

PROBLEMAS E SOLUÇÕES EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AUTÔNOMOS NA AMAZÔNIA: O ESTUDO DE CASO DA POUSADA FLUTUANTE UACARI

Wilson Negrão Macêdo – wnmacedo@pq.cnpq.br

Marcos André Barros Galhardo – galhardo@ufpa.br

João Tavares Pinho – jtpinho@ufpa.br

Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Elétrica, Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas - GEDAE

Josivaldo Modesto – cesar@mamiraua.org.br

José de Almeida Penha – zepenha09@yahoo.com.br

Otacílio Soares Brito – Otacilio@mamiraua.org.br

Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá

Resumo. Este trabalho apresenta os principais problemas encontrados em instalações de sistemas fotovoltaicos na Região Amazônica e as ações a serem implementadas para a reestruturação e correta operação de tais sistemas. Esses problemas e soluções são exemplificados com base no diagnóstico e remodelamento da instalação fotovoltaica de 2,5 kW pertencente ao módulo central da Pousada Flutuante Uacari. Esse trabalho foi realizado como parte do convênio firmado entre o GEDAE e o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, para a avaliação de diversas instalações fotovoltaicas existentes na área de abrangência desse Instituto. Para finalizar o trabalho, alguns resultados operacionais são apresentados com o sistema já reestruturado.

Palavras chaves: Eletrificação Rural, Sistemas Fotovoltaicos Autônomos, Desenvolvimento Sócio-Econômico, Ecoturismo.

1. INTRODUÇÃO

A aplicação solar fotovoltaica é uma alternativa de geração de energia a partir de fonte renovável, capaz de contribuir substancialmente no atendimento e na sustentabilidade da demanda de energia elétrica em aplicações distantes da rede elétrica convencional, uma vez que o recurso solar está disponível em todo território nacional, particularmente em aplicações potenciais no Norte e Nordeste. Além do mais, essa aplicação pode promover o desenvolvimento sócio-econômico e minimizar problemas econômicos e ambientais causados pelo uso dos combustíveis fósseis.

Apesar de a energia solar fotovoltaica ser uma alternativa interessante e tecnicamente confiável para o atendimento de cargas isoladas da rede elétrica convencional, percebe-se que muitas instalações não funcionam de maneira adequada, sendo em algumas situações totalmente desacreditadas por parte dos usuários. Essa situação é consequência de vários fatores dentre os quais se destacam: falta de planejamento; erros na instalação; falhas na operação e falta de manutenção mínima necessária.

Considerando esse contexto, neste trabalho é apresentado o processo de revitalização de um sistema fotovoltaico, onde se tornam evidentes questões que levam a ocorrência freqüente da operação inadequada dos sistemas fotovoltaicos autônomos. Essa revitalização é resultado do convênio firmado no ano de 2007 pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM) com o Grupo de estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (GEDAE) da Universidade Federal do Pará (UFPA). Entre os objetivos da parceria do IDSM com o GEDAE, está o desenvolvimento de projetos utilizando energias renováveis e a capacitação de pessoal para atuar nessa área.

Com base em um diagnóstico detalhado foi possível a identificação de falhas cruciais que implicavam no funcionamento inadequado do sistema, o que culminou no remodelamento de toda a instalação, capacitação dos usuários e monitoramento parcial do sistema. Como contribuição pretende-se mostrar os erros cometidos no passado, as ações corretivas da nova instalação e alguns resultados operacionais do sistema revitalizado.

2. A POUSADA UACARI

A Pousada Uacari tem um conjunto de sete estruturas de madeira e cobertas com palha, construídas em cima de toras de madeira flutuantes sobre o rio. Todos os edifícios são ligados entre si através de passarelas flutuantes.

A Pousada foi projetada visando o mínimo impacto ambiental sobre o meio-ambiente com instalação de tecnologias apropriadas, como a coleta de água de chuva, aproveitamento da energia solar para eletricidade e aquecimento da água, e sistema de filtragem de dejetos. Este trabalho aborda somente o sistema fotovoltaico instalado no bloco central da pousada, indicado na Fig. 1.



Figura 1 – Foto aérea da Pousada Flutuante Uacari (IDS M).

A Pousada Uacari está ligada ao Programa de Turismo com Base Comunitária do Instituto Mamirauá. Seu planejamento e desenvolvimento foram realizados ao longo dos 10 últimos anos pelas comunidades locais, pesquisadores e técnicos do Instituto. A Pousada Uacari foi criada para oferecer serviços de lazer e hospedagem para ecoturistas que possuem um grande interesse em conhecer a Amazônia e contribuir com sua conservação.

A Pousada está inserida em um projeto de conservação da biodiversidade pioneiro no Brasil, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Seus objetivos principais são gerar renda para as comunidades locais, fortalecer a organização e capacitação comunitária e criar incentivos para que estas comunidades promovam a conservação e o manejo sustentável dos recursos naturais da área. A Pousada Uacari gera renda localmente através da compra de produtos e serviços locais e através dos seus lucros que são divididos entre o sistema comunitário de vigilância envolvendo 7 (sete) comunidades locais - que investem parte dos lucros em projetos de desenvolvimento comunitário para melhoria de qualidade de vida de seus integrantes e na defesa da área protegida contra a exploração ilegal dos recursos naturais da Reserva. Além disso, a Pousada apóia os projetos de pesquisa locais que fornecem subsídios científicos para a conservação da área natural (Bezerra, 2005).

Em 2003, a Pousada Uacari foi premiada pela Revista Condé Nast Traveller, como o melhor destino de ecoturismo do planeta, bem como recebeu o prêmio de turismo sustentável da Revista Smithsonian, na categoria Conservação. A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM) foi a primeira unidade de conservação desta categoria implantada no Brasil e situa-se na confluência entre os Rios Solimões e Japurá, Fig. 2. A cidade de Tefé, no Estado do Amazonas, é o portão de entrada à Reserva devida sua proximidade. Anualmente, o nível da água oscila entre 10 e 12 metros devido ao aumento das chuvas e ao degelo da cordilheira dos Andes, isso implica em variações significativas na orientação da pousada.



Figura 2 – Localização da Reserva Mamirauá, na qual a Pousada Uacari está inserida, Área de Ecoturismo (Bezerra, 2005).

3. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Antes de qualquer ação relacionada à fase de reestruturação do sistema, realizou-se um diagnóstico detalhado das instalações existentes no Módulo Central da Pousada Flutuante Uacari. Esse diagnóstico consistiu em atividades de campo onde as informações foram obtidas por meio de entrevistas, levantamentos, tomadas de fotos e medições de parâmetros elétricos sobre as reais condições das instalações locais. Neste tópico são apresentados os resultados obtidos a partir desse diagnóstico.

3.1 Levantamento dos Equipamentos Existentes na Instalação

Como resultado preliminar, apresenta-se o levantamento dos principais equipamentos que constituem o sistema de produção e consumo de energia elétrica, pertencente ao bloco central da pousada flutuante Uacari. Na Tab. 1 constam todos os equipamentos levantados além de informações fornecidas pelos funcionários da pousada, que junto com a potência instalada no local, foi possível obter uma estimativa do consumo médio diário de eletricidade kWh.

Tabela 1 – Equipamentos do sistema de produção e consumo de eletricidade.

Sistema Fotovoltaico				
Equipamento	Quantidade	Potência ou Capacidade (Wp) ou (Ah)	Total (Wp) ou (Wh)	Energia diária útil (Wh)
Painel FV	20	125 Wp	2.500 Wp	8.000 ¹
Panel FV	4	75 Wp	300 Wp	
Painel FV	4	50 Wp	200 Wp	
Bateria	18	150 Ah	32.400 Wh	6.480 ²
Carga Instalada				
Equipamento	Quantidade	Potência (W)	Tempo de uso (h)	Consumo estimado (Wh)
TV 29"	1	100	4	400
DVD	1	20	2	40
Microsystem	1	20	1	20
Ventilador	4	138	4	2.208
Liquidificador	1	300	1/4	75
Batedeira	1	175	1/4	44
Freezer	1	290	8	2.320
Lâmpadas	34	20	5	1.700 ³
Computador	1	120	4	480
Consumo diário total estimado				7.287
Potência total instalada (W)				2.257

Nota-se que os equipamentos de produção de eletricidade totalizam 3.000 Wp distribuídos em módulos de 125 Wp, 75 Wp e 50 Wp. Considerando-se somente a parcela correspondente aos 20 módulos de 125 Wp, uma vez que os demais módulos podem ser remanejados para outras instalações na Pousada, é possível estimar a disponibilidade energética do sistema fotovoltaico autônomo. De acordo com as informações contidas na Tab. 1, a capacidade de produção do gerador fotovoltaico (8.000 Wh) é compatível com o consumo estimado da edificação (7.287 Wh), o que implicou na conclusão de que não haveria necessidade de gastos adicionais para aquisição de painéis fotovoltaicos. Vale ressaltar que apesar do consumo estimado incluir um freezer, um uma batedeira e um liquidificador, estes não estavam sendo alimentados pelo sistema original, em função de problemas técnicos que são apresentados mais adiante.

Quanto à capacidade de armazenamento do banco de bateria (6.480 Wh) percebe-se que, para uma profundidade de descarga de 20%, este necessitaria de um acréscimo de duas baterias de 150 Ah para atender o consumo estimado da edificação (7.287 Wh), o que implicará em um pequeno aumento na autonomia de 2,2 para 2,5 dias, aproximadamente.

3.2 Principais Problemas Encontrados

¹ Considerou-se para este cálculo 4 Horas de Sola Pleno (HSP) além das perdas no banco de bateria e inversor.

² Valor obtido considerando 20 % de profundidade de descarga do banco de bateria, visando o prolongamento de sua vida útil. Para uma profundidade de descarga máxima de 50 %, valor atingido somente em dias nublados, se extrairá da bateria 16.200 Wh, o que de acordo com o consumo estimado, daria 2,2 dias de autonomia.

³ Foi utilizado um fator de coincidência de 50 %.

Com base na inspeção dos principais equipamentos que constituem o sistema de produção e consumo de energia elétrica, foi possível identificar vários aspectos que esclareciam o funcionamento do sistema inadequado do sistema original. A seguir são relatados alguns dos principais problemas encontrados.

3.2.1 Gerador Fotovoltaico

Um dos primeiros problemas identificados foi a instalação dos módulos FV em local de difícil acesso, que tornava a manutenção do gerador fotovoltaico impraticável (limpezas periódicas dos módulos, eliminação de maus contatos, etc.). A Fig. 3 mostra os detalhes da instalação dos módulos no topo do bloco central da Pousada. A única maneira que se tinha acesso aos módulos fotovoltaicos era escalando a cobertura de palha até o topo, fazendo da manutenção um processo trabalhoso e perigoso.



Figura 3 – Detalhes do gerador fotovoltaicos instalado no topo do bloco central.

Além da dificuldade de acesso, outros fatores considerados importantes e que contribuíram para fracasso do sistema fotovoltaico foram: módulos de diferentes capacidades conectados no mesmo gerador fotovoltaico, comprometendo o rendimento dos módulos de maior potência; conexões entre módulos inadequadas e com a fiação exposta à radiação ultravioleta; forma de fixação rudimentares dos módulos na estrutura, por meio de arames e cabos elétricos,. A Fig. 4, Fig. 5 e Fig. 6 dão detalhes desses erros.



Figura 4 – Módulos de tamanhos diferentes constituindo um mesmo gerador.

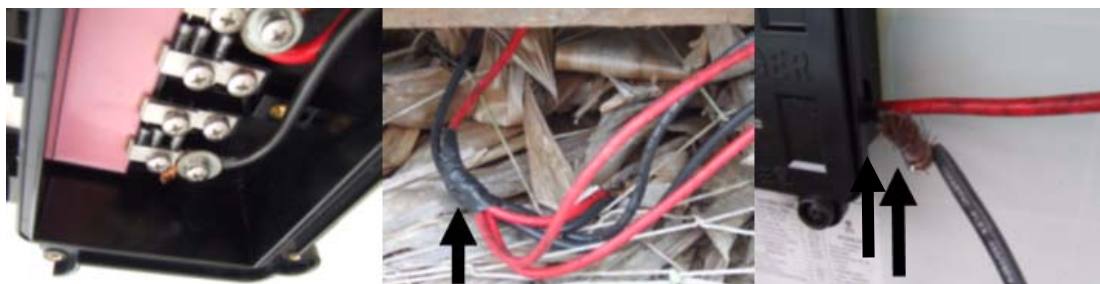


Figura 5 – Conexões elétricas sem conectores apropriados e sem o isolamento adequado.



Figura 6 – Módulos amarrados na estrutura de madeira por meio de cabos elétricos e arames, além dos cabos expostos a radiação solar.

3.2.2 Banco de Baterias

Outro aspecto tão importante quanto os erros apresentados encontrados no gerador fotovoltaico está relacionada a configuração do sistema. Com tensão em 12 volts, inadequada para o porte do sistema, implicava na operação com correntes elevadas no lado CC, o que fazia necessário a utilização de cabos com bitolas superiores aos cabos encontrados na conexão entre o banco de baterias e o inversor (ocasionando queda de tensão), acrescido de uma instalação confusa, tal como mostra a Fig.7.



Figura 7 – Banco de baterias em 12 volts e detalhes das conexões confusas entre os controladores de carga e o mesmo banco.

3.2.3 Sistema de Distribuição

As cargas utilizadas no Bloco Central da Pousada eram alimentadas algumas em CC (cargas de iluminação) e outras em CA. O que se percebeu foi um sistema de distribuição confuso e sem nenhuma padronização. Sendo o número maior de cargas em corrente contínua, observou-se uma dificuldade no processo de manutenção, principalmente no que se refere à disponibilidade e custo dos reatores/inversores eletrônicos necessários para o sistema de iluminação.



Figura 8 – Detalhes da fiação que constituía o sistema de distribuição e o sistema de iluminação.

4. REESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÔNOMO

Todas as atividades, desenvolvidas no decorrer da reestruturação do sistema fotovoltaico autônomo e das instalações elétricas do Bloco Central da Pousada Flutuante Uacari, foram realizadas com base no diagnóstico apresentado anteriormente, respeitando as restrições econômicas sem comprometer a confiabilidade e de modo a impactar o mínimo possível nas atividades diárias dos usuários, sendo eles funcionários ou turistas. Para isso procurou-se desenvolver todas as etapas possíveis que não implicassem na alteração do banco de baterias, uma

vez que este ainda estava sendo demandado pelos usuários. Todas as etapas da reestruturação foram realizadas utilizando-se ao máximo tanto a mão-de-obra quanto materiais existentes na região. A seguir são apresentados detalhes da configuração e das várias etapas de instalação do sistema fotovoltaico já remodelado.

4.1 Elaboração das Caixas Auxiliares

Antecedendo a nova configuração do banco de baterias e do gerador fotovoltaico, estava à preparação das caixas de condicionamento de potência, conexões e barramentos. A Fig. 9 e Fig. 10 mostram detalhes da elaboração e instalação das caixas para condicionamento dos inversores, conexão dos geradores fotovoltaicos e de condicionamento dos barramentos positivos e negativos do banco de baterias. O objetivo principal da confecção das caixas é prover facilidades na instalação e manutenção do sistema.



Figura 9 – Confecção dos barramentos e caixas auxiliares.



Figura 10 - Montagem das caixas trabalhadas na etapa anterior.

Posteriormente à preparação das caixas mencionadas, o próximo passo consistiu na montagem destas no quadro já instalado no forro do bloco central da Pousada Uacari e na varanda, de modo a facilitar o processo de conexão entre as diversas partes que formam o sistema de produção e condicionamento de eletricidade.

4.2 Montagem dos Geradores Fotovoltaicos

Após a fixação das caixas contendo os equipamentos que constituem o painel de condicionamento de potência, e com o objetivo de se realizar o máximo de atividades possíveis sem interferir no dia-a-dia dos usuários do Bloco Central, passou-se então à etapa de montagem dos módulos fotovoltaicos.

Como foi demonstrado anteriormente, um dos problemas relacionado ao gerador fotovoltaico era a dificuldade ao acesso dos módulos que o compunha. Para solucionar esse problema optou-se pela transposição para a fachada com orientação 15° noroeste e fixação em estrutura metálica do gerador fotovoltaico, facilitando a instalação e limpeza dos módulos fotovoltaicos. A Fig. 11 ilustra o novo posicionamento adotado para os módulos fotovoltaicos bem como a localização do acesso necessário para a instalação e manutenção dos mesmos.



Figura 11 – Novo posicionamento dos módulos fotovoltaicos.

Vale ressaltar que para a realização desta etapa foi necessária a construção de uma escada que possibilitasse, por meio de uma abertura no telhado superior, o acesso ao local onde foram instalados os módulos fotovoltaicos, facilitando também as manutenções futuras. A Fig. 12 mostra os detalhes que vão desde a construção da escada de acesso, abertura do acesso, fixação e conexões elétricas dos módulos fotovoltaicos.



Figura 12 – Etapas da instalação dos módulos fotovoltaicos.

Os módulos fotovoltaicos foram instalados no telhado, com inclinação de aproximadamente 17° e orientação mais adequada possível, uma vez que a orientação da edificação varia de acordo com os períodos de seca e cheia, situando-se entre $\pm 20^\circ$ com relação ao norte geográfico. As conexões elétricas entre os módulos fotovoltaicos foram realizadas de modo a se obter dois sub-geradores fotovoltaicos com 1.250 Wp cada um. Cada sub-gerador é conectado ao banco de baterias por meio de um controlador de carga de 40 A. O diagrama da Fig. 13 apresenta maiores detalhes da configuração de cada sub-gerador.

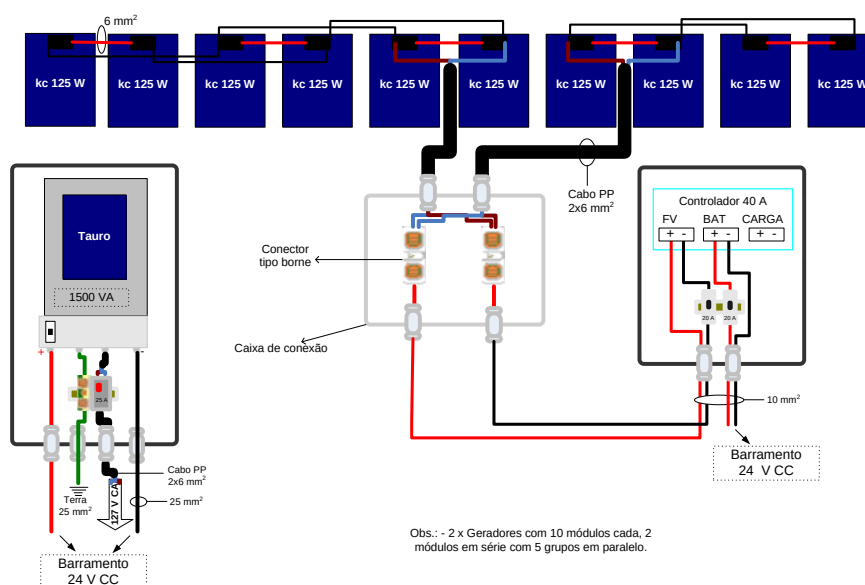


Figura 13 – Diagrama esquemático de cada sub-gerador.

4.3 Montagem do Banco de Baterias

Adotar uma nova configuração para o sistema fotovoltaico passava inicialmente por substituir a tensão de sistema de 12 V por 24 V, encurtar a distância entre o banco de bateria e os inversores e redimensionar a bitola dos cabos. A Fig. 14 ilustra a configuração do novo banco, com a inclusão de quatro barramentos CC, dois positivos e dois negativos, para facilitar na implantação, operação e manutenção do sistema.

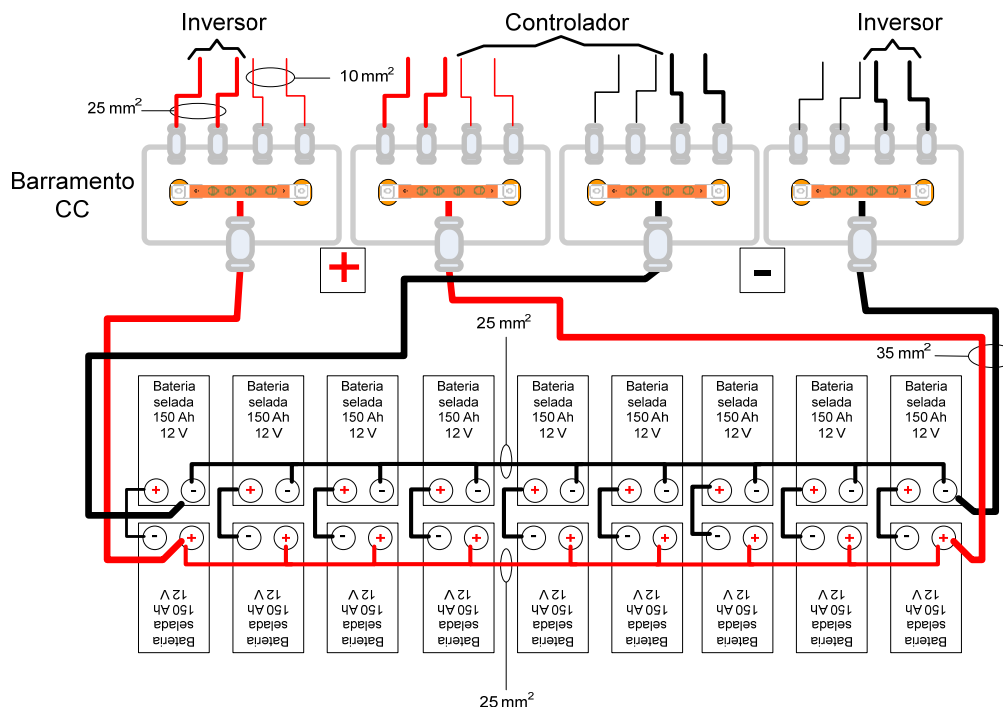


Figura 14 – Configuração do banco de baterias.

Com os geradores fotovoltaicos já instalados, iniciou-se o processo de montagem do banco de baterias, atividade esta também realizada por etapas, com o objetivo de não prejudicar o atendimento dos poucos pontos de luz ainda atendidos pelas mesmas baterias a serem usadas na nova figuração em 24 volts. Foram adicionadas 2 baterias nas 18 baterias já existentes, compondo um banco com 20 baterias de modo a garantir uma profundidade de descarga diária próxima a 20%, e assim, prolongar a vida útil das mesmas. A figura 15 mostra o banco de baterias já instalado, e logo acima o painel contendo os barramentos, inversores e controladores.



Figura 15 – Detalhes do banco de baterias e painel com os equipamentos de condicionamento de potência.

4.4 Instalação Elétrica Predial do Bloco Central da Pousada Uacari

Esta etapa consistiu no remodelamento dos circuitos de distribuição, tornando-os muito mais simples e padronizados. Para isso, os circuitos foram divididos em quatro, sendo cada um deles alimentado por um inversor de 1.500 VA, tal como mostram a Fig. 16 e Fig. 17. A escolha de quatro inversores está fundamentada no aumento da confiabilidade de suprimento do sistema, no possível aumento da demanda e na melhor relação custo benefício apresentada pelos mesmos na época de aquisição dos equipamentos.

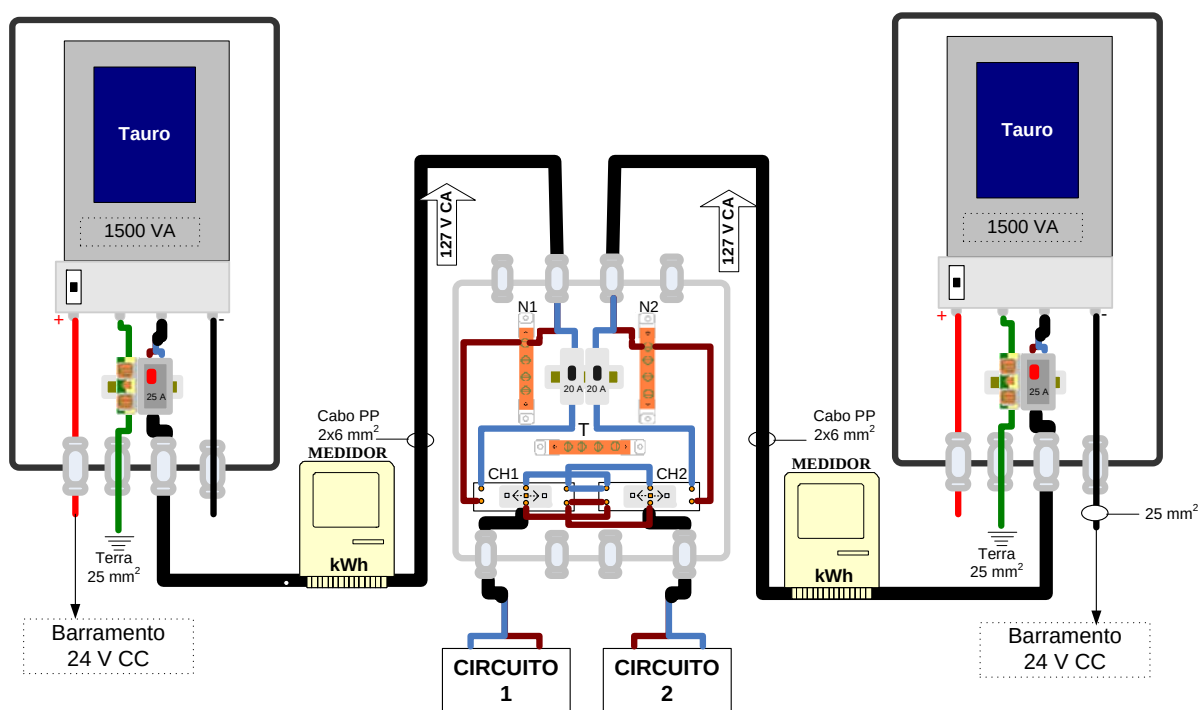


Figura 16 – Diagrama esquemático dos inversores e quadro de distribuição alimentando os circuitos 1 e 2.

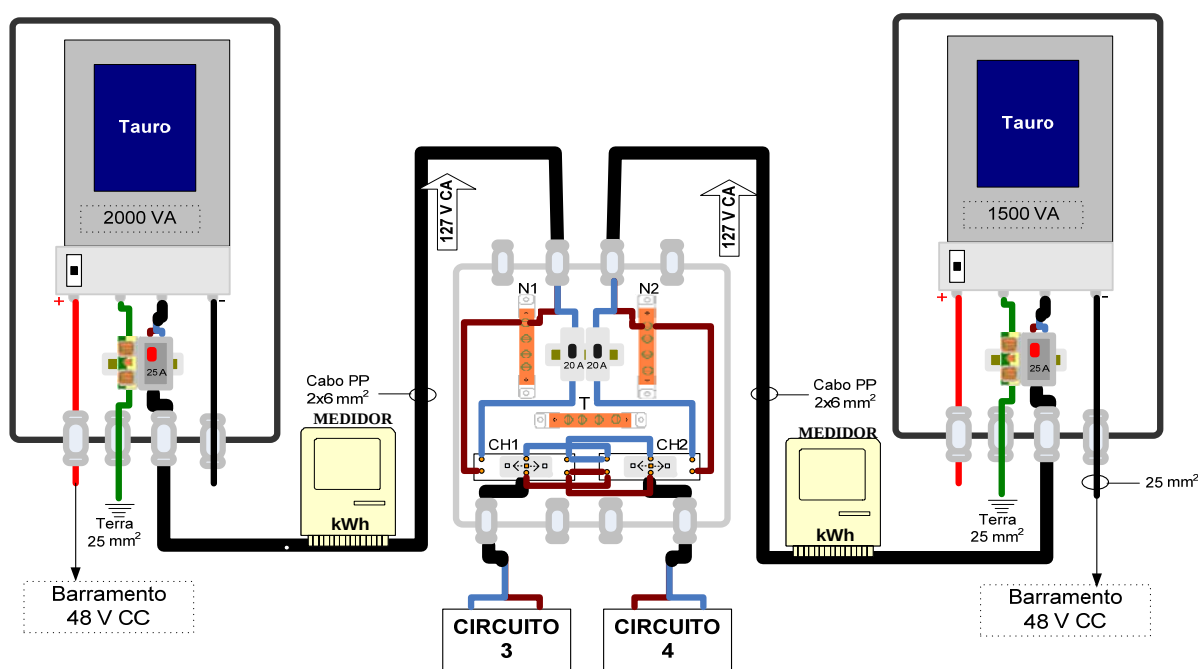


Figura 17 – Diagrama esquemático dos inversores e quadro de distribuição alimentando os circuitos 3 e 4.

Além da reestruturação dos quadros gerais de distribuição (Fig. 18), que permitem a utilização de um inversor por circuito ou de um inversor alimentando cada dois circuitos ao mesmo tempo (deixando o outro em “stand by”), dependendo da necessidade, foram incluídos também medidores de energia que permitem o monitoramento da quantidade de energia consumida na edificação, o que permitirá ter um maior respaldo com relação à possibilidade de ampliação ou não do consumo, permitindo também a comparação com o consumo estimado apresentado na Tab. 1.



Figura 18 – Quadros de distribuição com chaves auxiliares que permitem a alimentação de dois circuitos por um mesmo inversor.



Figura 19 – Instalação dos medidores de energia e voltímetro digital.

Adicionalmente aos medidores de energia elétrica, um voltímetro digital foi instalado no piso superior do flutuante central (Fig. 19), proporcionando a visualização do nível de tensão do banco de baterias, o que possibilita aos usuários uma utilização mais adequada dos sistemas de produção e armazenamento de eletricidade e, conseqüentemente, a otimização do consumo de energia elétrica. Uma segunda etapa desse trabalho prevê a instalação de medidores digitais com registro de memória de massa, o que permitirá um detalhamento mais apurado sobre este parâmetro.

No que se refere às cargas, a principal modificação foi realizada no sistema de iluminação (Fig. 20). Foram tomadas medidas que permitissem o aumento do fluxo luminoso e a praticidade de instalação e manutenção. Para isso, optou-se pela redução do pé-direito e a utilização de lâmpadas fluorescentes compactas, o que resultou em uma solução bastante simples, econômica e eficiente, uma vez que antes se utilizava lâmpadas CC que, segundo relato dos funcionários da pousada, implicava em problemas constantes devido aos inversores individuais necessários, adicionalmente a dificuldade de encontrar estes equipamentos na região e até mesmo em outros Estados.

Com o atendimento de todas as cargas em CA, foi possível também alimentar um freezer, uma batedeira e um liquidificador (os que constam na Tab. 1). Antes essas cargas eram atendidas por um grupo gerador a diesel, pois os inversores instalados no sistema antigo, além de apresentarem a forma de onda quadrada modificada, não possuíam potência de surto para suprimento dessas cargas.



Figura 20 – Detalhes do sistema de iluminação, com a redução do pé-direito, e sua funcionalidade ao anoitecer.

Para finalizar a etapa relacionada à instalação elétrica predial, faltava apenas o sistema de aterramento, antes inexistente. A questão era: como se fazer um sistema de aterramento em uma edificação flutuando sobre a água? Para isso, analisou-se do ponto de vista de que em sistema de aterramento os aspectos mais importantes, além da geometria da malha utilizada, são as propriedades do solo no entorno do mesmo. Com base nesse ponto de vista, considerou-se que as massas das toras de madeira encharcadas possam funcionar como um caminho alternativo para o escoamento de descargas indesejáveis. Dessa forma, fez-se uma malha de aterramento composta por hastes de aço-cobreadas fincadas nas bóias de madeira e distribuídas de forma a contornar todo o flutuante, sendo estas interligadas por cabo de cobre nu. A figura 21 apresenta detalhes da instalação do sistema de aterramento.



Figura 21 - Sistema de aterramento.

5. CURSO DE CAPACITAÇÃO NA POUSADA UACARI

Após a conclusão de todas as etapas de reformulação do sistema fotovoltaico autônomo que agora supre o bloco central da pousada Uacari, restava continuar o processo de capacitação dos usuários da pousada que se iniciou durante a instalação do sistema e que continua até hoje, por meio de visitas a instalação. Nesse sentido, em outubro de 2007, foi realizado um curso de capacitação para onze funcionários da pousada Uacari, com o objetivo de transmitir os conhecimentos básicos necessários para a operação do novo sistema fotovoltaico. Todas as atividades propostas na capacitação foram desenvolvidas no próprio Bloco Central, com uma fase teórica e outra fase prática. Na fase teórica foram utilizados os meios didáticos disponíveis na Pousada, como por exemplo, projetor multimídia, DVD, TV, etc. Enquanto que na parte prática utilizaram-se dois kits didáticos que simulam o funcionamento de um sistema real, facilitando a compreensão dos conceitos abordados. As Fig. 22 e Fig. 23 demonstram essas duas fases.



Figura 22 – Capacitação dos funcionários da pousada Uacari: Aulas teóricas utilizando-se os meios didáticos disponíveis na pousada.



Figura 23 – Capacitação dos funcionários da pousada Uacari: Aulas práticas utilizando-se kits didáticos sobre o funcionamento de sistemas fotovoltaicos.

A divisão da capacitação em duas fases facilitou o entendimento sobre o princípio de funcionamento do sistema da pousada propriamente dito, onde posteriormente se finalizou a parte prática com os funcionários

operando o sistema. Também foram repassados os procedimentos para manutenção preventiva do sistema e ainda simularam-se diferentes situações para que os funcionários apresentassem o diagnóstico e a resolução de problemas em vários pontos das instalações do sistema fotovoltaico do Bloco Central.

6 RESULTADOS OPERACIONAIS

A Fig. 24 mostra os dados de consumo para alguns meses desde a implantação do sistema, onde pode se constatar um consumo inferior ao estimado na Tab. 1. A redução no consumo observada demonstra a importância do processo de capacitação, monitoração da tensão do banco e conscientização quanto ao uso racional energia elétrica. Esses parâmetros permitiram constatar que o sistema tem plenas condições de alimentar mais equipamentos, o que levou aos funcionários da pousada a decidirem pela aquisição de mais um freezer, eliminando os gastos com gelo, o que correspondia a um custo mensal que variava de R\$ 500 a R\$ 800 por mês.

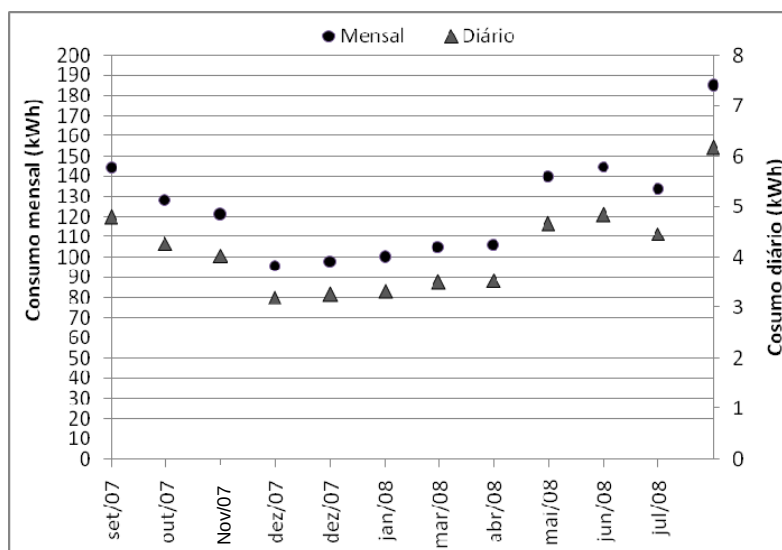


Figura 24 – Consumo mensal e diário de eletricidade no módulo central da Pousada Flutuante Uacari.

Vale ressaltar que desde sua implantação não houve nenhum registro de falha do sistema e que a credibilidade da energia solar fotovoltaica, antes inexistente, aos poucos vem sendo recuperada, de acordo com as manifestações dos próprios funcionários.

7 CONCLUSÕES

Constata-se que muitos dos problemas associados à energia solar fotovoltaica estão relacionados a inexistência de mão-de-obra qualificada para a sua adequada instalação e/ou a falta de conhecimentos básicos aos usuários responsáveis pela operação e manutenção do sistema. Neste trabalho foi possível relatar alguns dos principais problemas encontrados em muitas instalações fotovoltaicas espalhadas pela região amazônica, apresentando-se o estudo de caso do bloco central da Pousada Flutuante Uacari, onde foi possível constatar a carência de orientação técnica por parte dos usuários e operadores do sistema, além de mostrar as ações implementadas para o correto funcionamento da instalação fotovoltaica,

Com o auxílio do voltímetro digital (Fig. 19) e com o esclarecimento da importância de se monitorar a tensão da bateria, como um indicativo de seu estado de carga, permitiu aos funcionários um uso mais adequado do sistema, possibilitando uma operação mais otimizada envolvendo demanda, produção e armazenamento.

Constata-se também que a utilização de kits didáticos no processo de capacitação possibilita um entendimento maior sobre os princípios básicos de funcionamento do sistema fotovoltaico, diminuindo a distância entre os usuários e a tecnologia a eles apresentada, uma vez que, na maioria das vezes, essas pessoas não têm conhecimento algum sobre os conceitos de eletricidade.

Com relação ao consumo da edificação, os resultados obtidos a partir do monitoramento demonstram a importância de se obter informações mais precisas e que permitam auxiliar na orientação para uma utilização mais otimizada do sistema. Isso pode ser observado quando se compara as capacidades de produção e armazenamento do sistema com o consumo médio registrado através dos medidores de energia, onde nota-se que o sistema pode ser mais bem aproveitado. Essa constatação deu respaldo aos moradores para aquisição de mais um freezer, equipamento este escolhido devido à grande necessidade desse eletrodoméstico na pousada e responsável pelo aumento observado no mês de agosto.

Vale ressaltar que algumas medidas como reorientação do módulo central direcionando o gerador fotovoltaico para a posição ótima, bem como o aumento da capacidade do banco de baterias podem melhorar significativamente o desempenho do sistema.

Agradecimentos

Este trabalho é baseado em estudos apoiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil, Universidade Federal do Pará, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e SEDECT/PA - Secretaria de Estado de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia do Estado do Pará.

REFERÊNCIAS

Bezerra, N. 2005. Os Ecoturistas Estão Chegando: Aspectos da Mudança Social na RDS Mamirauá, AM, Dissertação de Mestrado, PDTU, UFPA, BELÉM.

PROBLEMS AND SOLUTIONS OF STAND ALONE PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN THE AMAZON REGION: THE CASE STUDY OF UACARI FLOATING LODGING HOUSE

Abstract. *This work presents the main problems found in the installation of photovoltaic systems in the Amazonian Region and the actions to be implemented for the restructuring and correct operation of such systems. Those problems and solutions are exemplified based on the diagnosis and remodeling of the 2,5 kWp photovoltaic installation belonging to the central module of the Uacari Floating Lodging House . The work was accomplished as part of the agreement between GEDAE and Mamirauá Institute of Sustainable Development in order to assess several photovoltaic facilities in the coverage area of the Institute. Concluding the work, some operational results are presented with the system already restructured.*

Keywords: *PV Rural Electrification, Solar Home Systems, Sustainability Program, Stand Alone Photovoltaic Systems.*