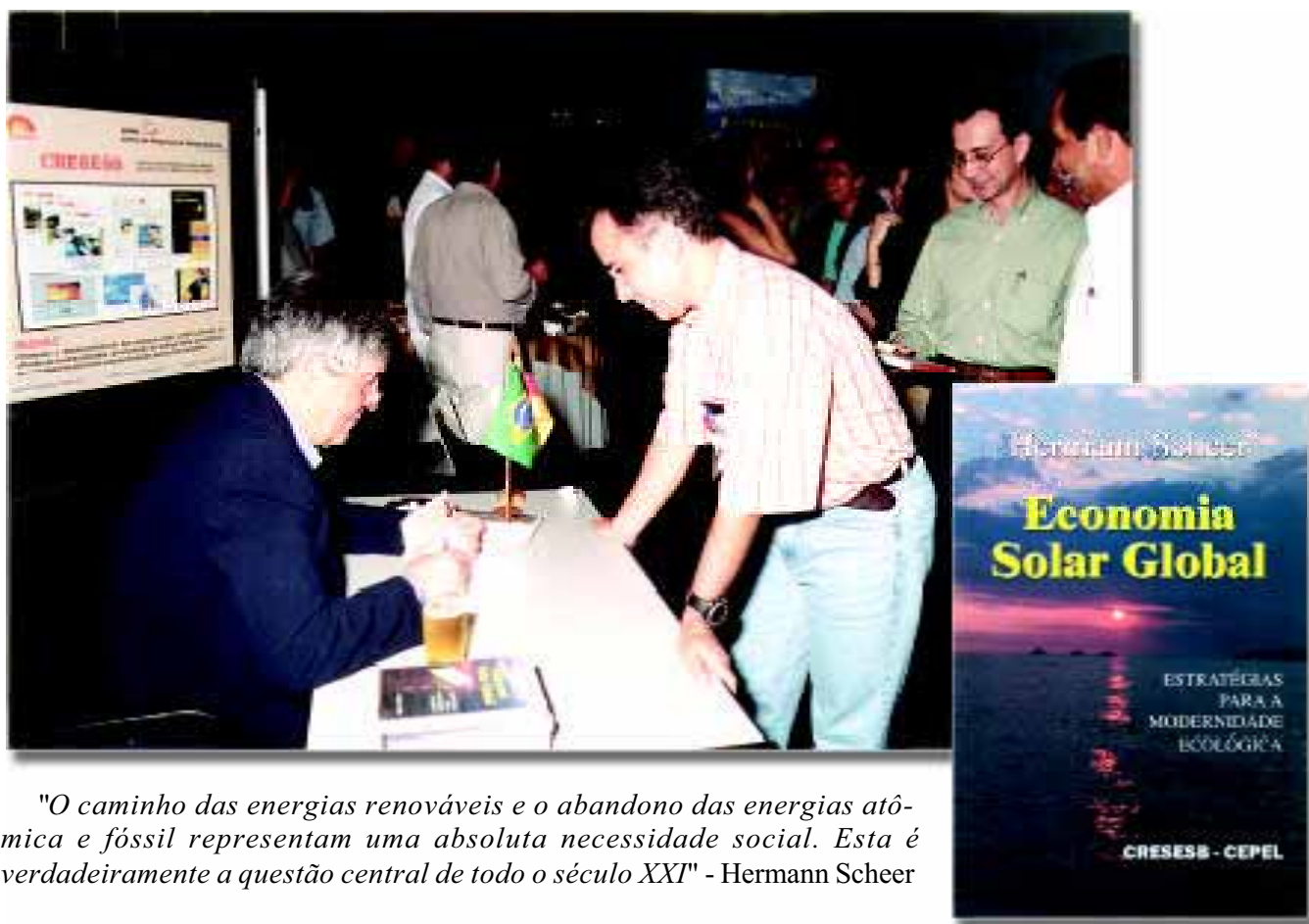




CRESESB Informe

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito ANO VII Nº 7 Maio - 2002

"Economia Solar Global" Lançamento da Edição Brasileira



"O caminho das energias renováveis e o abandono das energias atômica e fóssil representam uma absoluta necessidade social. Esta é verdadeiramente a questão central de todo o século XXI" - Hermann Scheer

O astrônomo Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, pesquisador-titular do Museu de Astronomia e Ciências Afins, no qual foi fundador e primeiro diretor, é autor de mais de 60 livros, entre os quais a publicação "Sol e a energia do Terceiro Milênio". Nesta edição do *Informe CRESESB*, Dr. Ronaldo Mourão apresentará o Programa Nacional do Sol - PROSOL como uma proposta energética para o Brasil. **Página 5**

O Governo Federal, através do Ministério de Minas e Energia, continua adquirindo sistemas fotovoltaicos de energia para serem instalados no âmbito do PRODEEM - Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios que visa promover o desenvolvimento auto-sustentável, social e econômico das localidades isoladas, não supridas de energia elétrica pela rede convencional. **Página 15**

No Caminho de uma Economia Solar Global

Os leitores do Informe CRESESB, um público interessado no desenvolvimento das energias solar e eólica no Brasil, deverão gostar deste Informe. Ao longo das páginas, vários exemplos, em diferentes setores, que mostram que estas energias continuam a se desenvolver em nosso país. Não tão rápido quanto gostaríamos, mas num ritmo sempre crescente. Teses, fábricas, projetos, livros, eventos, opiniões que são mostrados neste Informe são um pouco do que vem acontecendo no Brasil. Mais uma vez nosso espaço é insuficiente para registrar tudo o que vem ocorrendo, mas é uma boa amostragem.

Tivemos a oportunidade de lançar o livro "Economia Solar Global" com a presença do autor, o Dr. Hermann Scheer, Deputado do Parlamento Alemão e grande responsável pela Lei de Energias Renováveis da Alemanha. Os 8,5 GW de energia eólica neste país representam um dos resultados desta Lei. As 180 pessoas que assistiram sua palestra no lançamento, certamente realimentaram seu interesse e entusiasmo pelas energias renováveis. Em breve, o texto integral da palestra estará disponível em nossa Home Page.

Também muito nos honra neste Informe, a participação do Dr. Ronaldo Mourão com seu artigo sobre energia solar. Renomado pesquisador e autor de mais de sessenta livros, o Dr. Mou-

ção é um defensor de longa data da utilização da energia do Sol.

No "termômetro" de nossa Home Page, visitas à Casa Solar e consultas telefônicas pudemos perceber o grande aumento de interesse por novas fontes de energia.

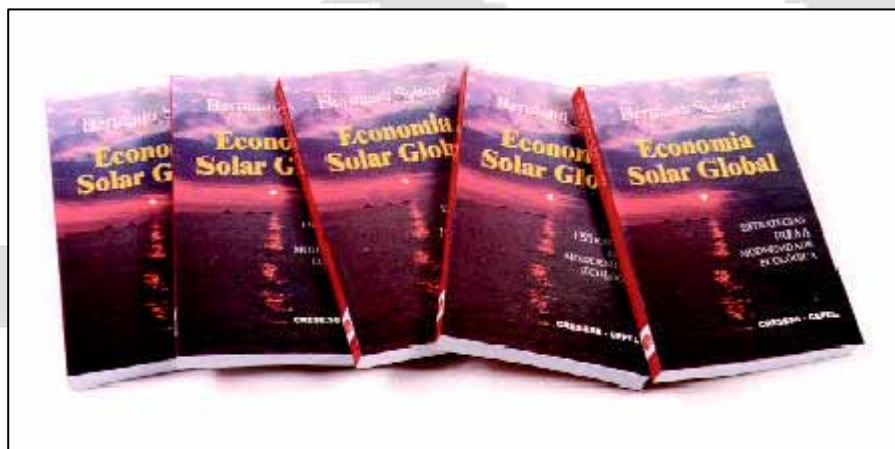
Dentre as consultas, destacamos visitas de diversos operadores internacionais de fazendas eólicas interessados nas oportunidades abertas pelo PROEÓLICA (Programa Emergencial de Energia Eólica) e PROINFA (Programa de Incentivo a Fontes Alternativas). A crise energética colocou em foco assuntos relacionados a energia. O interesse por energias solar e eólica refletem também este aspecto.

Os desafios para o pleno desenvolvimento das novas energias renováveis no Brasil ainda são grandes,

mas na elaboração de cada Informe, quando paramos para refletir sobre o que vem acontecendo, sobre o que já foi feito, sobre o número cada vez maior de pessoas que trabalham e se interessam por energias solar e eólica em nosso país, é impossível conter o entusiasmo. A questão não é se elas irão se desenvolver plenamente, mas *quando*. Esperemos que o mais breve possível. Muitos estão trabalhando para isto.

Uma boa leitura.

Hamilton Moss
Ricardo Marques Dutra
Patrícia de Castro da Silva



CEPEL

Centro de Pesquisas
de Energia Elétrica



Os artigos assinados são de
responsabilidade dos autores.

Márcio Drummond
Diretor Geral - CEPEL
Caspar Erich Stemmer
Coord. do Fórum Permanente
para Energia Renovável

Hamilton Moss
Coordenador do CRESESB
Ricardo Marques Dutra
Engenheiro Assistente
Patrícia de Castro da Silva
Assessora Técnica

Ricardo Marques Dutra
Patrícia de Castro da Silva
Editoração Eletrônica

Membros do Conselho do CRESESB

Marcelo Poppe - DNDE/MME
José Carlos Costa - MCT
Ricardo Perrone - ELETROBRÁS
Jorge Henrique G. Lima - CEPEL
Antônia Sônia Diniz - CEMIG
Roberto Gentil Porto Filho - COELCE
José Carlos Aziz Ary - BNB
Margaret Müller - FINEP
Everaldo A. Feitosa - UFPE
Adnei M. de Andrade - USP
Ruberval Baldini - ABEER
Ismael Ferreira - APAEB

Lançamento e Tarde de Autógrafos do Livro do Dr. Hermann Scheer

O CRESESB, com suporte de recursos do CEPEL, da ELETROBRÁS e do Ministério de Minas e Energia, promoveu em fevereiro, o lançamento e a tarde de autógrafos do livro *"Economia Solar Global - Estratégias para a Modernidade Ecológica"* de autoria do Dr. Hermann Scheer.

O evento ocorreu nas dependências do CEPEL e contou com a participação de 180 pessoas, que estavam representando diversos segmentos da sociedade (concessionárias de energia, universidades, centros de pesquisa, etc.).

Durante a palestra, Dr. Scheer expôs algumas de suas idéias sobre o aproveitamento de matérias-primas solares, que engloba não somente a luz e o calor do Sol, mas também as ondas e os ventos, a força hidráulica, a biomassa, os materiais recicláveis, entre outras fontes.

Após a palestra, Dr. Hermann Scheer autografou os livros de todos os participantes do evento.

Em sua visita à Casa Solar Eficiente, localizada nas dependências do CEPEL, Hermann Scheer ficou bastante entusiasmado com o Projeto; ao assinar o livro de visitantes, deixou a seguinte mensagem *"Put your face to the sun and you will leave the shadows behind you"* (Volte sua face para o sol e você deixará as sombras para trás).

Segundo Dr. Hermann Scheer, a economia mundial baseia-se em recursos energéticos não renováveis,

como o carvão, o petróleo, o gás e o urânio, cuja utilização tem consequências catastróficas para o homem e para o ambiente. Para ele, a solução para enfrentar a acelerada extinção dos recursos do planeta é substituir as energias não renováveis por outras que não se esgotem, tais como a solar ou a eólica.

Em seu rigoroso e comprometido ensaio intitulado *"Economia Solar Global - Estratégias para a Modernidade Ecológica"*, Dr. Hermann Scheer estabelece, de forma apaixonada, uma mudança estratégica factível e defende que a formidável central térmica do cosmos poderia atender a todas as necessidades energéticas da humanidade.

Hermann Scheer, "o Apóstolo do Sol", percebe as bases tecnológicas, ecológicas, sociais e políticas para a implantação de uma economia mundial de menor impacto ambiental.

"O caminho das energias renováveis e o abandono das energias atômica e fóssil representam uma absoluta necessidade social. Esta é verdadeiramente a questão central de todo o século XXI", aponta o autor nesta obra, verdadeira Bíblia da ecologia moderna, que tem sido traduzida para vários idiomas e está em vias de transformar-se em um dos livros chave do novo milênio.

O Dr. Hermann Scheer, nascido em 1944, é sociólogo e economista e, desde 1988, pre-



Dr. Márcio Drummond, Diretor Geral do CEPEL, em discurso durante a abertura do evento.

sidente a EUROSOLAR, a Associação Europeia de Energia Solar, que possui na atualidade mais de vinte mil sócios em todo o mundo e tem como objetivo substituir as energias nucleares e fósseis pelas fontes renováveis.

Influente deputado pelo Partido Social Democrata do Parlamento Alemão, tem sido premiado em várias ocasiões pelo seu trabalho investigativo em energias recicláveis tendo recebido, em 1999, o Prêmio Nobel Alternativo. Scheer é editor da revista *Solarzeitalter* (Época Solar) e autor de várias obras de divulgação ecológica que têm sido traduzidas em diversos idiomas.

O CRESESB, assim como o CEPEL, a ELETROBRÁS e o Ministério de Minas e Energia, orgulha-se de trazer para o público brasileiro mais um livro que retrata as idéias do Dr. Hermann Scheer. Espera desta forma contribuir para o debate sobre as questões energéticas do Século XXI.

O livro *"Economia Solar Global - Estratégias para a Modernidade Ecológica"* encontra-se disponível e para adquiri-lo o interessado deverá entrar em contato com o CRESESB através dos telefones (21) 2598-6174 e (21) 2598-6187 ou pelo endereço eletrônico crese@cepel.br.

Hamilton Moss de Souza
CRESESB/CEPEL
moss@cepel.br



Platéia na apresentação do Dr. Hermann Scheer.

Projeto Ribeirinhas leva energia para comunidades do interior

O projeto Ribeirinhas foi concebido a partir da necessidade de apoio na execução de atividades ligadas ao Programa Nacional de Eletrificação Rural "LUZ NO CAMPO" dentro do contexto da implantação de micro-sistemas piloto para demonstração da viabilidade técnico-econômica e sócio-ambiental de sistemas de geração baseados em fontes alternativas de energia. O trabalho é conduzido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) e ELETROBRÁS, em colaboração com a Universidade do Amazonas (UA).

Trata-se de um projeto piloto que busca avaliar, adequar e implantar tecnologias alternativas partindo-se de recursos energéticos locais para atendimento às comunidades ribeirinhas, produzindo casos de sucesso que permitam levar à replicação em outras localidades, por agentes privados ou públicos.

Os serviços tecnológicos compreendem a seleção de 30 localidades, o dimensionamento dos recursos energéticos alternativos locais, o dimensionamento das necessidades energéticas, o projeto, a aquisição e instalação dos sistemas e o comissionamento.

A título de orientação inicial, as localidades deveriam ter, em média, cerca de 15 a 20 famílias, prevendo-se uma potência instalada de 150W a 300W por residência.

Os serviços englobam ainda a definição da estratégia de operação, o acompanhamento de funcionamento dos sistemas para verificação de desempenho e avaliação dos impactos sócio-econômicos nas locali-

dades atendidas. Para tanto, o projeto está dividido em duas fases. Na primeira fase foram realizados os trabalhos de pesquisa de campo para identificação das 30 localidades, a partir das quais foram selecionadas cinco delas para implantação dos primeiros sistemas pilotos.



Comunidade de Purusinho, no município de Silves (AM) beneficiada pelo Programa Ribeirinhas.

A segunda fase, em desenvolvimento, apresenta a consolidação do projeto com base nos resultados obtidos na primeira fase e envolve a implantação nas 25 localidades restantes.

Na primeira fase do projeto Ribeirinhas, já finalizada, foram atendidos 51 domicílios dispersos em cinco comunidades distintas (Purusinho no município de Silves, Parque Nacional do Jaú e Sobrado no município de Novo Airão, Nossa Senhora Rainha da Paz e Nossa Senhora do Perpétuo Socorro no município de Manacapuru), aplicando sistemas solares fotovoltaicos os quais totalizam uma potência de 7,6 kW.

Para atender à condição de auto-sustentabilidade dos sistemas fotovoltaicos em aplicação neste projeto, estão sendo estabelecidas taxas de serviços mensais a serem pagas pelos

usuários de acordo com estudos e análises econômicas baseados em financiamentos especiais. Nas demais localidades selecionadas para o atendimento energético - no escopo da segunda fase - serão instalados um sistema de biomassa por gaseificação de madeira na comunidade de

Apóstolo Paulo, município de Manacapuru, uma possível Micro Central Hidroelétrica (ainda em estudo) e aproximadamente 230 novos sistemas fotovoltaicos.

A execução do projeto exigiu um grande aprofundamento nos diversos aspectos de natureza prática envolvidos na implantação de micro-sistemas de energias renováveis em comunidades isoladas da Amazônia. Evidenciou-se que, à exceção dos sis-

temas fotovoltaicos, a implementação de pequenos sistemas de geração baseados em fontes alternativas nas condições propostas exige a superação de dificuldades técnicas e organizacionais substancialmente maiores do que as aplicáveis na implantação de pequenos geradores diesel.

A ELETROBRÁS, a partir dos resultados obtidos na primeira fase do projeto Ribeirinhas, estuda a aplicação de um programa voltado para a eletrificação de 5 a 6 mil domicílios com sistemas solares fotovoltaicos.

Maiores informações poderão ser encontradas na Home Page do Programa de Eletrificação Rural e Fontes de Energias Renováveis no endereço <http://www.cepel.br/~per>.

Programa de Pesquisas em
Eletrificação Rural e Energias
Renováveis do CEPEL

Programa Nacional do Sol

Uma Solução para a Crise Energética

Dr. Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, pesquisador-titular do Museu de Astronomia e Ciências Afins, do qual foi fundador e primeiro diretor, é autor de mais de 60 livros, entre os quais a publicação "Sol e a energia do Terceiro Milênio". Nesta edição do Informe CRESESB, Dr. Ronaldo Mourão apresenta o Prosol - Programa Nacional do Sol como uma solução para a crise energética.

A energia solar é superior a qualquer outra forma de captação de energia convencional por tratar-se de uma fonte totalmente natural, limpa, gratuita que, além de não agredir ao meio ambiente, é praticamente inesgotável pelo menos durante os próximos 6 bilhões de anos.

Desde os anos 70, venho escrevendo sobre o aproveitamento da energia solar. De início, na Revista de Domingo do Jornal do Brasil. Neste mesmo jornal, na coluna semanal Astronomia e Astronáutica, expus a necessidade de que o governo brasileiro desenvolvesse um programa de pesquisa no campo da energia elétrica a partir das células fotovoltaicas. Alertei que os países do primeiro mundo

vinham investindo recursos na pesquisa de células fotovoltaicas não só com o objetivo de utilizá-las nas sondas espaciais, mas, principalmente, para vender sua tecnologia às nações do terceiro mundo, onde o índice de insolação é superior à dos países do primeiro mundo.

Finalmente, no ano 2000, a editora Scipione publicou o livro de minha autoria "Sol e a energia do terceiro milênio", cujo objetivo é divulgar a importância da energia solar.

Além de reduzir o gasto de eletricidade, a energia solar não prejudica a agricultura. De fato, cada metro quadrado de coletor solar instalado poderia, por um lado, evitar a inundação de 56 metros quadrados de terras férteis usadas na construção de novas usinas hidrelétricas que poderiam ser usadas para fins agrícolas e, por outro lado,

economizar 55kg de gás natural por ano ou 66 litros de diesel/ano ou 215kg de lenha por ano.

Na realidade, a construção de novas hidrelétricas, além de constituir uma agressão à fauna e à flora tropical, inundando terras que eram ou poderiam ser utilizadas para agricultura e pecuária, pode também provocar a perda de patrimônio histórico/cultural. Não se deve esquecer ainda que estas terras inundadas poderiam ter sido usadas na recolocação de famílias, na reforma agrária.

Um milionésimo da energia solar que nosso país recebe durante um ano (aproximadamente 15 trilhões de megawatts) equivale a um suprimento de energia da ordem de 54% do petróleo nacional, quatro vezes a energia gerada no mesmo período por uma usina hidrelétrica ou, ainda, duas vezes a energia obtida com o carvão mineral.

Por que continuamos instalando usinas hidrelétricas e termelétricas?

Porque seguimos o modelo econômico dos países mais ricos, que no entanto já estão se voltando para soluções que objetivam preservar o seu meio ambiente.

Para enfrentar a crise de energia elétrica, a economia brasileira precisa repensar o seu mo-

delo de matriz energética, iniciando o Programa Nacional do Sol (Prosol), como foi feito com a criação do Proálcool (Programa Nacional do Álcool), em 1975, durante a crise do petróleo.

Dentre as medidas que o governo poderá adotar, as principais serão as seguintes:

1. Instituir sistema de fomento através do CNPq, CAPES, BNDES, Banco do Brasil, Caixa Econômica para aceleração de estudos e projetos que visem à implantação de energia solar.
2. Estimular os órgãos públicos da esfera federal, estadual e municipal no uso de energia solar nas escolas, postos da saúde, prédios públicos, etc.



Dr. Ronaldo Mourão.

3. Estimular a iniciativa privada, especialmente agro-indústria e agricultura, para o uso da energia solar.
4. Estimular a instalação de energia solar nas residências mediante fomento financeiro a cargo dos bancos oficiais, criando linhas de financiamento especiais.
5. Estimular e determinar que as prefeituras utilizem a energia solar na iluminação pública.

Como conclusão, com referência às células fotovoltaicas, em geral, muito cara no Brasil, o governo deveria adotar as seguintes medidas:

1. Zerar a alíquota dos impostos sobre a importação das células, durante um período de um ano ou mais até que tenhamos produção própria suficiente.
2. Criar incentivos às universidades e às empresas para desenvolverem uma tecnologia nacional de fabricação de células no Brasil.
3. Eliminar o IPI e ICMS sobre as atividades associadas às instalações de energia solar.
4. Reduzir IPTU para as casas que adotarem o uso de energia solar térmica ou fotovoltaica, como se faz com os veículos que usam gás no lugar de gasolina.

Ronaldo Rogério de Freitas Mourão
Astrônomo
www.ronaldomourao.com

"No ano 2000, a editora Scipione publicou o livro de minha autoria Sol e a energia do terceiro milênio, cujo objetivo é divulgar a importância da energia solar."

Um sistema para monitoração e avaliação de sistemas fotovoltaicos em áreas rurais

Através de um convênio de cooperação entre o CRESESB/CEPEL e a *University of Applied Sciences Giessen* da Alemanha o estudante alemão Helmut Herold desenvolveu um sistema para monitoração e avaliação de sistemas fotovoltaicos em áreas rurais.

A universidade alemã, através do Instituto de Uso Racional de Energia do Departamento de Energia Elétrica financiou parte do projeto.

O Projeto foi orientado pelos pesquisadores do CEPEL, Marco Antônio Galdino da Área de Conhecimento de Eletrônica (ACEL) e Hamilton Moss, Coordenador do CRESESB.

Este sistema de monitoração foi criado visando obter continuamente dados de operação de sistemas fotovoltaicos instalados em áreas rurais no Brasil. O conjunto de sensores e o sistema de aquisição de dados (*data logger*) permitem registrar os principais parâmetros necessários para avaliar a qualidade de operação do sistema monitorado. Isso permite um melhor entendimento do desempenho de sistemas instalados no campo e contribui para otimizar o planejamento dos mesmos. Os dados adquiridos serão utilizados para avaliar o desempenho do arranjo fotovoltaico, bem como do sistema de armazenamento (baterias) e podem ser aproveitados para conhecer as características das cargas usadas neste período.

A Figura 1 mostra a localização dos sensores instalados no sistema fotovoltaico. Pela avaliação, o *data logger* SIC100+ basicamente mede

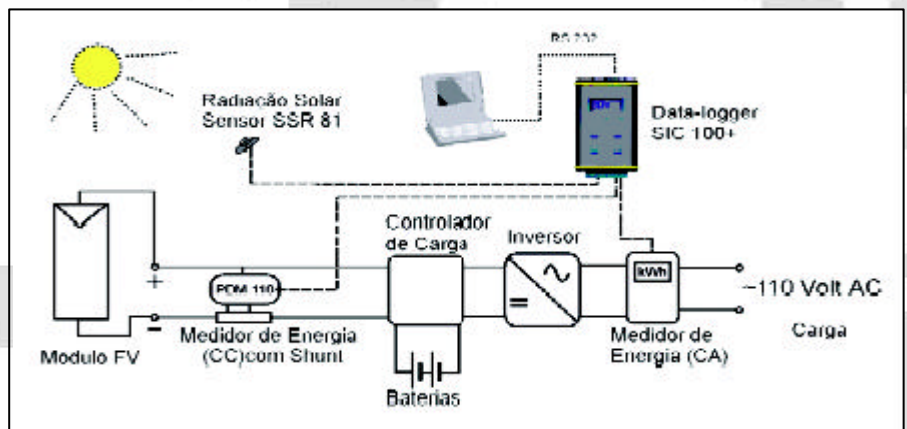


Figura 1 - Localização dos sensores no sistema fotovoltaico.

cinco parâmetros que são radiação solar, temperatura no banco de baterias, tensão do banco de baterias, energia consumida pelas cargas e energia fornecida pelo arranjo fotovoltaico.

O *data logger* mede os valores de 2 em 2 segundos e calcula um valor médio pelo intervalo de monitoração (atualmente 12 minutos). Estes valores são armazenados na memória cíclica do *data logger* para 9 dias e depois são exportados por meio de uma interface RS 232 para um computador portátil.

Em seguida, os dados são processados utilizando-se uma rotina desenvolvida no programa computacional *Microsoft Excel*; o programa apresentará, na forma gráfica, os resultados

calculados (Fluxo de energia gerada/consumida, eficiência do sistema, fator de performance, padrão de carga do consumidor, etc.), conforme ilustrado na Figura 2.

Este trabalho foi apresentado na Alemanha como Projeto de Fim de Curso de Engenharia e na avaliação obteve grau máximo.

Helmut Herold
University of Applied Sciences Giessen
helmut.herold@gmx.net

Marco Antônio Galdino
ACEL/CEPEL
marcoag@cepel.br

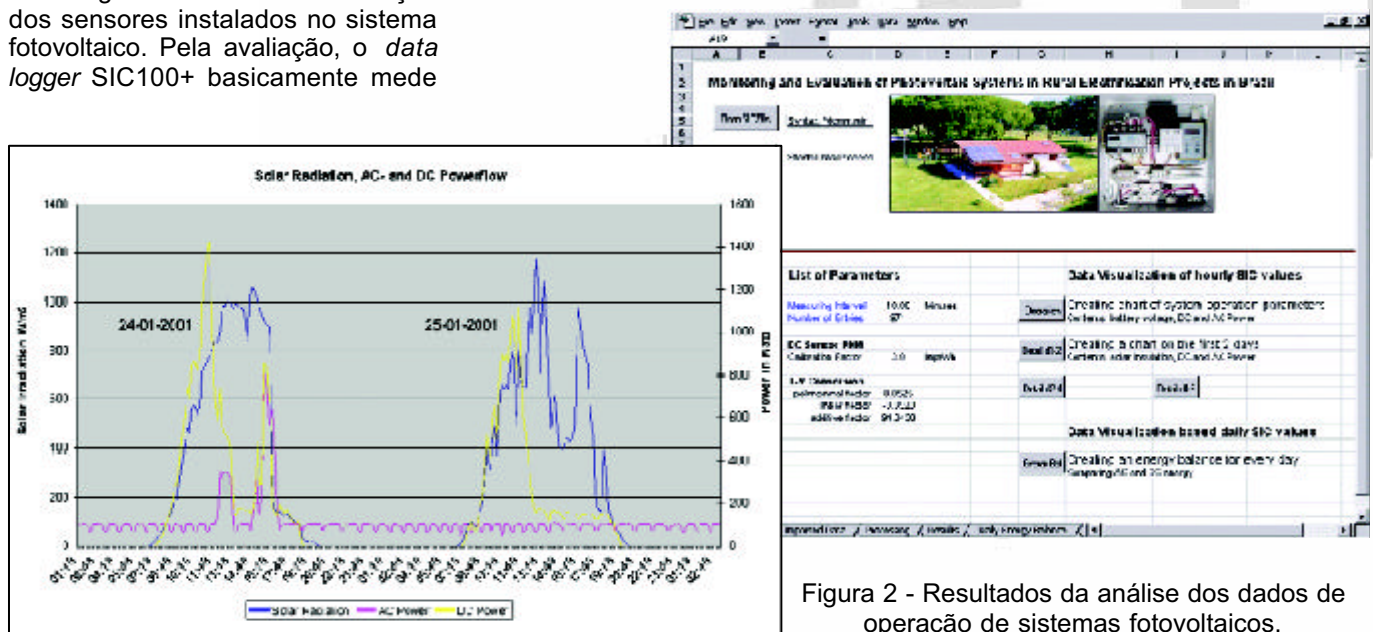


Figura 2 - Resultados da análise dos dados de operação de sistemas fotovoltaicos.

Instalação de osmose reversa acionada por gerador fotovoltaico

Quando água pura e água salgada são separadas por uma membrana semipermeável, a água pura escoa através da membrana e dilui a água salgada. Através deste processo, denominado osmose, surge uma diferença de pressão hidrostática $\Delta\pi$ entre os níveis da água chamada de pressão osmótica (Figura 1).

O equilíbrio osmótico assim surgido trata-se de um equilíbrio dinâmico, pois o solvente (no caso a água) após ter atingido este equilíbrio flui através da membrana em ambas as direções com a mesma intensidade.

Para a dessalinização de água salobra ou do mar torna-se necessário a aplicação de uma pressão p no lado de maior concentração de sal que supere a pressão osmótica $\Delta\pi$. Deste modo, o fluxo da água é invertido de modo que o lado com maior concentração de sais tende a aumentar esta concentração. O processo é denominado, portanto, de osmose reversa. Para aplicar ao líquido esta pressão, torna-se necessário o uso de bombas de alta pressão.

Como resultado do processo de osmose reversa, através do uso de bombas de alta pressão e de membranas seletivas, ocorre a divisão do fluxo de água salgada em duas correntes:

- água potável;
- concentrado, que transporta a maior parte dos minerais contidos na água original.

Mas como acionar uma bomba de alta pressão em locais onde não existe energia elétrica?

A resposta a este problema está em um projeto pioneiro no Brasil constituído por uma unidade dessalinizadora de água salobra acionada por gerador fotovoltaico. Este projeto foi implementado na localidade de Coité-Pedreiras situada à cerca de 25 km de Fortaleza.

Utilizando tecnologia de osmose reversa, o dessalinizador possui capacidade nominal de 250 litros/hora e foi dimensionado para atender a uma comunidade rural de 150 famílias. As características nominais do gerador fotovoltaico são 1,1 kWp obtidas através da configuração mista de 20 módulos fotovoltaicos de 55 Wp cada.



Instalação de osmose reversa composta por baterias, conversor e dessalinizador.

Este gerador é responsável pelo suprimento de energia elétrica a um banco de baterias composto por 8 unidades de 100 Ah. O projeto foi financiado pelo Banco do Nordeste e CNPq.

A instalação é acionada por um motor de indução trifásico; a viabilidade técnica da utilização do motor de indução trifásico para acionamento da unidade de osmose reversa se tornou possível com a implantação dos seguintes equipamentos:

- conversor CC/CC para elevar a tensão de 24VCC para 220VCC. Este equipamento é ligado aos terminais das baterias;
- conversor de frequência de 750W. Este equipamento é utilizado para possibilitar a escolha da velocidade adequada a ser desenvolvida pelo motor de indução para garantir a pressão aplicada à membrana de osmose reversa.

As principais conclusões deste projeto são:

- a relação entre a energia consumida para dessalinizar a água salobra e o volume de água potável é da ordem de 3,11 kWh/m³;
- a estratégia de operação se caracteriza pelo motor de indução trifásico funcionando entre 2700 a 3000 RPM, pressão de 120 PSI aplicada à membrana de osmose reversa, taxa de recuperação em torno de 25% e uma produção média de 3,8 litros/minuto com 4 a 5 horas diárias de funcionamento;
- o custo da água potável produzida pela unidade de osmose reversa acionada por painéis fotovoltaicos usando motor de indução trifásico é de R\$20,70 por metro cúbico;
- é indispensável a participação da comunidade para garantir o êxito de um projeto como este.

Deve-se trabalhar a conscientização das pessoas para evitar o desperdício de água potável e conservar os equipamentos.

Maiores informações poderão ser obtidas diretamente com o Professor Paulo Carvalho.

Paulo Carvalho
Univ. Federal do Ceará
Depto. de Eng. Elétrica
carvalho@dee.ufc.br

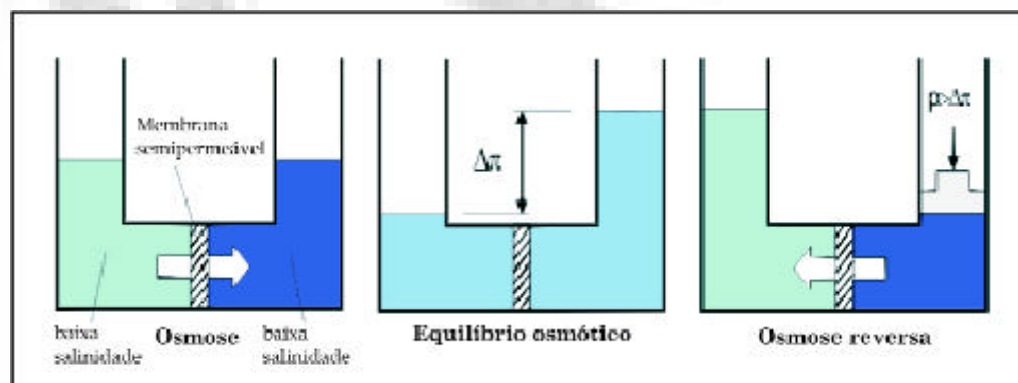


Figura 1 - Osmose, Equilíbrio Osmótico e Osmose Reversa.

Energia Eólica

Regulamentação e Comercialização

O workshop "Energia Eólica: regulamentação e comercialização", aconteceu no Auditório da Federação das Indústrias do Estado do Ceará – FIEC, em Fortaleza – CE, em outubro de 2001. Foi realizado através de uma parceria entre a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional – USAID e a Secretaria de Infra-estrutura do Estado do Ceará – SEINFRA, com apoio da FIEC, da Companhia de Eletricidade do Estado do Ceará – COELCE e da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará – CAGECE. Este treinamento foi mais um dos 18 (dezoito) realizados no âmbito do *Brazil Energy Training and Outreach Program* – BETOP. Estiveram presentes 49 participantes provenientes de diversos setores de todo o país. O workshop foi apresentado em português e em inglês com tradução simultânea. O material didático foi distribuído parte em português e em inglês.

Diante das circunstâncias do raciocínio de energia elétrica, principalmente na região Nordeste, este treinamento teve um papel importante para ajudar a impulsionar o mercado de energia eólica no Brasil. Os setores público e privado estão buscando alternativas para expandir a geração de energia e o curso foi desenhado para oferecer aos participantes um panorama das oportunidades e dos problemas enfrentados pelo setor para a implementação desta fonte de energia, bem como uma troca de experiências nacional e internacional.

A cerimônia de abertura do evento contou com a participação dos representantes de todas as entidades parceiras nesta iniciativa e com a presença da Sra. Laura Porto, da Secretaria de Energia do Ministério de Minas e Energia, que apresentou o Programa Emergencial de Energia Eólica – PROEÓLICA, seus objetivos, prazos e forma de implantação.

O treinamento contou com a participação da Sra. Karen Conover, que, na qualidade de instrutora internacional, especialista em energia eólica, há mais de vinte anos atuando nesta área e Diretora da *Global Energy Concepts Inc.*, apresentou diversos tópicos relacionados à experiência norte-americana, no que diz respeito às novas técnicas de aerogeradores, a conexão da energia eólica à rede de

transmissão, os aspectos da comercialização e regulação, as regras internacionais de medição de ventos e principalmente como planejar um projeto de energia eólica envolvendo os riscos do negócio e os diversos contratos.

Como instrutores brasileiros o Sr. Walter Senise, o Sr. Guilherme Schmidt e a Sra. Ana Karina Sousa, todos do Escritório Machado, Meyer, Sendacz e Opice Advogados, contribuíram elencando a legislação pertinente ao assunto, bem como apresentando um resumo dos projetos de lei que vêm sendo discutidos no Congresso Nacional. O Sr. Jorge Lima, do Centro de Pesquisa de Energia Elétrica – CEPEL, apresentou o mapa eólico brasileiro e as possibilidades da complementaridade sazonal. O Sr. Fábio Medeiros e o Sr. Dário Gueiros, representantes do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, apresentaram um panorama da atual situação da rede de transmissão brasileira e apontaram as possibilidades de conexão da energia eólica à rede básica. O Sr. Everaldo Feitosa, do Centro Brasileiro de Energia Eólica – CBEE, abordou a otimização e manutenção do sistema de energia eólica e a certificação dos equipamentos diante das condições climáticas brasileiras. O Sr. Jörgdieter Anhalt, do Instituto de Desenvolvimento de Energia Renovável – IDER, abordou as técnicas de aerogeradores e o Sr. Jaconias de Aguiar, representante da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, comentou sobre a regulamentação da geração da energia eólica no Brasil.

Os 49 participantes representavam diversos setores da economia brasileira além do setor de energia: dois eram da Agência Brasileira de Inteligência – ABIN; um do Banco do Nordeste – BN; um da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF; cinco da COELCE; três estudantes e quatro professores da Universidade Federal do Ceará; dois do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS; um oficial do exército; um da FIEC; dois de centros tecnológicos; três de companhias de serviços públicos; treze da iniciativa privada e de consultorias; seis da SEINFRA e cinco autônomos.

Ao findar as palestras, os participantes foram convidados a formar grupos de discussão para apresen-

tarem sugestões a serem implantadas no setor. Foram formuladas três perguntas a todos os grupos para que debatessem entre si e sugerissem a melhor resposta:

1. Como viabilizar a conexão da energia eólica em localidades de alto potencial e distantes da rede básica?
2. Como os principais atores (Governos Federal e Estadual, concessionárias, iniciativa privada e financiadores) podem contribuir para a expansão da geração de energia eólica no Brasil?
3. Quais as sugestões a serem agregadas ao PROEÓLICA?

No último dia do curso, as sugestões apresentadas pelos grupos foram temas de discussão entre os participantes do workshop e a mesa debateadora formada por profissionais representantes do setor, a saber:

- Sr. Jorge Parente Frota Júnior, Presidente da FIEC;
- Sr. Adão Muniz, Subsecretário da SEINFRA;
- Sr. Manuel Monteiro, Presidente da COELCE;
- Sr. Fábio Medeiros, Engenheiro do Núcleo Regional Norte/Nordeste do ONS;
- Sr. Jaconias de Aguiar, Diretor da ANEEL;
- Sra. Karen Conover, Diretora da *Global Energy Concepts Inc.*;
- Sr. Pedro Bezerra, Coordenador Geral da Divisão de Projetos de Fontes Alternativas da CHESF;
- Sra. Simoni Lara, do Instituto Internacional de Educação – IIE, na qualidade de mediadora do debate.

Deste debate surgiu a "Carta de Fortaleza", que será encaminhada, a título de sugestão, às autoridades responsáveis pelo setor objetivando complementar as normas que regulamentarão a atividade no Brasil e acelerar o processo de expansão de geração de energia alternativa.

A "Carta de Fortaleza" encontra-se na íntegra disponível na página do CRESESB (www.cresesb.cepel.br).

Simoni Lara
IIE /USAID

simoni.lara@uol.com.br

Um passo decisivo para a consolidação da RENOVE

Criada através de esforço conjunto do Winrock International e USAID – Agência de Desenvolvimento Internacional do Governo Americano, a RENOVE (Rede Nacional de Organizações da Sociedade Civil para as Energias Renováveis) está se consolidando como uma rede de ação integrada para o desenvolvimento, operando na fronteira entre energia e atividades essenciais como saúde, educação, gerenciamento e conservação de recursos naturais, gênero, capacitação e fortalecimento de lideranças, entre outras.

Composta inicialmente por 16 Instituições fundadoras, que atuam fundamentalmente em zonas rurais e áreas de proteção ambiental localizadas na Floresta Amazônica, Região dos Cerrados e áreas remanescentes da Mata Atlântica, a RENOVE tem por objetivo promover a integração do esforço individual dessas organizações na implementação de projetos sócio-econômicos sustentáveis, principalmente através da produção e uso de energias renováveis.

A consolidação da RENOVE coincide com um momento importante do país, quando as fontes renováveis passam a ser incluídas no plano político e institucional como alternativas reais de fornecimento para determinados usos e condições de atendimento.

A RENOVE, através de seus membros e de novos parceiros dos setores público, privado e organizações não governamentais, tem como proposta agregar novos mercados, promover treina-

mento e capacitação, incentivar a formulação de políticas públicas que favoreçam a produção e uso de energias renováveis no País, identificar linhas de financiamento nacionais e internacionais, apoiar a captação de recursos necessários à implementação de projetos sustentáveis, entre outras prioridades.

A ampliação da parceria entre os membros da Rede já permitiu, por exemplo, a montagem de projeto para a implantação de sistemas de energia fotovoltaica para bombeamento, tratamento e distribuição de água em 5 comunidades ribeirinhas da reserva de desenvolvimento sustentável de Mamirauá, localizada no Estado do Amazonas, projeto financiado pelo Programa Trópico Úmido – PTU, do Ministério da Ciência e Tecnologia. Este trabalho foi fruto de um esforço conjunto do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - IDSM, Winrock e IEE/USP. As comunidades beneficiadas estão participando do projeto desde o início,



Localização das instituições fundadoras da RENOVE.

recebendo treinamento e sendo capacitadas a manterem o funcionamento dos sistemas. Os resultados já alcançados confirmam a importância das ações integradas da RENOVE. Já é sensível na população atendida pelo novo sistema a redução do índice de doenças causadas pela contaminação da água. Além disso, o abastecimento de água diretamente nas casas possibilita um melhor aproveitamento do tempo das mulheres, que não precisam mais se deslocar até a margem do rio para executar grande parte de suas atividades domésticas.

Na continuidade do processo de consolidação da rede está a constituição da Secretaria Executiva da RENOVE que será responsável pela ampliação das ações da rede através da identificação de novos membros, identificação de fontes de recursos e parceiros para implementação dos projetos, além de ações para disseminar as informações sobre a aplicação de tecnologias, experiências, resultados e fontes de recursos disponíveis para o uso de energias renováveis.

A página na Internet da RENOVE (www.renove.org.br) está em fase de implantação e pretende servir como meio de fortalecer ainda mais a integração entre os membros da rede.



Vista dos sistemas de bombeamento flutuantes instalados na Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá (AM).



Claudio Ribeiro
Winrock International Brasil
cribeiro@winrock.org.br

CRESESB apoia a realização d

Curso de Solarimetria e Cartografia da Radiação Solar

A informação adequada sobre o recurso solar é muito importante para diversas áreas tecnológicas tais como: agricultura, meteorologia, engenharia florestal, recursos hídricos e particularmente para uma Tecnologia Inovadora como a Energia Solar. No processo de penetração no mercado da tecnologia Solar, a reprodução ampliada e sustentada da mesma, depende fortemente da economicidade e confiabilidade dos sistemas solares de demonstração (seja em escala restrita ou ampla) instalados. O binômio economicidade-confiabilidade de um sistema, é a consequência de um projeto bem elaborado resultado de um conhecimento preciso do recurso solar disponível. Portanto conhecer o potencial do recurso solar com precisão, senão uma necessidade, é um imperativo para uma maior difusão e utilização da Energia Solar.

Neste contexto e dando continuidade às atividades de difusão e treinamento, o Grupo FAE conjuntamente com a Rede Iberoamericana de Solarimetria (RISOL) e com apoio do CRESESB/CEPEL E PROGRAMA XINGÓ, realizou em 2001 o III Curso de Solarimetria e o X Curso de Energia Solar – Solarimetria e Cartografia da Radiação Solar, que contou com a presença de diversos especialistas internacionais e nacionais: Dr. Ricardo J. F. de Aguiar do Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial de Portugal, Dr. Hugo Grossi Gallegos da Red Solarimétrica da Argentina, Dr. Juan Carlos Ceballos do INPE e o Dr. Chigueru Tiba do Grupo FAE, coordenador do evento. Os temas tratados no Curso foram:

- medição da radiação solar na superfície da Terra: instrumentos e erros associados;
- estimativa da radiação solar mediante imagens de satélites;
- cartografia da radiação solar por métodos geo-estatísticos;
- radiação solar no Brasil – Dados terrestres.

O Curso teve uma pré-inscrição de mais de 50 participantes das quais foram selecionados 30 por limitação da sala de aula que possuía somente 15 computadores para aulas práticas.

Os alunos eram de excelente nível técnico, muitos estudantes de Mestrado e Doutorado e procedentes de diversos estados do Brasil.

Durante o curso foi distribuído um CD-ROM contendo o programa computacional desenvolvido pelo Dr. Ricardo de Aguiar, denominado MAPASOL 1.2.

Ao final do curso foi realizada uma visita à Área de Testes mantida pelo Grupo FAE (ilustrada na foto ao lado). Nesta área de testes existem vários equipamentos e instalações que estão destinados à realização de medidas experimentais como bancadas de testes (para sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água e coletores térmicos), o laboratório de análises e testes de componentes de sistemas de eletrificação rural fotovoltaica e a estação de medidas meteorológicas e de radiação solar.

Chigueru Tiba
UFPE/Grupo FAE-DEN
tiba@npd.ufpe.br



Acima: alunos durante o curso na Casa Solar; e
Abaixo: alunos do curso de energia eólica; aluno

Cursos de Energia Solar Fotovoltaica p

O SEBRAE-RJ, em parceria com o CRESESB e o CEPEL, promoveu em dezembro/2001 e Junho/2002 cursos de "Introdução à Instalação de Sistemas Fotovoltaicos", que foram realizados na Casa Solar Eficiente, localizada nas dependências do CEPEL, na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro - RJ.

Os cursos foram ministrados pelo pesquisador do CEPEL Marco Antônio Galdino da Área de Eletrônica (ACEL) e contaram com 20 e 22 participantes, respectivamente, provenientes de diversas institui-

ções públicas e privadas, localizada em sua grande maioria no Rio de Janeiro mas também de outros estados.

Os cursos incluíram aulas teóricas e práticas sobre o assunto e tiveram como público alvo principalmente engenheiros e técnicos de nível médio.

Durante os cursos foram transmitidas noções básicas sobre sistemas fotovoltaicos autônomos para geração de energia elétrica, incluindo os seus componentes básicos: módulo fotovoltaicos, controladores de carga, baterias, inversores e outros acessórios. Também foi abordado o dimer

ursos de energias renováveis

Curso de Energia Eólica promovido pelo LABMFA/COPPE



em visita à área de testes do Grupo FAE/UFPE. te aula prática do curso de energia fotovoltaica.

O curso "Introdução ao Aproveitamento da Energia Eólica" tem como objetivo a apresentação dos conceitos básicos sobre o aproveitamento da energia dos ventos. Os tópicos apresentados fornecem aos participantes as informações necessárias para o desenvolvimento das atividades de profissionais, de técnicos e de estudantes, assim como de todas as pessoas envolvidas neste ramo de atividades.

O curso foi, originalmente, desenvolvido com o apoio da *Carl Duisberg Gesellschaft* (CDG), instituição alemã vinculada ao Ministério de Cooperação Econômica e Desenvolvimento da Alemanha; ele é recomendado como um pré-requisito a todas as atividades da área, mantidas pela CDG no Brasil.

O curso foi concebido e preparado pela empresa Eólica Engenharia sob a orientação do Prof. Miguel Hiroo Hirata e da Dra. Maria Regina Araújo. A Eólica Engenharia é responsável

pela coordenação geral e implementação nas diferentes regiões e estados do País.

Em 2001 o curso foi apresentado com total sucesso na Universidade Federal do Rio de Janeiro, no Rio de Janeiro e na Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza; destes cursos participaram profissionais das empresas de distribuição de energia, representantes de agências e de outros órgãos governamentais, empresas de planejamento e projetos, Organizações não Governamentais (ONGs), indústrias, centros de pesquisa e estudantes universitários. Planeja-se, neste ano, apresentar o curso em duas outras instituições do País.

A concepção modular do curso empresta-lhe uma capacidade de atualização constante, com a inclusão de tópicos de interesse; esta característica o torna recomendável, também, para os iniciantes nesta área de interesse. A preparação e apresentação, na sua parte básica, são feitas por professores dos melhores centros de pesquisa e universidades brasileiras e por profissionais competentes com experiências variadas que incluem desde a pesquisa básica até a implantação de parques eólicos. São incluídos, também, módulos apresentados por professores, pesquisadores e profissionais que representam as realidades e necessidades locais da região onde o curso é desenvolvido.

Para melhor adequar as necessidades dos participantes, a apresentação do curso é dividida em duas partes, cada uma com aproximadamente 8 horas diárias durante 5 (cinco) dias. No intervalo entre as duas partes, atividades são estabelecidas para que os participantes possam exercitar e colocar seus conhecimentos em prática.

A apresentação do curso é feita com a utilização de recursos visuais apoiada por textos especialmente preparados. Durante o curso os participantes têm a oportunidade de se exercitarem sob a supervisão dos instrutores.

ovidos pelo SEBRAE-RJ e o CRESESB

sionamento de pequenos sistemas, bem como a demonstração prática de detalhes de instalação.

Os temas abordados foram os seguintes:

- princípios básicos de energia solar fotovoltaica;
- principais tipos de tecnologia;
- solarimetria - noções da distribuição da radiação solar e de sua medição;
- equipamentos;
- aplicações;
- exemplos de dimensionamento;
- demonstrações práticas.

O Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos publicado pelo CEPEL/CRESESB foi distribuído à todos os participantes dos cursos, como material didático.

Espera-se que a parceria entre o SEBRAE-RJ e o CRESESB prosiga de forma a viabilizar a realização de outros cursos semelhantes, pois verifica-se atualmente uma elevada demanda para este tipo de formação.

Hamilton Moss de Souza
CRESESB/CEPEL
moss@cepel.br

Gustavo Bodstein
UFRJ/LABMFA
gustavo@serv.com.ufrj.br

Declaração Rio 02 é elaborada durante *Rio-02 World Climate and Energy Event*

As delegações internacionais participantes da "Rio-02 World Climate and Energy Event", após quatro dias de produtivas discussões em plenárias em um nível interdisciplinar, concordaram nas seguintes resoluções:

- As nações e governos de estado devem adotar medidas de economia de energia, produção energética, políticas de distribuição e financiamento que, dentro de 50 anos, encorajem a migração completa de combustíveis baseados em carbono tradicionais até fontes de energia renovável, não poluentes, especialmente vento, solar e biomassa.
- Devem adotar padrões técnicos que aceleram a comercialização de células combustíveis como uma substituição para as máquinas de combustão interna;
- Os governos devem estabelecer políticas de implantação imediatamente efetivas, assegurando que todas as novas instalações do governo e veículos incorporem o uso de combustíveis renováveis e equipamentos mais avançados para redução de poluição; e que a legislação e regulamentação necessárias para realizar estas metas sejam implementadas dentro de três anos.

Durante a conferência, participantes ouviram exemplos de políticas de governo bem sucedidas que promoveram o uso de energia renovável na Europa onde era tecnicamente possível e economicamente viável. Todos os participantes concordaram que políticas semelhantes deveriam ser implementadas em todo o mundo.

Os benefícios sociais, econômicos e ambientais de adotar fontes renováveis de energia são tão extensos e tão imperativos que os participantes da Conferência acreditam que a evolução da geração de energia para fontes renováveis e não poluentes deveria ser um assunto da mais alta prioridade para todos os países e governos de estado.

Com base nas apresentações e discussões ocorridas durante a Rio-02, as observações e recomendações mencionadas a seguir foram feitas

para serem avaliadas durante a Johannesburg Summit que ocorrerá em setembro de 2002, na África do Sul.

O objetivo dos tratados assinados na Conferência da ONU em Meio Ambiente & Desenvolvimento (Rio 92) não foram completamente alcançados. As metas de reduzir os níveis de emissão dos gases de efeito estufa entre os anos de 1990 até 2000 pelos países em desenvolvimento não foram alcançados. De fato, atitudes têm sido adiadas para 2008-2012 de acordo com o Protocolo de Kyoto de 1997.

Os participantes da Rio-02 observaram que os países em desenvolvimento têm muitos problemas sociais urgentes que pioraram junto com a deterioração do meio ambiente. A expansão do uso de tecnologias associadas a energia renováveis poderia gerar um grande número de empregos ajudando a resolver vários dos problemas que se agravaram nos últimos dez anos. Dois exemplos concretos são o programa de álcool brasileiro e o uso do lixo urbano como uma fonte de energia, ambos com grande potencial de geração de empregos para países tais como o Brasil.

O uso atual de fontes alternativas e renováveis de energia é muito menor que todo o potencial de acordo com avaliações científicas e econômicas. Esta sub-utilização inclui energia solar para aquecimento da água em residências (coletores solares), energia solar fotovoltaica em comunidades isoladas e energia eólica para distribuição na rede elétrica. Todavia, alguns países europeus alcançaram crescimento acelerado em produção de energia eólica. Por exemplo, logo depois de legislação ser adotada na Alemanha criando incentivos financeiros para a produção de energia eólica, o mercado literalmente explodiu de 20 MW, há doze anos atrás, para 8.000 MW hoje. Deve-se notar que, no momento da passagem daquela legislação, Alemanha e Brasil tiveram a mesma capacidade instalada e, enquanto a Alemanha viu um novo e incrível investimento, a produção de energia eólica no Brasil cresceu somente 20 MW, embora o país tenha uma capacidade de geração estimada em 140.000 MW.

A possibilidade de usar bio-diesel junto com álcool em pequena escala é crescente no Brasil, especialmente com a iniciativa anunciada no dia último dia da Rio-02 pelo Secretário de Agricultura do Estado de Rio de Janeiro. Aquele anúncio incluiu a promoção de colheitas oleaginosas; a extração, produção e marketing do bio-combustível de diesel e o uso intensivo de tecnologias limpas localmente desenvolvidas para conectar o público, setores privados e acadêmicos.

A Rio-02 identificou outras tecnologias promissoras, incluindo eficiência energética, arquitetura bio-climática em área urbana, treinamento para a administração de projetos tecnológicos nas companhias públicas e privadas. Importantes ferramentas para o agendamento de todas as questões incluem mecanismos de desenvolvimento limpo (CDM) do Protocolo de Kyoto e seus equivalentes locais.

Entretanto, existem obstáculos para a implementação das tecnologias identificadas acima. Existem interesses políticos e industriais que são contrários a qualquer tipo de mudança. Em uma economia de mercado, a resistência é mais frequentemente baseada no preço – um problema que pode ser satisfatoriamente tratado através de subsídios no nível da produção ou do consumo. A falta de conhecimento técnico do potencial das fontes renováveis pode dificultar o planejamento dos governos. Isto pode ser tratado dando uma ênfase maior ao treinamento em escolas públicas de nível médio e superior, como também na promoção de eventos como, por exemplo, a Rio-02.

Os trâmites de importação e suas taxas frequentemente desencorajam a adoção da tecnologia atual e equipamentos de produção. Enquanto os governos não adotarem suas próprias políticas, eles falharão no estabelecimento de toda a regulamentação necessária em tempo oportuno.

Detalhes completos das apresentações da "Rio-02 World Climate and Energy Event" podem ser encontrados na Internet no endereço eletrônico: <http://www.rio02.com>.

Stefan Krauter
UFRJ/COPPE/EE
krauter@coe.ufrj.br

Perspectivas para Geração Heliotérmica no Brasil

Um problema atual enfrentado pelo setor elétrico brasileiro é a crescente demanda energética na região Nordeste do país em oposição à redução da disponibilidade de recursos hídricos para geração de eletricidade. Desta forma, o setor elétrico brasileiro, além de considerar a instalação de termo-elétricas na referida região, avalia a utilização de fontes alternativas que possibilitem a geração de energia limpa.

Neste contexto, um estudo preliminar sobre as tecnologias de concentração solar para geração de eletricidade foi realizado pelo CEPEL/ELETROBRÁS em cooperação com a CHESF (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco), COELBA (Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia), PETROBRÁS, CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba) e FBDS (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável).

O estudo consistiu na revisão do estado da arte da produção de energia heliotérmica, em uma avaliação do potencial de mercado e na identi-

cação do sítio mais adequado para uma planta piloto na região Nordeste do país. A partir das análises iniciais, foi elaborada a proposta do atual projeto (GERAHÉLIO) que consiste em estudos de viabilidade técnico-econômica visando futuramente a implementação da primeira planta heliotérmica brasileira na região do semi-árido nordestino.

O principal financiador desse projeto é o Banco Mundial, através do *Global Environment Facility* (GEF), instituição financiadora de projetos de cunho ambiental, existindo uma contrapartida das empresas brasileiras citadas anteriormente, subordinadas a coordenação do Ministério de Minas e Energia, sendo o CEPEL a agência executora.

A técnica de geração heliotérmica de eletricidade consiste em uma sucessão de conversões energéticas. A radiação solar direta é captada e concentrada em refletores ou lentes, rastreadores do Sol e focalizada em receptores onde a energia solar é absorvida. Essa energia é transferida para um fluido de troca térmica, que é

a fonte energética de um ciclo de potência convencional (*Rankine*, *Brayton* ou *Stirling*) onde, inicialmente, energia térmica é convertida em energia mecânica que, por sua vez, é convertida em energia elétrica.

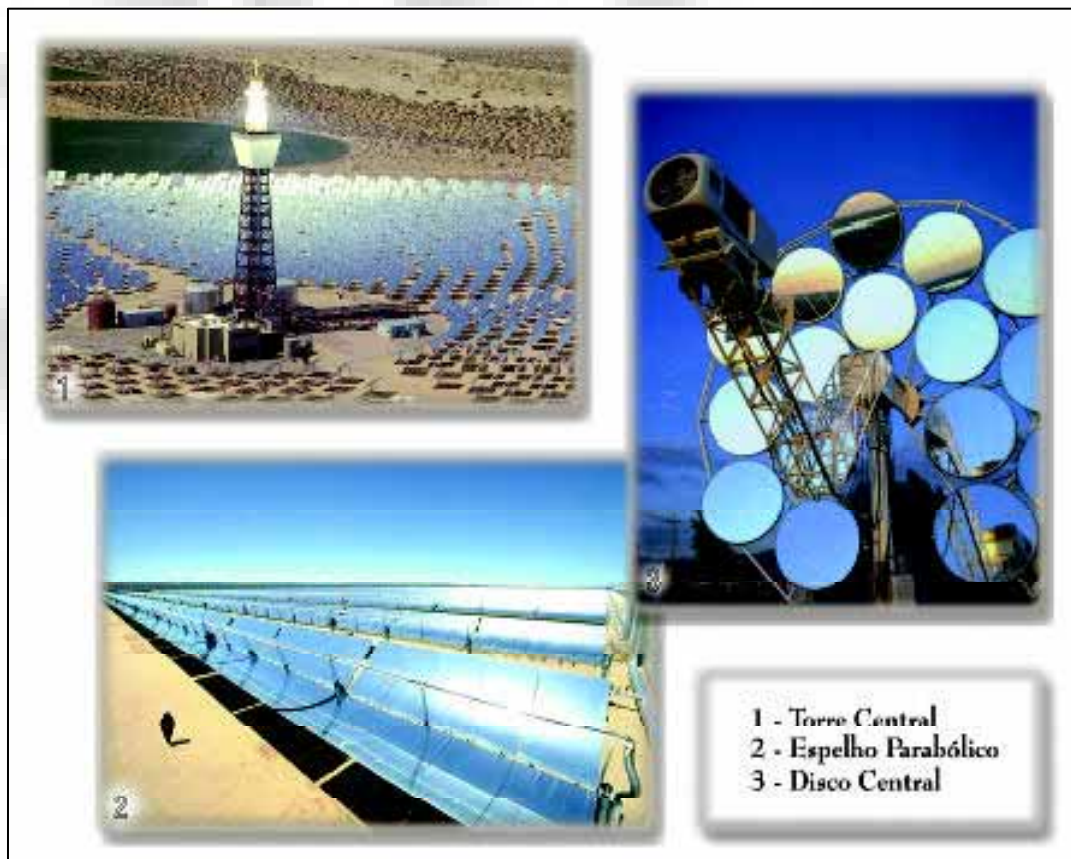
Atualmente, existem três tecnologias termo-solares, a saber: cilindro-parabólico, torre central e disco parabólico, que são caracterizadas pela superfície concentradora da radiação solar. Estas tecnologias têm sido amplamente estudadas nas últimas décadas e são vislumbradas aplicações em escalas de 25kW_e a 500MW_e.

O princípio de funcionamento das tecnologias heliotérmicas é bastante simples; entretanto, os procedimentos de instalação e operação destas plantas são complexos e dispendiosos. Atividades de pesquisa e desenvolvimento são, portanto, cruciais para a mitigação da tecnologia, tornando-a competitiva em relação aos processos convencionais de geração de eletricidade. Esforços científicos têm sido realizados em todo o mundo, principalmente nos Estados Unidos e na Europa.

Através do Projeto GERAHÉLIO são iniciadas atividades de pesquisa e desenvolvimento das tecnologias heliotérmicas no Brasil. Atualmente estão sendo realizados estudos de caracterização de sítios potenciais para instalação de plantas heliotérmicas e de caracterização das três tecnologias, para determinar a mais adequada ao ambiente e a demanda energética no Nordeste brasileiro.

O Brasil, assim, insere-se de forma definitiva no cenário mundial de tecnologias heliotérmicas, reforçando sua vocação para geração de energia limpa e renovável.

Silvia Cheroto
Ana Carla G. Petti
ACME/CEPEL
scheroto@cepel.br



1 - Torre Central
2 - Espelho Parabólico
3 - Disco Central

As tecnologias para geração heliotérmica mais empregadas.

Sistema de Energia Solar é instalado no Parque Municipal Ecológico da Prainha

O Parque Ecológico da Prainha faz parte da reserva de Mata Atlântica e está localizado em frente ao mar. A primeira proteção efetiva conferida à área deve-se à criação da APA (Área de Proteção Ambiental) de Grumari em 1986. Entretanto, esta Lei, apesar de proteger todo o bairro, não chegou a estabelecer qualquer parâmetro para uso da área.

Em 1989 os surfistas divulgaram um projeto para construção de um condomínio de casas e edifícios, além de um hotel na Prainha. As manifestações em favor da preservação da área ganharam a adesão da Câmara dos Vereadores que decidiu pela criação de uma APA específica para a Prainha. Esta Lei conferiu à área efetivamente uma proteção legal, impedindo qualquer construção à exceção daquelas de interesse público.

Em 1990, iniciaram-se negociações com o proprietário da área a fim de transferir a área para o Município. Entretanto, somente em 1999 foram concluídas as negociações, que resultaram em permuta com outros terrenos, e parte através de desapropriação.

A partir desta transferência, a região foi transformada em Parque Municipal quando iniciou-se um projeto para recuperação ambiental, tratamento paisagístico e implantação de um centro de visitantes.

De um total de 126,30 hectares que integram o Parque, o projeto da SMAC interviu em apenas 1,5 hectares, que são justamente as áreas que anteriormente sofreram impactos da presença humana.

No local foram construídos portal, guarita de segurança, banheiros públicos, sede para segurança e serviços de manutenção e sede para administração do parque, com loja para *souvenir*, auditório, espaço para exposição, sala para a Associação de Surfistas da Prainha e mirante. Além do tratamento paisagístico, várias trilhas foram recuperadas.

O parque não possui conexão com a rede de energia elétrica da conces-

sionária, sendo alimentado exclusivamente por energia solar.

O projeto arquitetônico procurou privilegiar o aproveitamento de iluminação e ventilação naturais, bem como a utilização de lâmpadas e luminárias eficientes.

O sistema de energia solar foi projetado para a utilização dos seguintes itens:

- luminárias;
- dois computadores,
- impressora,
- ventiladores de teto,
- duas geladeiras tipo frigobar,
- rádio,
- carregadores de celular,
- outros equipamentos de pequeno porte.

O sistema que alimenta os prédios da parte inferior possui 36 módulos fotovoltaicos de 75 Wp e 16 baterias de 244 Ah (para um ciclo de 100 h). Junto à este conjunto, encontram-se 2 módulos destinados ao acionamento de uma bomba volumétrica, que opera em corrente contínua e está projetada para atingir uma vazão de até 3000 l/dia.

O sistema que alimenta o prédio sede é composto por 40 módulos fotovoltaicos de 75 Wp e por 16 baterias.

Os dois sistemas contam com inversor destinado a converter a tensão de 48 V na tensão de operação dos equipamentos utilizados (110 V). Os dois sistemas incluem ainda um controlador de carga.

O custo total do sistema, considerando os custos de instalação, ficou em R\$ 157.786,48.

O consumo mensal estimado é de, no máximo, 677 kWh, o que resultaria numa conta mensal de R\$ 169,80 ou R\$ 2.037,00 por ano.

À primeira vista, o sistema não teria um retorno econômico aceitável. Entretanto, os custos de extensão de rede necessários para levar energia convencional até o local, certamente superariam o custo do sistema fotovoltaico.

Algumas estimativas consideram até mesmo que o sistema já está

pago, e que, após ter entrado em operação, pode-se economizar cerca de R\$ 2.037,00 anualmente.

A utilização de energia fotovoltaica é especialmente interessante em sistemas isolados como este, onde os custos de extensão de rede são altos e onde não existe previsão de aumento significativo do consumo de energia.

Considerando ainda a possibilidade de geração de energia "limpa", o Parque Municipal Ecológico da Prainha reúne as condições ideais para este tipo de experiência.



Sistema instalado no Parque Municipal Ecológico de Prainha.

O parque conta também com um sistema de bombeamento de água.

A potência total dos equipamentos instalados nos dois prédios é de 4000W. A iluminação é econômica e deve ser utilizada o menor período de tempo possível, utilizando-se ao máximo a iluminação natural.

No total, foram instalados 78 módulos fotovoltaicos com potência de 75Wp cada, totalizando 5850Wp. O banco de baterias, formado por 32 unidades, possui autonomia de 3 dias.

Optou-se por instalar dois sistemas independentes, um para alimentar os prédios da parte inferior (sanitários públicos, guarita e segurança) e outro para alimentar o prédio superior.

Monica Di Masi
IPLAN

mmasi.IPLAN@pcrj.rj.gov.br

Teses de Mestrado sobre fontes alternativas e eficiência energética são defendidas no GEDAE

O CRESESB recebeu informação do Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (GEDAE), coordenado pelo Professor João Tavares Pinho, acerca da defesa de duas Teses de Mestrado nas áreas de fontes alternativas e eficiência energética.

A Tese intitulada "Estudo de Sistema de Geração de Eletricidade Utilizando as Energias Solar Fotovoltaica e Eólica", foi defendida por Wilson Negrão Macêdo.

Neste trabalho são usados modelos para calcular a produção anual de energia gerada por sistemas eólicos e fotovoltaicos (FV) e sua variação ao longo dos meses do ano. Os modelos para a turbina eólica são obtidos da combinação da distribuição da velocidade do vento e características da turbina. Para o gerador fotovoltaico, o modelo é obtido da combinação da radiação solar e da temperatura com as características dos módulos FV utilizados. Esses modelos podem ser aplicados na análise da expansão da geração de sistemas híbridos solar-eólico isolados, bem como no dimensionamento desses tipos de sistemas.

Como resultado deste trabalho, foi desenvolvido um programa computacional na linguagem de programação Visual Basic 6.0®, que tem por finali-

dade oferecer uma fácil interação com o usuário. O programa tem como principal vantagem, possibilitar ao usuário analisar o potencial energético, dimensionar e estudar sistemas de energia eólicos e fotovoltaicos, a partir de informações das características locais e dos geradores.

Utilizando o programa (SOLEOL), faz-se uma análise comparativa entre os recursos energéticos solar e/ou eólico e suas características, disponíveis em duas localidades, com características distintas, do interior do estado do Pará. Para esse estudo foram utilizados dados meteorológicos obtidos de estações instaladas em cada localidade, bem como informações sobre as características dos sistemas para geração de eletricidade lá instalados.

Alguns resultados de simulações envolvendo turbinas eólicas de fabricantes e características diferentes e a inserção de um sistema fotovoltaico para uma dessas localidades, são também apresentados.

A Tese intitulada "Estudo de Edificações Energeticamente Autônomas e Eficientes", foi defendida por Alaán Ubaiara Brito.

Este trabalho apresenta um estudo sobre autonomia e eficiência energética em edificações; aborda-se a

utilização de fontes naturais de energia de forma integrada a sistemas artificiais de baixo consumo e maior eficiência energética.

Como resultado do estudo foi desenvolvido um programa em linguagem de programação Visual Basic 6.0® para auxílio a projeto de edificações com essas características. O programa é constituído de cinco módulos, que auxiliam o usuário no desenvolvimento de sua tarefa, a saber: "Análise Bioclimática", "Rosa dos Ventos", "Sombreamento", "Iluminação Natural" e "Geração Fotovoltaica".

Com o objetivo de verificar a utilidade do programa desenvolvido, apresenta-se o projeto de uma casa de teste, elaborado com auxílio do mesmo. Essa casa, que é um projeto piloto na Região Norte, deverá ser construída no campus da Universidade Federal do Pará e servirá como laboratório de testes do Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (GEDAE).

Maiores informações sobre as atividades desenvolvidas pelo GEDAE podem ser obtidas através da página <http://www.ufpa.br/gedae>.

Wilson Negrão Macêdo
Alaán Ubaiara Brito
UFPA/GEDAE

Tese de Mestrado disponível para consulta na Homepage do CRESESB

A Tese de Mestrado de Ricardo Marques Dutra, Engenheiro Assistente do CRESESB, encontra-se disponível para consulta na *Internet* (<http://www.cresesb.cepel.br>).

Esta tese, com o título "Viabilidade Técnico-Econômica da Energia Eólica Face ao Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico Brasileiro", foi defendida no ano passado no âmbito do Programa de Planejamento Energético (PPE) da COPPE/UFRJ.

A Banca Examinadora foi composta pelos Professores Maurício Tiomno Tolmasquim (PPE/COPPE/UFRJ), Maria Regina Pereira Araújo (UFRJ) e Marcos Aurélio Freitas (Agência Nacional de Águas).

Este trabalho apresenta a evolução da energia eólica, sua utilização na geração de eletricidade, seus impactos ambientais e suas perspectivas. Considerando o grande potencial eólico do Brasil e as novas regras do setor elétrico brasileiro, foram desenvolvidos estudos de viabilidade econômica com base nas novas leis em vigor, destinadas às fontes renováveis de energia. Os resultados obtidos evidenciam a possibilidade de gerar energia limpa de forma competitiva, dentro do novo contexto do setor elétrico brasileiro.



Ricardo Dutra após a defesa de Tese.

Hamilton Moss
CRESESB/CEPEL
moss@cepel.br

Casa Solar Eficiente já recebeu 6000 visitantes

A Casa Solar Eficiente implantada para ser um Centro de Demonstração das tecnologias solar e eólica e eficiência energética, tem cumprido o seu objetivo. Tanto assim é que, em Janeiro de 2002, atingiu o número de 6000 visitantes.

Um exemplo de atividade desenvolvida foi a visita realizada por professores do CEFET-RN.

Com o objetivo de trocar experiências a respeito do uso de energia solar em uma casa energeticamente eficiente, os professores Caubi Ferreira de Souza e Zanoni Tadeu Saraiva estiveram em visita técnica ao CEPEL no mês de novembro.

O CRESESB/CEPEL, durante esta semana, dedicou parte do tempo dos seus engenheiros e técnicos para trocar informações sobre os sistemas de eletrificação fotovoltaica em residências, sistemas de bombeamento de água, entre outros projetos desenvolvidos.

CASA SOLAR EFICIENTE DE

NATAL - Os professores Zanoni Tadeu e Caubi Ferreira estão incumbidos da tarefa de projetar uma casa solar eficiente em Natal/RN, onde existe um dos maiores índices de insolação do Brasil, aos moldes da que foi construída nas dependências do CEPEL, na Ilha do Fundão - RJ.

O CEFET-RN já conta com um grupo de professores trabalhando na área de energias alternativas, ligados às áreas de Eletromecânica e Tecnologia Ambiental. Este grupo desenvolve projetos de pesquisa em coletores solares para aquecimento de água, secadores solares para conservação de frutas tropicais e eletrificação rural fotovoltaica.

Este grupo atualmente está organizado no sentido de centralizar suas ações de modo a criar um centro de referência em energia solar no estado o qual servirá de pólo para disseminação da tecnologia de aproveitamento desta energia na região.

A CASA SOLAR DE NATAL, que tem a função de ser a vitrine desta

tecnologia, funcionará como centro de treinamento para técnicos, engenheiros e operadores que darão suporte técnico aos sistemas fotovoltaicos já instalados no estado e às futuras demandas por sistemas energeticamente mais eficientes e apropriados às condições da região.

O professor Zanoni Tadeu, já havia participado de um treinamento oferecido pelo CEPEL/CRESESB há cerca de 5 anos nas instalações do próprio CEFET-RN e destaca a importância do trabalho desenvolvido pelo CEPEL/CRESESB na disseminação e desenvolvimento do uso da energia solar e eólica no Brasil. Segundo ele, "o curso, naquele momento, despertou nas pessoas a consciência de que o uso amplo das energias alternativas era uma realidade muito mais próxima do que elas imaginavam".

Patricia de Castro da Silva
CRESESB
crese@cepel.br

Tese de Mestrado enfoca o desafio da eletrificação rural no Brasil

Em abril de 2002, realizou-se no Programa de Planejamento Energético (PPE) da COPPE/UFRJ a defesa de Tese de Mestrado do engenheiro Claudio Moises Ribeiro, intitulada "Eletrificação Rural com Sistemas Fotovoltaicos distribuídos no contexto da Universalização do Serviço de Energia Elétrica no Brasil".

O trabalho acadêmico foi orientado pelo Dr. Maurício Tiomno Tolmasquim (PPE/COPPE/UFRJ) e a banca examinadora foi composta pelo Dr. Roberto Zilles (IEE/USP) e pela Dra. Antônia Sônia A. C. Diniz (UFMG/CEMIG).

A tese enfoca o desafio da eletrificação rural à medida que o Brasil amplia seus índices de atendimento e deve beneficiar cidadãos que se encontram cada vez mais distantes dos centros urbanos e da infra-estrutura disponível: comunicação, energia elétrica, saneamento etc. São os domicílios e propriedades rurais isolados que hoje dependem de formas arcaicas de suprimento energético para as suas demandas mais básicas.

A universalização do serviço de energia elétrica, obrigar as concessionárias a criar metas claras e prazos bem definidos para o atendimento.

A análise apresentada neste trabalho de tese busca incluir os sistemas fotovoltaicos distribuídos no leque das alternativas das concessionárias. As principais variáveis foram mapeadas e um modelo comparativo foi elaborado, permitindo a identificação dos nichos de mercado para a extensão da rede de distribuição, geração a óleo diesel e sistemas fotovoltaicos.

Os resultados da aplicação do modelo para vários cenários mostram que existem nichos relevantes para os sistemas fotovoltaicos e que estes podem reduzir o custo da universalização para o conjunto de consumidores, além de permitir que a prioridade social se imponha sobre a conveniência da oferta.

Para maiores informações contactar Claudio (cribeiro@winrock.org.br).



Claudio Ribeiro e professores da banca após a defesa de Tese.

Hamilton Moss
CRESESB/CEPEL
moss@cepel.br

Exposição de carro solar em feira de ciências atrai atenção da mídia

É possível realizar pesquisa científica no ensino técnico? Os alunos da Escola Técnica do Rio de Janeiro (ETERJ) mostraram que sim.

Desenvolvido por um grupo de alunos do curso técnico de eletrotécnica, o protótipo de um carro movido à energia solar foi uma das atrações da EXPOTEC Rio 2000, que ocorreu no CEFET/RJ.

O "Guaracy móvel", assim denominado em homenagem à língua guarani (Guaracy representa Sol em guarani), foi apresentado em Feiras de Ciências promovidas pela ETERJ.

A motivação dos alunos da ETERJ baseou-se em projetar um veículo que possa vir a ser usado em centros turísticos sem agredir o meio ambiente.

O projeto foi orientado pelos professores Márcio Américo e João Henrique Daniel e contou com a participação dos alunos Flávio Takashi Kawahito, Leandro Henrique Torres e João Ricardo dos Santos Ramos.

O CEPEL, através do CRESESB, também participou do projeto cedendo, em caráter de empréstimo, os módulos fotovoltaicos, que foram uti-



Carro solar projetado por alunos da ETERJ.

lizados no carro solar. Trata-se de cinco módulos fotovoltaicos de silício amorfo que possuem potência de 22Wp (Watt-pico).

O carro elétrico movido a energia solar possui um motor trifásico de indução de 1CV, duas baterias automotivas de 12V que são recarregadas por meio dos módulos fotovoltaicos de silício amorfo. O veículo é capaz de atingir velocidade de 25 km/h.

O funcionamento do carro solar ocorre da seguinte forma: os módulos fotovoltaicos convertem a energia do Sol em energia elétrica e irão carregar as baterias automotivas; estas, por sua vez, alimentam um inversor trifásico que aplicado a um conversor de frequência permite a saída em frequência variável para variação da velocidade do motor, mantendo o torque.

O grande sucesso deste projeto chamou a atenção da mídia e os alunos da ETERJ foram convidados a participar de uma reportagem no Programa "Globo Repórter", com o tema "Jovens Talentos", que foi apresentado em março de 2001.

O projeto, ainda em fase de desenvolvimento, sofrerá algumas adaptações de forma a permitir que o carro atinja maiores velocidades.

João Henrique Daniel
eletronobre@ieg.hpg.br

A utilização de baterias especiais nos sistemas fotovoltaicos de energia

A escolha das baterias para uso em sistemas fotovoltaicos exige alguns cuidados que devem ser observados durante o dimensionamento.

Na prática, observa-se a freqüente utilização de baterias automotivas que não são adequadas a este tipo de aplicação pois possuem vida útil estimada de apenas dois anos. Para um melhor desempenho do sistema recomenda-se a utilização de baterias estacionárias de ciclo profundo que apresentam maior vida útil.

Existem disponíveis no mercado baterias estacionárias, especialmente projetadas para uso em sistemas de energia alternativa (ciclagens diárias). Esta linha de baterias utiliza placas e grades que facilitam o processo de recarga da bateria proporcionando

uma maior eficiência do sistema de energia alternativa.

A maior mudança tecnológica desta nova linha de baterias consiste na troca do princípio de "recombinação" para o princípio de "filtragem" dos gases ácidos. Esta alteração permite que estas baterias sejam expostas a ambientes sem controle de temperatura ao mesmo tempo que torna a bateria compatível com ambientes onde estejam presentes pessoas e equipamentos eletrônicos.

A resistência a altas temperaturas evita preocupações com o ambiente onde as baterias serão expostas uma vez que o gradiente de temperatura vai de -18 °C a + 75 °C.

O conjunto de tecnologias utilizadas nestas baterias praticamente eli-

mina a possibilidade da bateria entrar em "Avalanche Térmica", fato comum quando as baterias são usadas em ambientes sem controle de temperatura.

A ausência de emissão de gases ácidos preserva a integridade física dos usuários e dos demais equipamentos do sistema de geração de energia alternativa uma vez que, em muitas situações, as baterias são alocadas dentro das residências. Tendo em vista que as baterias emitem gases ácidos para estes ambientes, ações como estas poderiam resultar em danos à saúde dos usuários.

Fernando Cunha
Grupo Moura Baterias
www.moura.com.br

Publicações lançadas pelo CRESESB levam informações ao público

No último ano o CRESESB continuou a tornar disponível para o público brasileiro uma série de publicações que tem auxiliado a levar conhecimentos a diversos profissionais que trabalham para ampliar o uso das energias solar e eólica no Brasil.

Distribuídas gratuitamente para diversas instituições ou vendidas a preço de custo através de nossa página na Internet, estas publicações fazem parte da missão do CRESESB que é de contribuir para o desenvolvimento destas fontes de energia em nosso país.

Estão disponíveis ao público as seguintes publicações:

- Economia Solar Global - Estratégias para a Modernidade Ecológica;
- Atlas Solarimétrico do Brasil - Banco de Dados Terrestres (com CD-ROM);

- CD-ROM contendo as apresentações realizadas durante o *Workshop Brazil-Germany: Legal, Financial and Technical Aspects on Wind Energy*;

- Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos;
- Vídeo-Curso Energia Eólica para Geração de Eletricidade e Bombeamento de Água*;
- Vídeo-Curso Energia Solar para Aquecimento de Água*.



Publicações CRESESB disponíveis ao público.

- CD-ROM contendo as apresentações realizadas durante o Curso de Geração Heliotérmica de Eletricidade;

Além destas publicações, mantemos em nossa página na Internet outros documentos para consulta, tais como as edições anteriores do Informe CRESESB.

*Os vídeos-cursos foram realizados através de convênio com o Centro de Produções Técnicas - CPT, responsável pela comercialização do material. Maiores informações podem ser obtidas na Internet (www.cpt.com.br).

Ricardo Marques Dutra
CRESESB
crese@cepel.br

Evento reúne especialistas do Brasil e da Alemanha

Entre as publicações lançadas pelo CRESESB em 2001, destaca-se o CD-ROM que reúne as diversas apresentações realizadas durante o "*Workshop Brazil-Germany: Legal, Financial and Technical Aspects on Wind Energy*" que foi realizado em novembro de 2001, nas instalações do CEPEL, Rio de Janeiro - RJ.

O evento foi organizado pelo CEPEL em conjunto com a instituição alemã CDG - *Carl Duisberg Gesellschaft* e contou com a presença de diversos especialistas em energia eólica do Brasil e da Alemanha.

A abertura do evento foi realizada pelo Dr. Márcio Drummond, Diretor Geral do CEPEL. Em segui-

da, o Dr. Klaus Knecht, representante da CDG, falou sobre a importância de eventos que permitam a troca de experiências entre profissionais.

As apresentações foram realizadas pelos seguintes palestrantes: Dr. Siegfried Heier da Universidade de Kassel; Dr. Stefan Chun do IBC/EMD; Dr. Jüngel Beigel e George Hille da CDG; Dr. Martin Hoppe-Kilpper do ISET; Dr. Marcelo Poppe e Dra. Laura Porto, representantes do Ministério de Minas e Energia; Dr. Albert Melo, Dr. Antônio Leite de Sá e Dr. Hamilton Moss, representantes do CEPEL e CRESESB; Dr. Walter Brauer da WOBLEN WINDPOWER; Dr. Alexandre Peixoto da ANEEL; Dr. Fábio Medeiros do ONS; Dr. Gustavo César Bodstein e

Dra. Maria Regina Araújo da UFRJ; Dr. Alexandre Wendeling do BNDES; Dr. Francisco Diniz do Banco do Nordeste e Dr. Jair Maurés da PETROBRÁS.

Este evento contou com a presença de representantes de várias instituições públicas e privadas de todo o Brasil, conduzindo a uma profícua troca de experiências na área. Espera-se que outros eventos desta natureza repitam-se regularmente no país.

Klaus Knecht
CDG
knechtk@cdg.de

Jorge Henrique Greco Lima
ACEL/CEPEL
jlima@cepel.br

Wobben inaugura nova fábrica para produção de aerogeradores

Foi inaugurada em fevereiro deste ano a nova Unidade Industrial da Wobben Windpower Indústria e Comércio Ltda. que está localizada no Complexo Industrial e Portuário do Pecém – Ceará.

A nova fábrica da Wobben no Estado do Ceará ampliará significativamente a capacidade de produção da empresa e será mais um marco decisivo para consolidação do mercado eólico brasileiro.

A nova unidade industrial possui 12.000 m² de área construída e nessa primeira fase irá produzir componentes e aerogeradores completos, que poderão atender ao mercado nacional e de exportação.

No Brasil, a Wobben instalou e opera as usinas eólicas da Prainha, no município de Aquiráz no Ceará, com potência de 10 MW, a Usina da Taíba, no município de São Gonçalo do Amarante no Ceará com 5 MW e a Usina de Palmas, no município de Palmas no Paraná com 2,5 MW, esta última, em parceria com a Copel - Companhia Paranaense de Energia.

Em janeiro deste ano a Wobben Windpower repotencializou o Parque Eólico do Mucuripe – Ceará, com a instalação de quatro aerogeradores E-40/600kW dobrando a capacidade instalada das antigas máquinas. Toda a energia gerada, suficiente para abastecer cerca de 25.000 pessoas em consumo residencial, é adquirida



A nova unidade industrial da Wobben Windpower instalada em Pecém (CE).

pela Coelce e injetada na rede de distribuição da concessionária.

Além das usinas, a Wobben tem sede e fábrica instaladas em Sorocaba, no estado de São Paulo, sendo a única fabricante na América do Sul, de aerogeradores de grande porte. Na fábrica de Sorocaba, em operação há 5 anos, a Wobben produz pás com 22 metros de comprimento e aerogeradores de 600 kW de potência nominal.

Desde fevereiro de 2001, estão em operação dois aerogeradores fabrica-

dos no Brasil pela Wobben, que foram exportados para a Argentina e adquiridos pela Municipalidad de Pico Truncado, uma cidade com 12.000 habitantes, localizada na província de Santa Cruz, na Patagônia, que substituiu metade da sua energia elétrica de fonte térmica por energia elétrica de fonte eólica.

Pedro Ângelo Vial
WOBBEN WINDPOWER
www.wobben.com.br

CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA
(Empresa do Sistema ELETROBRÁS)

SEDE:

Av. Um s/nº

Cidade Universitária

Rio de Janeiro - RJ - BRASIL

CEP 21941-590

Tel.: (21) 2598-6245 Fax: (21) 2260-1340

END. POSTAL

CEPEL

Caixa Postal 68007

Rio de Janeiro - RJ - BRASIL

CEP 21944-970

<http://www.cresesb.cepel.br/>

e-mail: crese@cepel.br

CRESESB

Informe

IMPRESSO

