

Centros de Demonstração Tecnológica: difusão de conhecimento em Energias Renováveis



- (1) Barco Escola Samaúma - AM
- (2) Senai Taguatinga - DF
- (3) Senai São Luís - MA
- (4) Projeto Solaris Senai-Curitiba

Esta edição do **CRESESB Informe** é integralmente dedicada à implantação de novos Centros de Demonstração Tecnológica, que ampliarão a difusão de conhecimento em energias renováveis em todo o país.

Trata-se de uma parceria entre o Cepel e o Senai, com recursos do Ministério de Minas e Energia - MME, visando à criação de quatro Centros de Demonstração localizados nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil.

Acredita-se que esta iniciativa promoverá, de forma expressiva, a divulgação e disseminação das tecnologias destinadas ao aproveitamento das energias solar e eólica, contribuindo também para a formação de pessoal técnico qualificado nestas áreas.

Alta Atividade em Energia Solar

É notório que estamos presenciando, atualmente no Brasil, um significativo crescimento no interesse público e nos investimentos em energia solar fotovoltaica, fenômeno este decorrente de uma conjunção de fatores favoráveis em nível nacional e internacional.

A publicação internacional denominada *Unlocking the Sunbelt Potential of Photovoltaics (Third Edition, March 2011, EPIA)*, por exemplo, classificou o Brasil entre os países de melhores oportunidades para a aplicação de sistemas fotovoltaicos, a partir de um levantamento que considera inúmeros indicadores.

Esta conjunção favorável tem contribuído para o surgimento de inúmeros novos *stakeholders* no país, entre eles muitas empresas da área que aqui vem se instalando, bem como para o florescimento de novas iniciativas.

Entre os projetos já concretizados pode-se mencionar a UFV MPX Tauá (Tauá-CE), operando comercialmente desde abril de 2011 com potência instalada de 1MWp, e previsão de expansão para 5MWp, além do sistema conectado à rede da UTE Norte Fluminense (Macaé-RJ), com 320kWp, que se encontra em operação desde fins

de junho de 2011, integrado à edificação por meio de uma estrutura metálica de beleza arquitetônica.

Outros projetos, estes em fase de licitação para contratação, incluem o “Projeto Megawatt Solar” da Eletrosul, visando a instalar um sistema conectado à rede com 1MWp em seu edifício-sede em Florianópolis-SC, o “Projeto Mineirão Solar”, da Cemig, que irá dotar a cobertura do estádio Mineirão em Belo Horizonte-MG de um sistema fotovoltaico, como parte das obras para a Copa do Mundo 2014, e um projeto análogo no Estádio de Pituçu em Salvador-BA.

Não se pode deixar de mencionar também a Chamada Nº 13/2011 Aneel, destinada a projetos estratégicos prevendo sistemas conectados à rede de até 3MWp, que recebeu cerca de 18 propostas em fins de outubro de 2011, as quais se encontram em análise na Agência.

Posto este ambiente dinâmico, é presumível que a demanda por mão de obra qualificada em todos os níveis na área de energia solar fotovoltaica tenda a apresentar crescimento expressivo. Face a isto, entendemos que a contribuição do Cresesb na criação de quatro Centros de Demonstração de



Energias Renováveis, em diferentes regiões do país, vai totalmente ao encontro desta demanda. Os projetos foram frutos de parceria com o Senai, entidade de abrangência nacional e reconhecida competência em qualificação de pessoal, tendo sido financiados com recursos provenientes do Ministério de Minas e Energia - MME.

A divulgação desta iniciativa é o objeto do presente Informe Cresesb, que esperamos servir de inspiração aos leitores para muitas outras atividades na área, e uma referência para voos cada vez mais ousados.

Marco Antonio Galdino
Pesquisador
Deptº de Tecnologias Especiais
DTE - Cepel



Centro de Referência para
Energias Solar e Eólica Sérgio
de Salvo Brito - CRESESB
Cepel

Os artigos assinados são de
responsabilidade dos autores.

Albert Cordeiro Geber de Melo
Diretor Geral - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

Roberto Pereira Caldas
Diretor de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Jorge Nunes de Oliveira
Diretor de Gestão e Infraestrutura

Ary Vaz Pinto Junior
Chefe do Departamento de Tecnologias Especiais

Ricardo Marques Dutra
Patrícia de Castro da Silva
Pesquisadores
Editoração Eletrônica

Márcia da Rocha Ramos
Pesquisadora
Revisão Final

Modelo trazido pela Casa Solar Eficiente é replicado em outras regiões do país

A Casa Solar Eficiente, localizada nas dependências do Cepel, tem servido, desde 1997, como um importante centro de demonstração de tecnologias para geração descentralizada através do uso das energias solar e eólica.

Ao longo dos últimos 14 anos, a Casa Solar tem contribuído também para a disseminação do conceito de Centros de Demonstração, servindo de ponto de partida para diversas iniciativas semelhantes em outras regiões do país. Dentre os vários projetos implementados a partir deste conceito, destacam-se a Casa Ecoeficiente - Laboratório de Energias Renováveis construída pelo Senai de Campina Grande (PB), que contou com o apoio do Cepel/Cresesb na fase de pré-projeto; a Casa Eficiente da Eletrosul, fruto de uma parceria entre Eletrosul, Eletrobras/Procel e LabEE/UFSC; e a Casa Ecológica do IVIG/COPPE/UFRJ (maiores informações podem ser obtidas na edição nº 11 do Cresesb Informe, disponível em www.cepel.br/cresesb).

De forma a replicar a experiência bem sucedida da Casa Solar Eficiente, o Cepel/Cresesb, com recursos do Ministério de Minas e Energia - MME, firmou Convênio com o Senai visando a implantação de quatro novos Centros de Demonstração de Energias Renováveis, nas regiões Sul, Centro-Oeste, Nordeste e Norte do país.

O Senai, sendo uma instituição de ensino técnico de excelência com unidades espalhadas em todo o território nacional, constitui-se em um valioso instrumento para viabilização destes Centros. Além da demonstração e divulgação das tecnologias, a principal intenção subjacente é de que tais Centros sejam utilizados para cursos e treinamento de pessoal, atividade em que a competência do Senai é amplamente reconhecida, em tecnologia solar fotovoltaica, formando pessoal habilitado a realizar a instalação e manutenção de tais sistemas, atendendo à demandas de mão de obra especializada, como, por exemplo, a prevista no âmbito do Programa Luz para Todos (LpT).

No escopo do Convênio, o Cepel/Cresesb, repassou ao Senai recursos do MME apenas para a aquisição dos equipamentos. Os demais custos envolvidos, tais como obras civis, serviços etc., foram atribuídos à contrapartida do Senai, totalizando recursos da ordem de um milhão de reais.

Em junho de 2009 foi efetuado, no Cepel, um curso para treinamento em tecnologia fotovoltaica para técnicos do Senai, de forma a habilitá-los a participar do desenvolvimento dos projetos. Este curso, do qual participaram 8 técnicos provenientes das unidades do Senai envolvidas, incluiu aulas teóricas sobre a tecnologia, exercícios de dimensionamento e prática de montagem de sistemas fotovoltaicos. O Cepel/Cresesb prestou ainda assistência técnica ao Senai para o projeto e dimensionamento dos sistemas, especificação do material a ser adquirido por meio de licitação, além de análise das propostas de fornecimento.

Os sistemas foram dimensionados usando a metodologia simplificada do Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, considerando a radiação solar do pior mês do local onde os sistemas seriam instalados, de acordo com o Atlas Solarimétrico do Brasil. Para todos os eletrodomésticos e componentes dos sistemas fotovoltaico e térmico foi exigido o selo do Programa Brasileiro de Etiquetagem do Inmetro.

Os Centros foram implantados nas cidades de São Luís (MA), Manaus (AM), Curitiba (PR) e Taguatinga (DF), associados às unidades do Senai existentes nestas localidades. Os projetos dos Centros de Demonstração, com características completamente diferenciadas, são apresentados ao longo deste Informe. Os Centros são ainda dotados de *kits* móveis com diferentes aplicações (geração de energia, bombeamento de água, *kit* para informática e *kit* de rádio transceptor) e destinados às demonstrações em escolas, feiras ou eventos em geral.

Em operação há um ano, os Centros de Demonstração Tecnológica de

Energias Renováveis têm contribuído, de forma expressiva, para divulgar o uso das fontes solar e eólica, além de capacitar novos profissionais para realizar o dimensionamento, instalação e manutenção dos sistemas.

Na opinião do Chefe do Departamento de Tecnologias Especiais do Cepel, Ary Vaz, esta parceria reveste-se de importância para o Cepel. Segundo ele, "com esse projeto o Cepel está cumprindo uma missão delegada pelo Ministério de Minas e Energia, através do Convênio entre o Cepel e o Senai. Essa iniciativa está em consonância com a missão do Cresesb, que é difundir o conhecimento sobre energias solar e eólica no Brasil."

O Cepel/Cresesb orgulha-se do pioneirismo trazido pela Casa Solar Eficiente e alegra-se em ver que os novos projetos estão sendo aperfeiçoados com relação ao modelo original da Casa, havendo uma preocupação maior na escolha dos materiais e na incorporação de aspectos relevantes para tornar a edificação mais sustentável, seja do ponto de vista energético ou ambiental.

A partir da adoção de critérios de arquitetura bioclimática, de forma a assegurar condições ótimas de funcionamento, quanto à orientação e inclinação, estes espaços abertos ao público destinam-se a difundir o uso de tecnologias alternativas e a apresentar de que forma a arquitetura influencia no uso da energia. Em vários destes projetos são utilizadas técnicas construtivas como iluminação eficiente, ventilação natural, reutilização das águas de chuva etc.

Sem dúvida alguma, todas estas iniciativas destinadas à divulgação das fontes alternativas de energia e técnicas de eficiência energética representam um grande auxílio na disseminação destas tecnologias, contribuindo também para a capacitação de mão de obra especializada no país.

Formação de profissionais

Centro de Demonstração de Distrito Federal ajuda a preparar alun

Difundir os benefícios da utilização da energia solar e ser usada como ferramenta complementar de ensino, colaborando, desta forma, para a formação dos estudantes do Senai em futuros profissionais da área de energias renováveis. Essa é uma das propostas do Centro de Demonstração de Energias Renováveis localizado em Taguatinga, no Distrito Federal. A iniciativa é fruto de um convênio firmado entre o Cepel e o Senai, com apoio do Ministério de Minas e Energia.

O Centro de Demonstração do Senai em Taguatinga está sendo utilizado para demonstração de tarefas simples, como o aquecimento de água para banho e o uso de aparelhos eletroeletrônicos por meio de energia solar. A Casa Solar, como o Centro está sendo chamado, entrou em funcionamento em setembro de 2010, e recebe em média 150 visitantes por mês. O público alvo são estudantes das escolas do Senai e professores dos níveis médio e superior, mas o Centro atende também o pessoal externo e empresas, através de visitas previamente agendadas.

A Casa Solar abriga tecnologias para captação da energia proveniente do sol. A ideia é que os estudantes conheçam os benefícios da adoção da energia solar como fonte alternativa.

O projeto da Casa Solar de Taguatinga incorpora um sistema de monitoramento das grandezas elétricas de todo o sistema fotovoltaico. O sistema dispõe de um quadro de controle, que permite a visualização do estado de todas as cargas elétricas, bem como seu acionamento remoto. Todas as medições realizadas são transmitidas via rede sem fio ao computador do prédio do Senai-DF, onde são armazenadas a cada segundo e disponibilizadas através da internet. Os visitantes têm acesso a esses dados através de um computador localizado no interior da Casa.



Centro de Demonstração em Taguatinga - DF.

Durante a visita à Casa Solar, o guia explica ao público a questão normativa e política relacionada a tecnologia fotovoltaica, e sua importância ao meio ambiente. Além disso, toda a arquitetura e a ação construtiva da Casa, e a automação residencial são transmitidas aos visitantes. No momento, a Casa só atende a visitas, mas há a ideia de que o Senai promova cursos nas áreas de energia fotovoltaica, térmica e eólica.

Em sua estrutura com 65 metros quadrados, a Casa Solar possui uma sala de controle, auditório, banheiro, hall, copa e varanda. Na parte externa,

há painéis fotovoltaicos responsáveis pela captação e conversão da energia solar em energia elétrica que permite o uso de aparelhos eletroeletrônicos como refrigeradores, televisões e aparelhos de DVD. A Casa conta também com um sistema solar térmico que propicia o aquecimento de água para o uso em chuveiros e torneiras. A configuração dos sistemas utilizados no Centro de Demonstração de Taguatinga é apresentada na tabela ao lado.

A Casa Solar de Taguatinga utiliza, ainda, três kits móveis de demonstração externa. O kit de geração de energia é semelhante ao que o Cepel utiliza em feiras e eventos. Este sistema apresenta inversores para a disponibilização de corrente alternada e atende pequenas cargas como rádio, TV e iluminação. O kit de bombeamento de água também é semelhante ao utilizado pelo Cepel na sua Casa Solar e é composto por dois tanques transparentes, facilitando a visualização dos componentes, além dos módulos fotovoltaicos e da bomba de superfície. Já o kit de informática é composto



Sistema Elétrico de Taguatinga - DF.

conscientes em Taguatinga

Energias Renováveis do

os preocupados com meio ambiente

por dois microcomputadores com conexão via internet através do sistema sem fio.

Mesmo em dias que não haja sol, a Casa tem a capacidade para funcionar por até 48 horas, através do armazenamento da energia solar. Ao todo são 16 baterias responsáveis por manter a Casa funcionando sem a presença do sol. Além disso, a Casa também armazena a água das chuvas para ser utilizada em descargas. As janelas foram posicionadas para favorecer a climatização e o telhado possui isolante térmico.

“Ao demonstrarmos que é possível manter uma casa completa por meio da utilização de fonte renovável, incentivamos, ao mesmo tempo, que o aluno obtenha um novo olhar sobre o consumo. Queremos formar profissionais responsáveis e preocupados com o meio ambiente”, explicou Luis Carlos Hommerding, analista da Unidade de Inovação e Tecnologia (Unitec) do Senai Nacional.

Durante a construção da Casa Solar, o Cepel promoveu um treinamento de tecnologia fotovoltaica aos instrutores

Aplicação	Descrição Técnica	
Sistema Fotovoltaico	Radiação solar	4,40kWh/m ² .dia
	Consumo diário	3,5kWh/dia
	Tensão do sistema	48Vdc
	Painel Fotovoltaico	1560Wp (4s * 3p * 130Wp)
	Banco de Baterias	32,64kWh (4s * 4p * 170Ah @C ₂₀)
Aquecimento de água	Reservatório térmico	200 L
	Coletor térmico	1 m ²
Bombeamento de água	Consumo diário	600L/dia
	Painel fotovoltaico	54Wp
	Moto-bomba	12Vdc, tipo diafragma
Kits Móveis	Kit de Bombeamento	54Wp e moto-bomba de 12 Vdc
	Kit de Geração 220Vac	261Wp e uma bateria de 170Ah
	Kit de Informática	520Wp e quatro baterias de 170Ah

do Senai (conforme já mencionado na página 3 deste Informe), a fim de habilitá-los a participar do projeto.

O técnico Fábio Lima, do Senai de Taguatinga, que participou dos treinamentos, falou da importância do projeto para o Senai. Segundo ele, ter toda a

tecnologia fotovoltaica e térmica para apresentar aos alunos, é a demonstração da preocupação que o Senai tem com o meio ambiente. “Ter todos os equipamentos indispensáveis para mostrar para o aluno na prática o que é aprendido em teoria, é o nosso maior mérito”, acrescenta o técnico.

Ainda de acordo com Fábio, ao verem toda essa tecnologia no Centro de Demonstração, os visitantes conseguem assimilar e interligar com as práticas de melhoria no ambiente em que vivem. “As pessoas vêm na prática o que viram na teoria e usam isso para preservar e ajudar o meio ambiente”, diz Fábio Lima.

O Cepel escolheu o Senai para a parceria do projeto devido à sua excelência na capacitação profissional. Além de serem responsáveis pela disseminação do conteúdo e da tecnologia, os Centros também visam conscientizar a população sobre o aproveitamento das fontes alternativas de energia.



Kit de Informática utilizado somente no Centro de Demonstração de Taguatinga - DF.

Tradição e modernidade Conhecida pelos seus casarios ganha Centro de Demonstra

Famosa mundialmente pelo conjunto arquitetônico do seu centro histórico, onde se destacam a bela azulejaria e o casario dos tempos da colonização, a cidade de São Luís ganhou, em 2010, ares mais modernos. Em setembro do ano passado, o Centro de Demonstração Tecnológica de Energias Renováveis do Senai de São Luís abriu as portas para a comunidade.

Através de um convênio firmado entre o Cepel e o Senai, com recursos do Ministério de Minas e Energia, a Casa Solar, como é conhecida, além da divulgação das energias solar e eólica, tem também o objetivo de conscientizar a população sobre a utilização das fontes alternativas de energia, a partir da disseminação deste conhecimento. O Centro também tem a função de complementar o ensino dos estudantes do Senai, colaborando para a formação de novos profissionais em energias renováveis.

A Casa Solar do Maranhão recebe em torno de seis grupos de visitantes mensalmente. São estudantes, professores e empresários interessados em energia fotovoltaica. O Centro atende também ao público em geral, através de visitas agendadas. Dentro da Casa são encontrados exemplos de aparelhos que são ligados por meio da energia alternativa tais como: refrigerador, TV LCD 32", um *lap top*, um projetor tipo data show, um DVD, além das lâmpadas.

Com uma área de 100m², o Centro é semelhante à Casa Solar do Cepel e conta com uma sala de aula, dois quartos, banheiro, copa/cozinha, área de serviço e terraço. As palestras e projeções áudio visuais ocorrem na sala de aula, e um dos quartos abriga quadros elétricos e o sistema de aquisição de dados. Em sua edificação, há características construtivas, particularmente no que se refere à inclinação do telhado, adequadas para receber o sistema solar térmico (por termosifão), além dos sistemas fotovoltaicos de geração de energia e bombeamento

d'água. Tudo é monitorado através de um sistema de aquisição de dados desenvolvido pelo Senai, com o auxílio de um *notebook* e de uma rede de internet sem fio.

A fonte de alimentação de energia da Casa Solar se dá a partir de um sistema autônomo híbrido fotovoltaico-eólico. Apesar do recurso eólico não ser monitorado através de medições,

o local apresenta um perfil de vento favorável. Desta forma, a utilização desta tecnologia no litoral maranhense é de grande importância, já que a climatologia favorece os empreendimentos eólicos. Já a água para o consumo é fornecida por um sistema fotovoltaico de bombeamento autônomo (não conectado ao sistema elétrico da casa). Nesse sistema consta uma moto-bom-

Aplicação	Descrição Técnica	
Sistema híbrido de geração de energia	Radiação solar	4,00kWh/m ² .dia
	Consumo diário	3,5kWh/dia
	Tensão do sistema	48Vdc
	Painel Fotovoltaico	1560Wp (4s * 3p * 130Wp)
	Banco de Baterias	32,64kWh (4s * 4p * 170Ah @C ₂₀)
	Aerogerador	1kW
Aquecimento de água	Reservatório térmico	200 L
	Coletor térmico	1 m ²
Bombeamento de água	Consumo diário	600L/dia
	Painel fotovoltaico	54Wp
	Moto-bomba	12Vdc, tipo diafragma
Kits Móveis	Kit de Bombeamento	54Wp e moto-bomba de 12 Vdc
	Kit de Geração 220Vac	261Wp e uma bateria de 170Ah



Kits de geração e bombeamento d'água utilizados em todos os Centros.

lado a lado em São Luís históricos, capital maranhense ção de Energias Renováveis



Centro de Demonstração em São Luís - MA.

ba de superfície alimentada por meio de painéis fotovoltaicos. A água quente para consumo é produzida por um sistema solar térmico. A configuração dos sistemas utilizados em São Luís encontra-se na tabela ao lado.

O Centro do Maranhão utiliza dois kits móveis de demonstrações externas. O kit de geração de energia e o kit de bombeamento d'água. O primeiro é semelhante ao que o Cepel utiliza em feiras e eventos, e apresenta inversores para a disponibilização de corrente alternada, atendendo pequenas cargas como rádio, TV e iluminação. Já o segundo, também semelhante ao do Cepel, é composto por dois tanques transparentes, facilitando a visualização dos componentes, além dos módulos fotovoltaicos e da bomba de superfície.

O acordo com o Cepel, além da construção da Casa Solar, incluiu também o treinamento concedido pelo Centro de Pesquisas aos instrutores do Senai que estão envolvidos no projeto, a fim de habilitá-los a promover palestras aos visitantes.

“Obtive um conhecimento mais consistente nos assuntos de fontes de energia renováveis, baterias, controladores e inversores de tensão. Foi uma ótima troca de experiência e parceria na execução do projeto”, explica o engenheiro eletrônico Claudiomar Costa, um dos instrutores que participou dos treinamentos. Para ele, o projeto tem um papel muito importante, pois o Senai aproveitou a Casa Solar para orientar, formar e qualificar alunos e professores em tecnologias renováveis (energia limpa) no Maranhão.

A parceria do Cepel com o Senai foi escolhida em função da sua excelência na capacitação profissional. Para o Senai, a expectativa é de que todo o conhecimento adquirido no Cepel, bem como a construção da Casa Solar, atenda às oportunidades de emprego nas empresas de energia. Para isso, tem-se investido na formação e atendimento em mão de obra qualificada, além de cumprir com o seu papel social para o Maranhão na preservação do meio ambiente.

Um dos maiores benefícios trazidos pelo projeto ao Senai é a oportunidade de trabalhar com serviços tecnológicos na área de energia e eficiência energética.

Energia solar

Furgão do Projeto Solaris leva renováveis a Curitiba e às cid

Há alguma coisa de novo nas estradas que cortam o Paraná. Um pequeno veículo capaz de levar fontes alternativas de energia ao conhecimento da população e, ao mesmo tempo, conscientizá-la de seu papel na preservação do meio ambiente, seria algo inimaginável há alguns anos. Desde 2010, essa ideia se tornou realidade com o lançamento de uma unidade móvel para demonstração de energias renováveis, fruto de um convênio firmado entre o Cepel e o Senai, com apoio do Ministério de Minas e Energia.

O Projeto Solaris, como é chamado, funciona através de um furgão, que percorre o interior do estado do Paraná desde setembro de 2010, difundindo a tecnologia de energia solar para o uso residencial, obtida através do sistema fotovoltaico, e do sistema solar térmico.

A experiência bem sucedida da Casa Solar do Cepel foi a motivação para que o convênio fosse firmado com o Senai - uma instituição de excelência na capacitação profissional. O objetivo do acordo foi difundir os benefícios da utilização da energia solar como fonte alternativa, através de cursos, palestras e treinamento de pessoal, além da demonstração e divulgação dessas fontes, colaborando para a formação de profissionais em energias renováveis.

“O grande mérito desse projeto é dar visibilidade a uma fonte de energia sustentável. A ideia é desmistificar o uso da energia solar. A sua transformação em energia elétrica”, afirmou o coordenador de Educação do Senai-Curitiba, Miguel Igino Valentini. “Nossa proposta é rodar com o furgão por todo o Paraná e participar de eventos, como as Olimpíadas do Conhecimento”, adiantou.

Em sua estrutura, o furgão possui dez painéis fixados através de perfis e cantoneiras em alumínio, que são encaixados de maneira que não se sol-

tem. O seu carregador de baterias inteligente apresenta uma tecnologia moderna, além da sua alta eficiência. A bateria, durante a carga, recebe corrente constante e com limitadores de tensão de carga e flutuação, protegendo e aumentando o tempo de vida útil.

Como a unidade móvel tem a missão de divulgar a energia solar como fonte de energia alternativa, utilizando tecnologias limpas e de alta eficiência energética, optou-se por utilizar uma TV de Led. Este equipamento não necessita de lâmpadas, não utiliza



Centro de Demonstração do Paraná - Projeto Solaris.



Apresentação do kit de bombeamento de água para alunos do SESI-PR.

sobre rodas

informações sobre energias ades do interior do Paraná

chumbo na solda dos componentes e ainda possui um nível baixo de consumo de energia.

No interior do furgão há luminárias, abajur, ventilador, liquidificador, frigobar, *notebook* e uma TV Led 46" alimentados a partir do sistema fotovoltaico instalado sobre o teto do veículo. Há ainda o banco de baterias, o inversor e o controlador de carga que estão em caixas transparentes para facilitar a visualização dos componentes durante as visitas. Já o quadro sinótico mostra as grandezas (tais como correntes, tensões etc.) envolvidas no funcionamento do sistema fotovoltaico, além de um piranômetro para a medição da radiação solar instantâ-

Aplicação	Descrição Técnica	
Sistema Fotovoltaico	Radiação solar	3,06kWh/m ² .dia
	Consumo diário	1,3kWh/dia
	Tensão do sistema	24Vdc
	Painel fotovoltaico	870Wp (2s * 5p * 87Wp)
	Banco de baterias	12,24kWh (2s * 3p * 170Ah @C ₂₀)
Veículo	Modelo	IVECO
	Capacidade interna	16 m ³
Kits Móveis	Kit de Bombeamento	54Wp e moto-bomba de 12 Vdc
	Kit de Geração 127Vac	261Wp e uma bateria de 170Ah



Vista interna do furgão (acima) que já esteve em exposição no estacionamento do MME em Brasília (figura ao lado).

nea. Todas as demonstrações são feitas 2 vezes em cada turno (manhã, tarde e noite), com uma duração máxima de uma hora.

As principais características técnicas dos sistemas de demonstração que integram o Projeto Solaris estão apresentadas na tabela acima.

Este Centro de Demonstração conta também com dois kits móveis: o sistema fotovoltaico para o bombeamento d'água e o sistema solar para geração de energia elétrica. Adicionalmente, conta com um sistema para aquecimento de água. Quando o furgão estiver em movimento, esses kits ficam no interior do



veículo e são fixados através de cintas de amarração apropriadas. Nos momentos em que o furgão estiver estacionado, esses kits são montados externamente para melhor visualização dos equipamentos e demonstração das tecnologias.

Antes da efetiva implantação do Projeto Solaris, o Cepel forneceu treinamento aos instrutores do Senai (conforme mencionado na página 3 deste Informe), a fim de habilitá-los a passar todo o conhecimento adquirido aos visitantes do Centro de Demonstração e na aplicação da inovação, resultando em melhoria de qualidade, aumento da produtividade e elevação da competitividade.

Conhecimento a bordo n

Projeto leva cursos e palestras sobre en

para municípios ribei

Considerada sagrada pelos Maias e os povos que habitam as florestas, a Samaúma é uma árvore frondosa, nativa da América do Sul e da África, onde chega a atingir 70 metros de altura. Típica das várzeas e matas alagadas, é conhecida na Amazônia, onde se encontra em extinção, por armazenar água em seu tronco. Água que, influenciada pelas fases da lua, migra para a copa ou para a raiz, em um deslocamento semelhante ao de um barco cortando os rios e ondulando a água ao seu redor.

E é assim, deslizando pelas águas dos rios amazônicos, que o Barco Escola Samaúma, do Senai, leva cursos e palestras sobre energia solar fotovoltaica e energia solar térmica (destinada ao aquecimento de água) para os moradores dos municípios localizados ao longo dos rios da região Norte. Na embarcação funciona, desde o início de 2011, um dos quatro Centros de Demonstração Tecnológica de Energias Renováveis, criados a partir de um Convênio firmado entre o Cepel e o Senai, com apoio do Ministério de Minas e Energia (MME). A expectativa é que essa parceria aumente o número de sistemas fotovoltaicos instalados na região e que, com eles, melhore a qualidade de vida da população.

O Barco Escola Samaúma vem sendo utilizado pela instituição, desde 1979, como unidade móvel para promover cursos de formação profissional, que variam de acordo com a necessidade de cada um dos municípios visitados. São realizados diversos cursos, tais como de marcenaria, eletricitista residencial, informática básica e avançada, panificação e de mecânica de motor Diesel e de motor de popa, entre outros.

O barco, que geralmente fica dois meses em cada município, percorre toda a extensão do Rio Amazonas e atende a cerca de 2.500 pessoas por ano. A maioria jovens da região. Com a inclusão das aulas sobre energias alternativas, o número de beneficiados deve subir para 4 mil alunos.

A energia solar fotovoltaica, que consiste em converter a energia do sol em elétrica através de painéis solares,

ção dos sistemas solares e mecanismos de financiamento. A embarcação foi totalmente adaptada para receber os equipamentos de demonstração do uso da energia solar, como painéis solares, inversores, sistemas de aquecimento de água e kits móveis para demonstrações.

“A nossa proposta é apresentar a tecnologia, mostrar que é possível utilizá-la e quais as aplicações no dia a



Barco Escola Samaúma amplia a difusão de conhecimento em energia solar em municípios ribeirinhos do Amazonas.

é uma das tecnologias demonstradas no barco. A outra é a energia solar térmica, que mostra como aproveitar a radiação solar para o aquecimento da água. O sistema de aquecimento foi instalado em local de fácil acesso, para que o público possa ter contato com os equipamentos e verificar a água aquecida.

O curso sobre sistemas fotovoltaicos é baseado em três pilares: introdução à energia fotovoltaica, instala-

dia das comunidades isoladas”, explica Delfino Pereira de Souza Filho, instrutor do Senai Amazonas. Durante esta entrevista, o Samaúma estava em Manicoré, distante cerca 600 km de Manaus, em linha reta, ou aproximadamente 1.200 km, navegando durante dois dias pelo Rio Amazonas. Delfino cita algumas das aplicações dos sistemas fotovoltaicos. “Em caso de acidente, a energia gerada pelo sistema é fundamental para operar o

o Barco Escola Samaúma

energia fotovoltaica e energia solar térmica

rinhos do Amazonas

Aplicação	Descrição Técnica	
Sistema Fotovoltaico	Radiação solar	4,00kWh/m ² .dia
	Consumo diário	1,2kWh/dia
	Tensão do sistema	24Vdc
	Painel fotovoltaico	780Wp (2s * 3p * 130Wp)
	Banco de baterias	12,24kWh (2s * 3p * 170Ah @C ₂₀)
Aquecimento de água	Reservatório térmico	75 L
	Coletor térmico	1 m ²
Kits Móveis	Kit de Bombeamento	54Wp e moto-bomba de 12 Vdc
	Kit de Geração 127Vac	261Wp e uma bateria de 170Ah
	Kit Rádio Transceptor	216Wp duas bateria de 170Ah e rádio VHF

rádio e pedir ajuda para transportar uma pessoa até o hospital. A energia também pode ser usada para a conservação de vacinas”, conta.

Para Delfino, o maior mérito da parceria firmada entre o Cepel e o Senai foi a transferência do conhecimento, da metodologia do projeto. “E dessa forma poder passar para os alunos a mesma tecnologia utilizada em outras partes do mundo”, afirmou.

A intenção é que essas tecnologias, difundidas para a população, contribuam para melhorar o cotidiano e a qualidade de vida das comunidades situadas no interior do estado do Amazonas.

As metas são sensibilizar pessoas que possam contribuir para a aquisição dessas tecnologias e repassar informações dos sistemas instalados, que estarão expostos para visitação. A proposta é ministrar em cada município, na própria unidade, pelo menos uma palestra de divulgação, destacando, principalmente, a simplicidade de operação do sistema e da sua instalação, bem como a flexibilidade de sua utilização de acordo com as necessidades locais.

Pelo jeito, a energia solar fotovoltaica foi mesmo incorporada no dia a dia do Senai, no Amazonas. Tanto assim é que a instituição está construindo um novo Barco Escola que terá entre 80 a 100 módulos fotovoltaicos, com potência estimada em 14,6 kWp.

A embarcação também será dotada de sistemas para diminuir a geração de resíduos e a poluição. “O importante é que o projeto do sistema fotovoltaico do novo barco está sendo inteiramente desenvolvido pela equipe técnica que foi capacitada pelo Cepel”, destacou Delfino Filho.

A expectativa do Senai é que esta embarcação, após ter sido totalmente concluída, possa beneficiar a população a partir de 2012.



1- kit móvel transceptor, 2- alunos de Escola Técnica durante visita ao Barco Escola Samaúma, 3- vista parcial da estrutura dos módulos fotovoltaicos, 4- vista do quadro sinótico e inversores utilizados no Barco.

Geração de energia através do sol no Barco Samaúma

O laboratório de sistemas fotovoltaicos foi montado no segundo andar do Barco Escola Samaúma, onde todos terão acesso aos equipamentos, podendo ter a percepção do consumo e da dimensão da estrutura para eventuais aplicações. Apenas o painel fotovoltaico não é acessível fisicamente, mas poderá ser visto a um metro de distância com todos os seus detalhes.

O painel foi instalado na cobertura do barco sobre uma estrutura metálica móvel podendo ser ajustado manualmente de acordo com a localização do município atendido. A energia solar convertida em elétrica será armazenada em um banco de baterias, localizado no laboratório, de onde alimentará, através do painel de distribuição, duas lâmpadas, um frigobar, um transmissor de rádio e um computador conectado na internet, nos municípios que já dispõem de rádio base de celular.

O Samaúma conta com três grupos de equipamentos. No chamado Grupo I diversos equipamentos, tais como microcomputador, transceptor, frigobar e lâmpadas, são ligados no sistema de geração de energia a partir de células fotovoltaicas, por um período de 3h/dia. Esses equipamentos serão utilizados sempre que houver seminários, para disseminação da tecnologia, ou visitação de pessoas interessadas. O Grupo II abrange equipamentos de apoio ao desenvolvimento do projeto e apresentação das tecnologias, como *notebooks*, data show, impressora, GPS e o sistema de medição. Já o Grupo III reúne os equipamentos que são utilizados para demonstrações externas da tecnologia solar, voltadas às comunidades visitadas pela embarcação.



Aquecimento de água também é demonstrado

Além dos equipamentos relacionados à geração fotovoltaica, o barco Samaúma também dispõe de um sistema para demonstração de aquecimento solar da água. O sistema solar térmico foi montado sobre um tubo que permite o movimento circular sobre um eixo vertical, possibilitando direcionar o coletor solar na direção do norte geográfico em qualquer local do estado do Amazonas.

A montagem do sistema também permite o ajuste da inclinação do coletor, que pode variar de 0° a 10°, mantendo-se todas as condições necessárias para o adequado funcionamento do sistema termossifão.

O sistema foi montado na cobertura do barco, onde é possível o acesso dos visitantes, em grupos de cinco pessoas, que poderão verificar a temperatura da água, analisar os detalhes do sistema e tirar todas as dúvidas quanto ao seu funcionamento.



Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - Cepel

SEDE:
Av. Horácio Macedo, 354
Cidade Universitária
Rio de Janeiro - RJ - BRASIL
CEP 21941-911
Tel.: (21) 2598-6174 Fax: (21) 2280-3537

END. POSTAL
CEPEL
Caixa Postal 68007
Rio de Janeiro - RJ - BRASIL
CEP 21944-970

<http://www.cepel.br/cresesb>
e-mail : crese@cepel.br

CRESESB

Informe

Centro de Referência para
Energias Solar e Eólica Sérgio
de Salvo Brito - CRESESB
Cepel

 Eletrobras
Cepel

Ministério de
Minas e Energia

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

IMPRESSO