Maior que 1

Cinco sistemas tiveram valores mensais de consumo maiores que os requeridos pela classe de atendimento SIGFI13 da Resolução ANEEL N° 83. No entanto, os valores médios indicam todos os sistemas com consumo abaixo de 13 kWh/mês no primeiro ano de funcionamento dos SFD's. O consumo de água das baterias está relacionado com o consumo de eletricidade e com a temperatura no interior dos abrigos. Portanto, a localização e a construção dos abrigos podem contribuir para melhorar as condições ambientes para as baterias.

Além do consumo de eletricidade, ao longo do primeiro ano também foram registrados o número de lâmpadas trocadas, os tipos de interrupções do serviço de eletricidade e a duração de tais eventos. Tudo isso com a finalidade de atender o Art. 8° da resolução que se refere a manter um arquivo, para fins de fiscalização da ANEEL, contendo o indicador de continuidade "Duração de Interrupção por Unidade Consumidora (DIC)". Este indicador é determinado utilizando a Eq.(1).

$$DIC = \sum_{i=1}^n t(i) \quad (1)$$

**DIC** é a Duração das Interrupções por Unidade Consumidora considerada a qual se expressa em horas e por período de observação. **i** é o índice de interrupção na unidade consumidora no período de observação, variando de 1 a n. **t(i)** é o tempo de duração da interrupção (i) na unidade consumidora considerada no período de observação, expressa em horas. **n** é o número de interrupções na unidade consumidora considerada, no período de observação.

A determinação deste indicador serve para verificar a qualidade do serviço de tal forma que o Art. 6° ressalta que na apuração do indicador DIC deverão ser consideradas todas as interrupções. Existem algumas exceções tais como interrupções provocadas diretamente pelo consumidor por uso indevido de equipamentos e componentes do sistema. Também estão excluídas as interrupções de ordem técnica devido a desligamentos para manutenção de rotina com duração igual ou inferior a 72 horas e, além disso, aquelas provocadas por furtos ou vandalismo.

Adicionalmente, no Art. 10 da resolução aparecem os Padrões de Referência de DIC que as concessionárias deverão observar. Assim, para o indicador DIC mensal o padrão de referência será de 216 horas e para o indicador DIC anual de 648 horas. Como o projeto tenta fornecer subsídios operacionais para os futuros empreendimentos, todas estas recomendações foram levadas em conta. Desta maneira, a Tab. 2 mostra o comportamento dessas variáveis no período de Agosto de 2005 a Agosto de 2006.

Tabela 2. Quantidade de lâmpadas trocadas, interrupções no serviço de eletricidade e DIC mensal e anual dos 19 SFD's entre Agosto de 2005 e Agosto de 2006.

	Lâmpadas Trocadas	Interrupções do Serviço	DIC mensal (horas)	DIC anual (horas)
SFD1				
SFD2	3 x 20W			
SFD3	1 x 15W			

SFD4		Disjuntor diferencial	120	120
SFD5	1 x 15W			
SFD6	1 x 15W	Corte automático	24	24
SFD7				
SFD8	1 x 15W			
SFD9	2 x 20W			
SFD10	1 x 20W			
SFD11				
SFD12	1 x 20W	Corte automático	24	24
SFD13	1 x 15W	Conexão no quadro	168	168
SFD14		Corte automático	24	24
SFD15				
SFD16	1 x 15W	Corte automático	24	24
SFD17	1 x 20W	Corte automático	24	24
SFD18				
SFD19	1 x 15W			

Os Valores de DIC mensal e anual estão de acordo com os Padrões de Continuidade estabelecidos pela Resolução ANEEL N° 83 e aparecem iguais na Tab. 2 porque cada sistema sofreu somente 1 interrupção ao longo do primeiro ano. Foram trocadas 15 lâmpadas no primeiro ano de funcionamento dos 19 SFD's. Um dos principais fatores que contribuem para o aumento de lâmpadas trocadas é a fumaça advinda da queima de lenha nas cozinhas tradicionais de cada domicílio. Essas cozinhas possuem uma lâmpada fluorescente de 15 ou 20 W instalada em seu interior. Como se observa na Fig. 6, uma das soluções foi instalar lâmpadas móveis de tal forma que não fiquem expostas à fumaça.



Figura 6- Aspecto de uma lâmpada exposta à fumaça e a solução encontrada.  
 [Fotos: Federico Morante]

Outro fator que aumenta a troca de lâmpadas fluorescentes compactas é o mau manuseio com as mesmas. Foi preciso ressaltar as diferenças no manuseio das lâmpadas incandescentes, as quais são rosqueadas pelo bulbo, e das fluorescentes que não devem ser rosqueadas pelo bulbo. A interrupção causada pelo disjuntor diferencial no SFD4 demorou 5 dias para ser solucionada pelos comunitários. A interrupção causada por uma falha nas conexões do quadro elétrico do SFD13 demorou 7 dias para ser solucionada.

Durante o mês de Abril/06 ocorreram faltas de energia em 5 residências. Cada falta de energia teve a duração de uma noite e foi provocada pela seqüência de dias nublados e pelo uso abusivo dos sistemas por algumas famílias. Segundo informações dos comunitários, houve uma sucessão de dias nublados no mês dos cortes automáticos de alguns sistemas. O baixo nível de radiação solar durante

alguns dias e as cargas existentes nos SFD's, podem ter contribuído para que alguns sistemas atingissem o limite de 2 dias de autonomia, conforme prevê a Resolução ANEEL 83/2004.

Até o momento, nenhum componente dos 19 SFD's instalados sofreu avarias. As lâmpadas de reposição foram retiradas do almoxarifado existente na própria comunidade e as lâmpadas substituídas foram recolhidas em um local apropriado.

Quanto à rotina de manutenção preventiva, ao longo do primeiro ano de funcionamento do projeto, esta foi executada cinco vezes nos 19 SFD's. Estas intervenções foram realizadas por membros do IEE, IDSM e alguns comunitários. Os procedimentos dessa rotina estão relacionados à inspeção visual do estado dos componentes do SFD, verificação do nível de eletrólito nas baterias, medição da tensão das baterias, desarme do interruptor diferencial e teste do aterramento do sistema.

Além da análise de variáveis técnicas dos SFD's instalados na comunidade, o modelo de gestão também prevê o controle do fundo de Operação e Manutenção dos sistemas. Este controle se dá através do recolhimento das mensalidades dos usuários dos SFD's, realizados pelos Gestores do Fundo de O&M, e depósito em na conta poupança da comunidade. A Tab. 3 mostra o valor existente na conta poupança da comunidade em meados de Agosto de 2006.

Tabela 3. Valores referentes ao fundo de O&M dos 19 SFD's na comunidade São Francisco do Aiucá em Agosto de 2006.

Número de Sistemas	19
Valor da Mensalidade	15 reais
Número de meses	11
Depósito Inicial da Comunidade	2850 reais
Arrecadado com Mensalidades	2921 reais
Total em Julho de 2006	5771 reais
Valor esperado em Julho de 2006	5985 reais
Inadimplência total	214 reais
Inadimplência média por domicílio	11,3 reais

O regulamento dos usuários dos SFD's permite que cada domicílio atrase até três prestações mensais, mas existem algumas famílias que pagam suas mensalidades em dia ou até mesmo adiantadas. O fundo de O&M possuía R\$ 5771 no final do mês de Julho/06. Analisando o extrato bancário constata-se que faltam R\$ 214 ao fundo, o que soma aproximadamente 15 prestações em atraso. Como existem 19 sistemas, o nível de inadimplência ao fundo de O&M é, na média, menor que uma prestação por domicílio.

## 5. DISCUSSÃO

Pode-se dizer que, do ponto de vista técnico e regulatório, os sistemas fotovoltaicos instalados na comunidade estão em conformidade com a Resolução ANEEL N° 83/2004. Tanto nos quesitos de disponibilidade energética como também nos padrões de continuidade e qualidade de energia. A taxa de falhas dos componentes dos SFD (controladores, inversores, módulos e baterias) foi nula até o momento. No entanto, o número de lâmpadas fluorescentes substituídas foi relativamente alto, 15 trocas no primeiro ano de funcionamento.

A metodologia adotada no projeto busca equacionar os problema de maneira participativa, com envolvimento de organização de bases locais comprometidas com os resultados em longo prazo. Desta maneira, as tarefas programadas no projeto foram realizadas com boa participação da comunidade. Isto foi fundamental dado que a metodologia aplicada na implantação da tecnologia fotovoltaica salientou a participação plena da comunidade em todas as etapas do projeto.

Por outro lado, a utilização de produtos certificados, instalações com qualidade técnica e custos compatíveis com realidade econômica dos beneficiários também foram considerados no projeto. No



entanto, como aprendizado pode-se mencionar que a logística de transporte às comunidades remotas da Amazônia requer uma planificação complexa se comparada a outras regiões. Isto porque as distancias são muito grandes e os meios de transporte fundamentais são aéreos e fluviais. Obviamente isto eleva enormemente o custo da implantação dos projetos e deve ser considerado em todas as ações de implantação de projetos na região. A mesma consideração é válida para os custos de operação e manutenção.

Uma das maneiras de contornar esta situação é maximizando a utilização dos recursos locais, isto é, aproveitando ao máximo tudo o que, neste caso, as cidades de Manaus e Tefé podem oferecer em matéria de equipamentos. Claramente isto requer o estabelecimento de um mercado local com a capacidade de fornecer com qualidade e confiabilidade os diversos materiais a serem utilizados. Espera-se que no futuro as próprias concessionárias de eletricidade da localidade sejam as responsáveis pelo fomento e estabelecimento destas condições.

Outro importante aspecto se relaciona com a planificação prévia à etapa de implantação dos projetos. Isto porque apesar do cuidado na compra dos materiais e acessórios e no transporte dos mesmos, algumas importantes questões podem aparecer somente durante o trabalho de campo. Como aprendizado pode-se mencionar que todas as caixas fechadas entregues pelos fornecedores devem ser abertas sem exceção antes de seu envio a campo. Isto é imperativo, pois é a única maneira de verificar se o conteúdo das mesmas corresponde realmente ao solicitado e ao que o fornecedor diz.

Não se pode confiar mesmo em fornecedores antigos e experientes, dado que isso pode trazer aborrecimentos e contratempos. Dependendo do lugar isso pode conduzir até o fracasso do trabalho e às conseqüentes perdas econômicas e de tempo. Além disso, as caixas contendo ferramentas, equipamentos, acessórios, etc. devem levar externamente uma lista mostrando o que cada uma contém, isto para facilitar sua verificação e evitar a falta de materiais.

Uma das fundamentais questões aprendidas ao realizar as instalações internas é que os fios a serem utilizados, mesmo em sistemas elétricos de corrente alternada, devem ser de duas cores e independentes. Isto porque a utilização de fios paralelos de uma só cor dificulta o processo da montagem e pode conduzir ao erro ao momento de fazer as derivações.

Outra questão de particular importância que se observou após a entrada em operação dos sistemas é o aparecimento de interferência eletromagnética a partir do quadro elétrico de controle. Isto dificulta a captação de emissoras de radio e, de acordo ao observado, a fonte se encontra nos inversores CC/CA. Para tentar contornar o problema, foram feitos alguns testes com rádios para identificar qual é a melhor opção para solucionar o efeito de interferência dos inversores nas transmissões em AM. Apesar disso, os testes de compatibilidade eletromagnética dos inversores nas faixas de frequências utilizadas nos aparelhos de rádio da comunidade mostraram que os filtros EMI testados não resolveram os problemas de interferência. Mais testes com aparelhos multi-faixas, com medições simultânea em diferentes pontos e comunicação entre os técnicos com rádio-comunicadores devem ser realizados.

Como pode ser observado, após a etapa da implantação do projeto, começa outro fundamental momento que basicamente está relacionado com a manutenção, monitoramento e a formação e capacitação da equipe de técnicos tanto da cidade de Tefé quanto da própria comunidade. Também fica claro que após a implantação do projeto é preciso estabelecer uma rotina de manutenção preventiva contando com o apoio da equipe local. Isto se complementa com a constituição de um estoque de reposição de equipamentos, acessórios e luminárias. Assim, a constituição do almoxarifado com peças de reposição na própria comunidade foi um passo importante dentro das metas do projeto.

Além disso, foi constituído um fundo de operação e manutenção para garantir a substituições periódicas das unidades de acumulação. Constatou-se um aceitável nível de inadimplência por parte dos usuários dos SFD's. Em suma, a abordagem adotada leva em consideração que os resultados encontrados deverão ser analisados para futuras implantações de SFD's na região.

## **Agradecimentos**

Este trabalho foi possível graças ao apoio do Ministério das Minas e Energia através dos fundos setoriais CT-Energ/MME/CNPq, do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq.

## **REFERÊNCIAS**

ANEEL. 2004. Resolução Normativa N<sup>o</sup> 83, 20 de setembro de 2004.

Mocelin, A.; Zilles, R. e Morante, F. 2006. Instalações Fotovoltaicas Domiciliares em Comunidades que Possuem Geradores a Diesel. In Anais do XI Congresso Brasileiro de Energia, 16 a 18 de agosto de 2006, Rio de Janeiro, Vol. I, pp. 363-374.

Zilles, R.; Morante, F.; Mocelin, A.; Moura, E. e Ribeiro, C. 2006. Projeto piloto de implantação de sistemas fotovoltaicos domiciliares atendendo a Resolução Normativa ANEEL No 83/2004. In Anais do XI Congresso Brasileiro de Energia, 16 a 18 de agosto de 2006, Rio de Janeiro, Vol. II, pp. 1031-1042.

### **SOLAR HOME SYSTEMS IN AGREEMENT WITH ANEEL RESOLUTION N<sup>o</sup>. 83/2004: IMPLANTATION AND OPERATIONAL RESULTS**

**Abstract.** *This work presents solar home systems implantation (SHS) in the community of São Francisco do Aiucá, located in the Mamirauá's Reserve of Sustainable Development (MRSD), in Amazonas' State, Brazil. The installation of these systems is the result of a project financed with sectorial funds, CT-Energ/MME/CNPq, for communities' assistance isolated in the Northern region. The project was developed in the context of the Normative Resolution ANEEL N.83 September 2004, Electric power Generation by Individual Systems with Intermittent Sources (SIGFI). In the total were installed 19 systems that are in operation since August, 2005. The work shows the technical characteristics of the systems and the operational results of the first year of operation.*

**Key words:** Rural Electrification, Solar Home Systems