

## Conferência de Bonn e PROINFA Surgem novas perspectivas para Energias Renováveis

Foto gentilmente cedida por INFORSE/Sustainable Energy News



Cerimônia de Abertura da Conferência Internacional para as Energias Renováveis, realizada em junho de 2004, em Bonn, Alemanha. **Páginas 4 e 5**

### *Programa de Revitalização e Capacitação traz nova energia ao PRODEEM*

Ao longo de quase 10 anos o PRODEEM instalou o equivalente a 5MW de potência, em aproximadamente 7.000 comunidades espalhadas por todo o Brasil, tendo acumulado experiências positivas e negativas durante a sua implementação e operacionalização. Atualmente, o Programa está implantando um plano de revitalização dos sistemas instalados e da capacitação das comunidades beneficiadas. **Página 3**

### *PETROBRÁS implanta seu primeiro parque eólico no Rio Grande do Norte*

A PETROBRÁS está operando com sucesso o Projeto Piloto de Geração de Energia Eólica, no município de Macau, RN. Essa instalação é constituída por três turbinas eólicas, com potências unitárias de 600 kW, diâmetros do rotor de 44 metros, instaladas em torres com 46 metros de altura. A potência total de 1,8 MW gerada por esse parque eólico é transmitida através da rede elétrica da COSERN. **Páginas 6 e 7**

### *Energia solar fotovoltaica é utilizada no Arquipélago de São Pedro e São Paulo*

A Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo encontra-se em operação há mais de seis anos e tem como objetivo estratégico garantir a soberania brasileira na Zona Econômica Exclusiva de 200 milhas ao redor deste Arquipélago. O suprimento de energia elétrica à Estação Científica é assegurado por meio de um sistema fotovoltaico que foi projetado e instalado pelo CEPEL no âmbito do Prodeem. **Páginas 12 e 13**

## O sol continua a brilhar

Os eventos, as notícias e os projetos se multiplicam. O potencial efetivamente explorado continua pequeno, mas a aceleração do desenvolvimento é constante. No caso da energia eólica, o PROINFA é prova evidente desta afirmação. No caso da solar fotovoltaica, o Programa de Revitalização e Capacitação do PRO-DEEM é uma pausa para reflexão que, em breve, no âmbito do LUZ PARA TODOS, permitirá uma retomada em bases sólidas dos conhecimentos adquiridos. O solar térmico mantém sua contínua penetração no mercado.

Maturidade parece ser a palavra chave da atual fase das energias renováveis. Uma maturidade com força de juventude, com sabor de renovada novidade. A fase do pioneirismo romântico foi inspiradora mas já cede lugar para um volume de empreendimentos que aponta para novas necessidades e estratégias. Neste sentido os eventos realizados discutiram exaustivamente estas necessidades. O mercado fotovoltaico à busca de incentivos. Os próximos passos para viabilizar o PROINFA II. Maior participação da indústria nacional. Formação de recursos humanos. A comunidade

científica e as empresas mobilizam-se para fazer valer seus pontos de vista. Os diversos órgãos governamentais avaliam e, dentro das possibilidades, exercem seu papel. O preço do petróleo, em patamares que aceleram a necessidade da busca de alternativas, reforça os argumentos dos que lutam para que as energias renováveis assumam mais rapidamente o seu devido papel. Se é que novos argumentos são necessários para concretização de um desenvolvimento limpo e sustentável. Vivemos, portanto, um tempo pleno de oportunidades e desafios.

Mais uma vez o Informe Cresesb procura relatar um pouco do que acontece no universo das energias solar e eólica. Mais uma vez o espaço disponível nos faz retratar menos do que a realidade destas energias tem demonstrado em nosso país. Iniciativas importantes estão aqui registradas. São exemplos que se multiplicam com maior ou menor visibilidade. Ao revisitarmos os Informes anteriores, entretanto, percebemos que, se não fomos completos, temos tido a oportunidade de divulgar iniciativas inspiradoras que vão pouco a pouco compondo um quadro de consolida-



ção de uma nova realidade energética em nosso país. Por falar em revisitar, o Cresesb está às vésperas de completar 10 anos. Este número redondo, em conjunto com os 30 anos do CEPEL, comemorados de forma memorável em outubro deste ano, oferece uma boa oportunidade para prepararmos eventos que reflitam sobre a experiência adquirida e lancem as bases para novos caminhos.

Nesta abertura da nova edição do Informe Cresesb o importante é que, mais uma vez, podemos ser otimistas sem risco de parecermos distantes da realidade. É bom saber que, sem alarde, o sol continua a brilhar. Com a regularidade de sempre.

Uma boa leitura!

Hamilton Moss de Souza  
Ricardo Marques Dutra  
Patrícia de Castro da Silva

**CEPEL**

Centro de Pesquisas  
de Energia Elétrica



Os artigos assinados são de  
responsabilidade dos autores.

**João Lizardo R. H. de Araújo**  
Diretor Geral - CEPEL

**Márcio Pereira Zimmermann**  
Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento

**Jorge Nunes de Oliveira**  
Diretor de Gestão e Infra-Estrutura

**Jorge Henrique Greco Lima**  
Chefe do Departamento de  
Tecnologias Especiais

**Hamilton Moss de Souza**  
Coordenador do CRESESB

**Ricardo Marques Dutra**  
**Patrícia de Castro da Silva**  
Engenheiros Assistentes  
Editoração Eletrônica

### Membros do Conselho do CRESESB

Paulo Leonelli - MME  
Laura Porto - MME  
Claudio Júdice - MCT  
Ricardo Perrone - ELETROBRÁS  
Jorge Lima - CEPEL  
Ivonicé Campos - Fórum Permanente  
Antônia Sônia Diniz - CEMIG  
Roberto Gentil Porto Filho - COELCE  
José Carlos Aziz Ary - BNB  
Margaret Müller - FINEP  
Everaldo Feitosa - UFPE  
Adnei Andrade - USP  
Ruberval Baldini - ABEER  
Ismael Ferreira - APAEB

# Plano de Revitalização e Capacitação traz nova energia ao Prodeem

O PRODEEM vive agora um novo momento... O momento da implementação do plano de revitalização dos sistemas instalados e da capacitação das comunidades beneficiadas.

Vale lembrar que o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM) foi criado em dezembro de 1994, através de decreto presidencial, com o objetivo de viabilizar a provisão de serviços energéticos para populações não atendidas pela rede elétrica convencional, utilizando fontes de energia descentralizadas e sustentáveis.

Ao longo desses quase 10 anos, o Prodeem instalou o equivalente a 5 MW de potência, em aproximadamente 7.000 comunidades espalhadas por todo o Brasil, tendo enfrentado sérios problemas durante a sua implementação e operacionalização.

Em decorrência desses problemas e reconhecendo a importância do PRODEEM para o desenvolvimento econômico

e social das comunidades que não dispõem de energia elétrica, o Tribunal de Contas da União (TCU) elaborou no ano de 2002, um relatório de auditoria de natureza operacional, objetivando avaliar os resultados do Programa.

As principais constatações da auditoria foram o descontrole patrimonial, a baixa integração com outros programas públicos, o reduzido envolvimento das comunidades beneficiadas e a baixa participação da tecnologia e da indústria nacional. Este relatório culminou com a aprovação do Acordão TCU nº 598/03, em maio de 2003, que recomendou uma reestruturação completa do programa e determinou que se implantasse um controle patrimonial adequado.

O Ministério de Minas e Energia acolheu as recomendações e determinações exaradas pelo TCU, entendendo-as como um roteiro de trabalho para a reformulação do modelo de implementação do Programa. Teve início então, o processo de concepção e articulação do Plano de Revitalização e Capacitação (PRC) e o surgimento de uma "nova identidade" para o PRODEEM.

A concepção do PRC foi resultado de um esforço de consulta e intera-

a implementação do processo de capacitação voltado para a operação, manutenção e assistência técnica.

As orientações para o processo de revitalização e capacitação encontram-se detalhadas nas publicações que compõem o Diretório do PRC, que é composto pelo Plano de Revitalização e Capacitação do PRODEEM e por 4 guias (Guia da Revitalização e Capacitação; Guia do Usuário; Guia do Eletricista Solar e Guia da Revitalização de Sistemas de Bombeamento).

Após a implementação do PRC, com os sistemas revitalizados e as comunidades capacitadas, o PRODEEM deverá integrar-se ao Luz para Todos, programa federal responsável pela política de universalização do acesso e uso da energia elétrica. Ao final deste percurso, que será concluído até dezembro de 2006, mais de 200.000 alunos serão beneficiados pelo atendimento de energia elétrica nas suas escolas e mais de 400



Sistema fotovoltaico de energia instalado no Acre.

técnicos e 14.000 agentes comunitários estarão habilitados para a conservação e manutenção destes equipamentos. É com esta nova energia que o PRODEEM buscará cumprir com a missão para o qual foi concebido, contribuir com a promoção do desenvolvimento das comunidades rurais isoladas, tendo na energia elétrica o vetor desse processo.

ção com os principais agentes envolvidos com a eletrificação rural descentralizada neste país, entre os quais encontram-se especialistas, empresas regionais, centros de pesquisa e universidades, governos estaduais e municipais, fornecedores de equipamentos e serviços, organizações não governamentais, concessionárias e as próprias comunidades usuárias. O plano está focado na busca pela sustentabilidade do programa, dando ênfase especial às atividades que contemplem a participação comunitária; a promoção da descentralização na execução das ações e a inclusão de novos parceiros; a criação de sistema gerencial e de indicadores de desempenho; o alinhamento e comprometimento dos agentes envolvidos e

técnicos e 14.000 agentes comunitários estarão habilitados para a conservação e manutenção destes equipamentos.

É com esta nova energia que o PRODEEM buscará cumprir com a missão para o qual foi concebido, contribuir com a promoção do desenvolvimento das comunidades rurais isoladas, tendo na energia elétrica o vetor desse processo.

Paulo Augusto Leonelli  
Diretor do PRODEEM  
[pleonelli@mme.gov.br](mailto:pleonelli@mme.gov.br)

Ricardo de Cerqueira  
Coordenador de Capacitação  
[rrcerqueira@uol.com.br](mailto:rrcerqueira@uol.com.br)

# Energias Renováveis – Conf

*Durante a Conferência Internacional para as Energias Renováveis, realizada em Bonn, na Alemanha, a Ministra de Estado de Minas e Energia, Dra. Dilma Rousseff, chefe da delegação brasileira, destacou a importância das energias renováveis no fortalecimento da segurança energética, na geração de emprego e renda e na promoção da inclusão social. Também inseriu, no Plano de Ação Internacional sobre Renováveis, ações atuais do Governo brasileiro que visam ampliar o uso eficiente e sustentável das energias renováveis na matriz brasileira: o Programa “Luz Para Todos”, o de Combustível Verde, o do Etanol, o das Hidrelétricas e o PROINFA.*

Hoje, o mundo depara com irreversível escalada de consumo e preços de combustíveis fósseis com graves conseqüências geopolíticas, em função da disputa pelo controle das reservas de energia não-renováveis. O Brasil vive situação inversa: além de estar perto da auto-suficiência em petróleo, dispõe da possibilidade de explorar, de forma sustentável, energia gerada a partir de fontes renováveis e limpas.

Os grandes conflitos mundiais, já ocorridos ou em curso, ensinaram à humanidade que ela não pode ficar dependente de fontes de energia não-renováveis. O caminho é buscar a diversificação das fontes por meio do desenvolvimento de novas tecnologias e do uso racional e eficiente da energia.

A exemplo disso, grandes e tradicionais empresas de petróleo do mundo, como Shell, British Petroleum e Petrobrás, vêm investindo na pesquisa e no desenvolvimento das fontes renováveis de energia - “plantando” ao invés de apenas extrair.

Se fosse possível imaginar a migração, em curto espaço de tempo, dos combustíveis fósseis para os renováveis, constatar-se-ia que o povo brasileiro tem, à sua disposição, grandes riquezas energéticas. Possui as maiores bacias fluviais do mundo, com potencial tanto para navegação quanto para transformação em força motriz e em energia elétrica; as maiores florestas tropicais, com áreas agricultáveis, que, exploradas sustentavelmente, poderão ser inesgotáveis produtoras de energia; um potencial eólico promissor e regiões com ventos médios anuais intensos. E, por ser o Brasil um país tropical coberto de sol durante quase todo o ano, a energia

solar destaca-se como grande fonte primária.

Essas fontes, exploradas com responsabilidade socioambiental, podem transformar-se em vantagens comparativas incalculáveis. Podem, ainda, significar a diferença entre o Brasil ser ou não nova potência, estar ou não incluído entre as futuras potências mundiais.

O Brasil, também quanto à questão de segurança energética, em momentos decisivos, tem se posicionado com ousadia e tomado decisões fundamentais do ponto de vista estratégico. Na Conferência Internacional para as Energias Renováveis, realizada em Bonn, Alemanha, em junho de 2004, a Ministra de Estado de Minas e Energia, Dilma Rousseff, chefe da delegação brasileira, defendeu a inclusão das hidrelétricas de grande porte na relação das fontes classificadas como renováveis e impediu a criação de barreiras comerciais para a entrada de biocombustíveis no mercado internacional.

A Ministra destacou a importância das energias renováveis no fortalecimento da segurança energética, na geração de emprego e renda e na promoção da inclusão social. Também inseriu, no Plano de Ação Internacional sobre Renováveis, ações atuais do Governo brasileiro que visam ampliar o uso eficiente e sustentável das energias renováveis na matriz brasileira: o Programa “Luz Para Todos”, o de COMBUSTÍVEL VERDE, o do ETANOL, o das HIDRELÉTRICAS e o PROINFA.

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA é um passo decisivo na direção do objetivo de agregar a maior diversificação energética possível.

Coerente com seu projeto de garantir ao País as bases para um crescimento que se mantenha por longo período de tempo e possua por diretriz principal os princípios do Desenvolvimento Sustentável, o atual Governo comprometeu-se, desde a formulação de seu Programa de Governo, com a constituição de um arcabouço legal que garantisse o incentivo ao desenvolvimento de fontes alternativas de energia. Tão logo tomou posse, a nova equipe ministerial passou a rever a legislação existente, objetivando criar mecanismos que efetivamente garantissem a implementação de um programa de incentivo a essas fontes.

A revisão e a versão final do texto legal foram fruto de intenso processo de diálogo construtivo e de grande empenho do Executivo em negociar com o Congresso Nacional, visando garantir a integridade dos princípios estruturais do Programa.

A partir da promulgação da Lei nº 10.762, em 11 de novembro de 2003, determinando as novas bases do PROINFA, houve novo esforço da equipe coordenadora para a elaboração do decreto de regulamentação, assinado pelo Presidente Lula em 30 de março de 2004.

O total de 6.775,6 MW em projetos candidatos, disputando os 3.300 MW ofertados, é a representação mais clara do sucesso na formatação do PROINFA.

Marcos estáveis e claros, garantias nos contratos com a Eletrobrás e plano de apoio do BNDES formaram os pilares que sinalizaram aos investidores segurança para investir em longo prazo. Desse total, 5.762,46 MW foram habilitados, sendo desqualificados quase 15% dos projetos candidatos.

# erência de Bonn e PROINFA

O Programa prevê a contratação de 1.100 MW por fonte (eólica, biomassa e PCH). Tanto a fonte eólica quanto a PCH tiveram os 1.110 MW preenchidos na primeira Chamada Pública. Para a fonte biomassa, foram contratados 327,46 MW, ficando os 772,54 MW a serem contratados por

meio de uma segunda Chamada Pública, realizada em 5 de outubro de 2004.

Na construção desses pilares, foi fundamental a perfeita integração das equipes da ELETROBRÁS e do MME e o apoio imprescindível do CEPEL, do ONS, do BNDES e da ANEEL.

Equipes pequenas, individualmente, mas que se agigantaram na sinergia de sua dedicação e perseverança. A iniciativa de realizar o PROINFA, em que pesem todas as dificuldades que o Programa enfrentou e enfrentará para sua completa implantação, constituiu-se em grande oportunidade para o País explorar, de forma moderna e eficaz, o potencial de recursos energéticos renováveis para a geração de energia elétrica.

Os resultados benéficos de tal iniciativa vão desde sua contribuição para diversificar a plataforma energética, passando pelo desenvolvimento e/ou pela transferência de tecnologias de produção de energia elétrica, até sua contribuição para viabilizar maior e mais competitiva integração do País no mercado internacional de carbono, com a certificação de emissões reduzidas.

Por fim, importa registrar que o PROINFA é um programa pleno de êxito e motivo de orgulho, pois cumpriu todos os objetivos e as determinações legais dentro dos prazos especificados. Um Programa que o Mundo acompanha com interesse, pois se trata de um dos mais ambiciosos planos de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis complementares da atualidade.

Entretanto, há sempre um objetivo maior a ser perseguido. Nas energias alternativas e renováveis, foram dados apenas os primeiros passos de uma longa vida de questionamentos e novo aprendizado. Há que estar sempre atento e cauteloso para garantir o cumprimento de novos desafios com a mesma eficácia deste primeiro momento.

*"O PROINFA é uma dessas decisões históricas que podem ser determinantes na vida de um povo."*

Laura Cristina da Fonseca Porto  
Diretora de Energias Renováveis  
Ministério de Minas e Energia  
[lporto@mme.gov.br](mailto:lporto@mme.gov.br)



Área de Exposição na Conferência de Bonn.

# Petrobrás implanta seu Primeiro

**A** energia eólica, ou dos ventos, é uma forma de energia limpa e abundante, disponível em todas as regiões e países. Associada aos deslocamentos das massas de ar na atmosfera, provocados pelo aquecimento não uniforme da Terra pelos raios solares e pelo movimento de rotação do planeta, a energia eólica é assim intrinsecamente renovável. O aproveitamento dessa forma de energia pode contribuir, portanto, para a conservação dos recursos naturais e para mitigar impactos sobre o meio ambiente, tais como a mudança climática global. A partir da estimativa de que 2% de toda a energia solar que incide sobre o planeta é convertida em energia dos ventos, pode-se concluir que o potencial de energia eólica é dezenas de vezes maior que a energia acumulada pelas plantas através da fotossíntese.

O Brasil é um país com um grande potencial eólico. Segundo o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, publicado em 2001 pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), em conjunto com o CRESESB, esse potencial, concentrado nas regiões litorâneas e, particularmente, no Nordeste do país, aproxima-se de 140 bilhões de Watts, ou 140 Giga-Watts. Se todo esse potencial pudesse ser efetivamente convertido em energia elétrica, a quantidade disponível seria cerca de 11 vezes maior que a suprida pela hidrelétrica de Itaipu. Contudo, a potência elétrica total gerada atualmente no Brasil a partir da energia eólica é inferior a 25 MW, situação bastante diferente, por exemplo, da Alemanha, que com uma capacidade instalada de 13 GW, é o maior utilizador de energia eólica no mundo.

Um outro aspecto relevante a respeito da energia eólica no Brasil é sua relativa complementaridade com a energia hidrelétrica. Os períodos em que os ventos são mais intensos correspondem, grosso modo, àqueles em que há menor ocorrência de chuvas. O aproveitamento da energia eólica poderia então contribuir para a manutenção do nível dos reservatórios das usinas hidrelétricas em pe-

ríodos de secas, reduzindo-se assim a possibilidade de ocorrência de situações de risco no abastecimento de energia elétrica, tais como a verificada em 2001.

A energia dos ventos é convertida em energia elétrica através da utilização de equipamentos denominados turbinas eólicas. A turbina eólica transforma a energia cinética dos ventos em energia mecânica de rotação, que é então convertida em energia elétrica por um gerador acoplado ao rotor da turbina. Existem atualmente diversos fabricantes de turbinas eólicas no mundo, os quais oferecem ao mercado modelos com potências unitárias na faixa de 500 kW a 3 MW.

As vantagens potenciais da utilização da energia eólica e a orientação estratégica da PETROBRÁS no sentido de atuar como uma empresa de energia levaram a Companhia a considerar a possibilidade de incorporar aquela fonte ao conjunto de insumos energéticos explorados. O primeiro passo nessa direção foi identificar regiões com bom potencial eólico, de preferência localizadas nas proximidades de áreas em que a Companhia já desenvolve atividades.

Torres de medição e coleta de dados ambientais, chamadas torres anemométricas, foram então instaladas em diversas regiões do Brasil. Equipadas com sensores que medem, a cada segundo, a velocidade e a direção dos ventos, bem como a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica locais, essas torres disponibilizarão a cada dez minutos os valores médios, máximos e mínimos, bem como o desvio padrão desses parâmetros. Tratadas através de *software* específico para o projeto de parques de geradores eólicos, essas informações permitirão, ao final de um período de medição de um ano, prever a quantidade de energia elétrica que poderia ser efetivamente gerada na região estudada, elemento essencial para a avaliação da viabilidade econômica da instalação.

Estudos dessa natureza conduzidos durante 2 anos levaram à insta-

lação no município de Macau, estado do Rio Grande do Norte, do primeiro parque piloto de geração eólica da Petrobrás. O parque fica localizado na Praia de Soledade, em área da Estação Coletora Macau – A, operada pela Unidade de Negócio de Exploração e Produção do Rio Grande do Norte e Ceará – UN-RNCE.

Inaugurada em janeiro de 2004, essa instalação é constituída por três turbinas eólicas, com potências unitárias de 600 kW, diâmetros do rotor de 44 metros e rotação de 18 a 36 RPM, instaladas em torres com 46 metros de altura. A potência total de 1,8 MW gerada por esse parque eólico, que seria suficiente para abastecer uma cidade com 10.000 habitantes, é transmitida através da rede elétrica da Companhia Energética do Rio Grande do Norte – COSESN e alimenta os poços de produção de Macau, Serra, Aratum e Salina Cristal.

Representando uma economia da ordem de 33 milhões de m<sup>3</sup>/ano no consumo de água dos reservatórios das hidrelétricas instaladas na região Nordeste, o parque eólico permitirá ainda o desenvolvimento de estudos e pesquisas que ampliarão o conhecimento da PETROBRÁS na especialidade e orientarão os futuros passos da Companhia nessa nova área de negócio.

O empreendimento, que envolveu investimento da ordem de R\$ 6,7 milhões, foi viabilizado com recursos da Conservação de Energia, Energia Renovável e Suporte ao CONPET e teve como base estudos realizados pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobrás – CENPES, executados em parceria com o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da ELETROBRÁS (CEPEL). Implementado pela área de Engenharia da Companhia, contou ainda com o apoio da UN-RNCE.

A empresa *Wobben Windpower*, que foi a vencedora do processo de licitação para o fornecimento das turbinas eólicas instaladas no parque recentemente inaugurado, ficou também responsável pelos serviços de instalação bem como pelos serviços

# Parque Piloto de Geração Eólica



Parque Piloto de Geração de Energia Eólica instalado pela PETROBRÁS em Macau (RN).

de operação e manutenção por um período de 5 anos após a conclusão da obra.

A instalação do parque eólico de Macau representa o primeiro passo no desenvolvimento de estratégia da Área de Negócio de Gás e Energia incluída no Plano Estratégico da Petrobrás para 2015, que prevê a produção em 2010 de 60 MW de energia elétrica a partir de fontes eólicas. Para a consecução dessa estratégia, estão sendo desenvolvidos diversos outros projetos na área de energia eólica, merecendo destaque entre eles:

- Medição do potencial eólico em 20 outras localidades no Brasil próximas à unidades da Petrobrás;
- Projeto de 2 outros parques pilotos de geração eólica, com potência nominal de 3 MW cada um, a serem instalados nos estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul;
- Levantamento de novas áreas de interesse para a avaliação de potencial eólico;
- Avaliação técnica de turbinas eólicas de 1 kW fabricadas no Brasil para instalação em sistemas elétricos isolados;
- Análise da viabilidade técnico-econômica da participação da Petrobrás, através de parcerias, em projetos selecionados pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, que está sendo implantado pelo Ministério de Minas e Energia.

Alcyr Silva  
[alcyr@cenpes.petrobras.com.br](mailto:alcyr@cenpes.petrobras.com.br)

Eduardo Pavinatto  
[efpavinatto@petrobras.com.br](mailto:efpavinatto@petrobras.com.br)  
CENPES-PDEDS-GEN

## Fontes alternativas de energia e o Sistema Interligado Nacional

No ano de 2003, a produção energética no Sistema Interligado Nacional - SIN determinada pelo processo otimizado de despacho a menor custo, conduzido pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico Nacional (ONS), teve a participação de 92% de uma única fonte, renovável e convencional: a hidroelétrica. No entanto, ao examinar o último plano decenal de expansão do MME, observa-se a redução da dependência de uma única fonte, uma vez que mais da metade da expansão da oferta de energia será baseada em fonte não hidroelétrica, considerando-se as energias alternativas, todas renováveis.

Em março de 2004, o governo federal lançou a primeira fase do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (Proinfa), amparado pela Lei nº 10.438 de 26.04.2002, posteriormente revisada pela Lei nº 10.762 de 11.11.2003. O objetivo desse programa é aumentar a participação das fontes alternativas de energia, renováveis e de baixo impacto ambiental na matriz energética brasileira.

Como os investimentos associados a estas tecnologias são, em todo mundo, substancialmente maiores, o fomento à sua implementação deve ser garantido pela contratação de toda a energia produzida, sendo observadas as seguintes condições: limite de 1.100 MW, por 20 anos, para cada uma das três tecnologias - biomassa, PCH e eólica; preços fixos com especial condição de financiamento; exigência de habilitação técnica, jurídica, fiscal e econômico-financeira; e seleção dos projetos observando a Licença Ambiental da Instalação (LI) mais antiga e respeitando limites de regionalização.

A primeira fase do Proinfa encontra-se em andamento. Foram selecionados cerca de 2.200 MW baseados nas fontes PCH e eólica. Em outubro de 2004, a Eletrobrás anunciou a segunda chamada pública para complementar 1.100 MW em oferta para a fonte biomassa.

Avaliação da integração das centrais às redes foi organizada em três

Tecnologia	Potência Instalada (MW)	Nº de Projetos
Biomassa	327	16
PCH	1.093	60
Eólica	1.100	46
<b>Total</b>	<b>2.520</b>	<b>122</b>

Dados da primeira fase do PROINFA (Fonte: Eletrobrás/MME).

fases. A 'avaliação preliminar' – individual por projeto, com a identificação do ponto de conexão e da potência de cada empreendimento. O 'parecer técnico conclusivo' – avaliação simultânea dos projetos selecionados; forma de conectá-los às redes e definição dos conseqüentes reforços necessários, a partir de análises de regime permanente das condições de rede. E, por fim, os 'estudos complementares e pré-operacionais' – serão realizados após a conclusão da segunda chamada, para permitir a 'liberação para operação' até 30.12.2006, finalizando-se este período.

Sob o ponto de vista do Operador do SIN, a diversidade de tecnologias de produção é desejável, tanto para mitigar a volatilidade da oferta hidráulica, observada nos últimos 72 anos, como pela sua dispersão geográfica (que agrega segurança e pode postergar investimentos em transporte de energia). Neste contexto, ressaltam-se alguns aspectos menos desejáveis, face às suas peculiaridades:

- (1) aleatoriedade da oferta de energia, reduzido fator de capacidade e sazonalidade, associados ao seu despacho ser prioritário frente às fontes convencionais, para efeito da programação energética do ONS;
- (2) localização remota em relação às redes elétricas, tamanhos muito variados (4 a 135 MW) e controlabilidade de incerta, se não forem seguidos pro-

cedimentos técnicos pré-estabelecidos e uso de tecnologias avançadas, o que onera o empreendimento.

Para que estas fontes possam ser integradas sem colocar em risco a operação e otimização do Sistema Interligado e garantido um tratamento equânime com relação as demais fontes, devem ser asseguradas as condições de análise da rede, através da modelagem do desempenho elétrico dessas fontes, atendimento de requisitos de tensão, frequência, atuação de proteção, fator de potência (já proposto no caso de centrais eólicas, na última revisão do módulo de acesso dos procedimentos de rede) e a observabilidade no caso das centrais maiores de 30 MW, sob a ótica do despacho centralizado do SIN.

Para as próximas etapas do Proinfa, além da inclusão de tais fontes no planejamento elétrico e energético do País, sugere-se a realização de análises prévias das condições de suportabilidade das redes elétricas e o estabelecimento de critérios de desempate entre os diversos projetos que priorizem, além da licença de instalação, a apresentação de centrais geradoras mais eficientes e que, além disto, representem menor investimento para a rede elétrica pública.

Fábio da Costa Medeiros  
Operador Nacional do Sistema  
[www.ons.org.br](http://www.ons.org.br)



# Programa Brasileiro de Etiquetagem para sistemas fotovoltaicos de energia

O Instituto Brasileiro de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, constituiu em 9 de fevereiro de 2002, dentro do escopo do PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem, o GT-FOT – Grupo de Trabalho de Sistemas Fotovoltaicos. O objetivo deste grupo é estabelecer as normas para etiquetagem de sistemas fotovoltaicos e seus componentes, visando a contínua melhoria técnica destes produtos, a exemplo dos programas de sucesso para refrigeradores domésticos, motores elétricos e lâmpadas.

Com o Programa de Universalização (“LUZ PARA TODOS”) do MME, prevê-se no futuro uma demanda por melhoria de qualidade dos sistemas fotovoltaicos, pois esta será uma das tecnologias empregadas para o atendimento a usuários dispersos em locais de difícil acesso. No momento, já existe esta demanda por parte do PRODEEM – Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios, outro programa do MME.

A Resolução Normativa ANEEL nº 83 (20 de setembro de 2004), que estabelece os procedimentos e as condições de fornecimento de energia

elétrica por intermédio de Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes – SIGFI, já exige que tais sistemas, nos quais se incluem os sistemas fotovoltaicos, deverão atender às exigências do PBE/INMETRO.

Até outubro de 2004 já ocorreram onze reuniões do GT-FOT, o qual é coordenado pelo engenheiro Alexandre Novgorodcev (INMETRO), com participação de representantes de fabricantes/fornecedores, laboratórios e órgãos públicos. Além disso, também ocorreram outras seis reuniões do CT-LAB (Comissão Técnica de Laboratórios), o qual, por sua vez, é coordenado pelo pesquisador Jorge Lima (CEPEL), que reúne os laboratórios participantes: CEPEL, PUC-RJ, PUC-RS, IEE/USP, UFRGS.

Os equipamentos que serão etiquetados são: módulos fotovoltaicos, inversores, controladores de carga e baterias, além dos sistemas fotovoltaicos em si. Os inversores, controladores de carga e baterias para receber a etiqueta serão submetidos somente a ensaios do tipo “passa/não passa” de acordo com as especificações estabelecidas.

O ensaio de baterias visa determinar sua capacidade em Ah em regime de descarga adequado à operação em sistemas fotovoltaicos, além de ensaios de durabilidade. Os ensaios de inversores levantarão parâmetros, tais como eficiência, distorção harmônica e regulação. Os ensaios dos controladores de carga verificam sua operação sob condições nominais de tensão e corrente, proteções e pontos de conexão/desconexão (“set points”) do gerador (painel fotovoltaico) e das cargas.

Já os sistemas fotovoltaicos serão submetidos a um “teste operacional de disponibilidade energética”, que atestará a quantidade de energia em Wh/dia que o sistema irá fornecer, quando exposto a um determinado valor de irradiação solar diária em kWh/m<sup>2</sup>.dia, especificado em seu dimensionamento. Este valor de energia deverá ser impresso na etiqueta.

Inicialmente serão avaliados apenas os módulos fotovoltaicos de Silício cristalino (mono-Si e poly-Si), em relação a itens como eficiência nas condições padrão de teste (STC), resistência mecânica, estanqueidade e corrosão, entre outros. Os módulos receberão etiquetas apresentando sua faixas de eficiência (A até E).

As baterias, controladores de carga e inversores estão em fase de ensaios inter-laboratoriais para aferição dos procedimentos especificados e dos resultados preliminares obtidos pelos diversos laboratórios. Os ensaios interlaboratoriais dos sistemas fotovoltaicos serão iniciados brevemente. Os ensaios dos módulos fotovoltaicos ainda não tiveram início, pois aguardam a capacitação dos laboratórios e aquisição de equipamentos para efetuá-los.

Equipamento	Ensaio	Estado Atual
Controladores de carga	Operação sob condições nominais, proteções, "set-points"	Fase de ensaios inter-laboratoriais
Inversores	Eficiência, distorção, regulação	Fase de ensaios inter-laboratoriais
Baterias	Capacidade em Ah, durabilidade	Fase de ensaios inter-laboratoriais
Módulos fotovoltaicos	Eficiência, resistência mecânica, estanqueidade, corrosão	Fase inicial
Sistemas fotovoltaicos	Disponibilidade energética	Fase inicial

Descrição dos ensaios a serem realizados no âmbito do PBE.

Marco Antônio Galdino  
Pesquisador DTE / CEPEL  
[marcoag@cepel.br](mailto:marcoag@cepel.br)

Alexandre Novgorodcev  
Coordenador do GT-FOT / INMETRO  
[pbe@montreal.com.br](mailto:pbe@montreal.com.br)

# Primeiro Simpósio Nacional de Energia Solar Fotovoltaica pesquisadores para debater os

*No mês de julho, ocorreu em Porto Alegre, o I Simpósio Nacional de Energia Solar Fotovoltaica - I SNESF, com a participação de mais de 130 pessoas das mais diversas regiões do País(...) A preocupação com um processo nacional de industrialização foi um tema que veio a tona durante os três dias do simpósio(...) A apresentação dos atuais grupos ativos em pesquisa de células solares mostrou que o País detém tecnologias que podem ser industrializadas em curto prazo, inclusive de alta eficiência. Porém, a interação entre os “produtores” de silício e os “produtores” de células é ainda inexistente, interação que urge ser incentivada pelas agências nacionais de fomento à pesquisa e desenvolvimento.*

Embora o Fórum Permanente de Energias Renováveis tenha gerado, nos anos 90, os manifestos como o de Belo Horizonte e de São Paulo cujo intuito era aglutinar esforços em energias renováveis, pela primeira vez realizou-se um evento nacional específico sobre a conversão direta da energia solar em elétrica. O I SNESF foi organizado pelo Centro Brasileiro para Desenvolvimento da Energia Solar Fotovoltaica, sediado na PUC-RS, com o apoio financeiro do CEPEL/CRESESB, ELETROBRÁS, CEMIG, CEEE, CHESF, ELETRONORTE e CNPq.

O Simpósio teve por objetivo identificar as linhas de atuação existentes

no País e as necessidades das empresas usuárias desta tecnologia, iniciando-se o debate para o estabelecimento de um Programa Nacional para o Desenvolvimento da Energia Solar Fotovoltaica. Professores e pesquisadores de todo o País apresentaram seus grupos de pesquisa e várias companhias elétricas participaram ativamente relatando suas experiências em sistemas fotovoltaicos. Além disto, agências de fomento ligadas ao Ministério da Ciência e Tecnologia apresentaram o que estão fazendo em relação a energia solar e o PRODEEM – Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios do Ministério de

Minas e Energia (o maior programa nacional de uso de sistemas fotovoltaicos), foi debatido. Da mesma forma, a experiência do terceiro setor foi apresentada por diversas ONGs ativas no uso de sistemas fotovoltaicos na eletrificação rural.

Os assuntos foram bastante diversos mas a preocupação com um processo nacional de industrialização foi um tema que veio a tona durante os três dias do simpósio. E talvez neste ponto esteja o verdadeiro “calcanhar de Aquiles” de um Programa Nacional para o setor. Por exemplo, mais de 90% dos módulos fotovoltaicos atualmente comercializados usam o silício como matéria-prima e o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de silício grau metalúrgico. Este grau não é suficiente para produzir células solares, mas alguns pesquisadores do IPT-SP, CETEC-MG e UNICAMP apresentaram vias alternativas para uma produção nacional de silício grau solar, de suma importância para o estabelecimento de um parque industrial verticalizado. A apresentação dos atuais grupos ativos em pesquisa de células solares mostrou que o País detém tecnologias que podem ser industrializadas em curto prazo, inclusive de alta eficiência. Porém, a interação entre os “produtores” de silício e os “produtores” de células é ainda inexistente, interação que urge ser incentivada pelas agências nacionais de fomento à pesquisa e desenvolvimento.



Platéia durante a sessão de abertura do I SNESF.

# Energia Solar Fotovoltaica reúne rumos desta tecnologia no País

No que se refere aos sistemas fotovoltaicos e suas mais diversas aplicações, observou-se que o País formou um grupo considerável de pesquisadores atuantes e com reconhecimento nacional e internacional de suas atividades.

Desenvolvimento de *softwares* de dimensionamento, projeto e análise de sistemas isolados e conectados à rede elétrica, bombeamento de água, sistemas híbridos, sistemas fotovoltaicos para purificação de água, módulos fotovoltaicos concentradores, reguladores, inversores, entre outros temas foram apresentados e debatidos, mostrando o alto nível das pesquisas em energia solar fotovoltaica no País. No entanto, observou-se também que todas as ações foram isoladas e muitas vezes por idealismo dos pesquisadores, isto é, não houve um programa de incentivo a este desenvolvimento. Mesmo com a adoção do Fundo Setorial de Energia, um programa específico para desenvolvimento dos sistemas fotovoltaicos ainda não foi implementado.

Diversas companhias do setor de energia tais como a CEMIG, a CEEE, a CHESF, a ELETROSUL, a ELETRONORTE, a ELETROACRE e a PETROBRÁS apresentaram seus programas de pesquisa e desenvolvimento e as várias aplicações de sistemas fotovoltaicos em suas áreas, sendo que parte destas companhias, inclusive, está investindo em tecnologias nacionais de produção de módulos fotovoltaicos.

Em relação aos órgãos governamentais, houve uma sessão específica com a participação do MCT, MME, FINEP e INMETRO, momento de interessante debate sobre o que o governo poderia ou poderá fazer em prol deste setor tão importante para o País.

No que se refere aos organismos não governamentais, várias experiências foram colocadas e debatidas. Em relação ao terceiro setor, um dos



Mesa de discussão composta por especialistas em energia solar fotovoltaica.

pontos culminantes do simpósio foi a instalação da ISES-Brasil, seção da *International Solar Energy Society*.

Em resumo, o I SNESF foi um sucesso ao unir academia, concessionárias, empresas, órgãos governamentais e não-governamentais para debater a energia solar fotovoltaica. Não podemos esquecer que o mercado de módulos fotovoltaicos cresce a taxas de 40% ao ano, e todas as tendências apontam que assim continuará nos próximos anos. O Simpósio reafirmou que poderemos estar perdendo outro “trem tecnológico” e devemos unir esforços. Para brincar um pouco com a história, devemos lembrar que há 50 anos foram desenvolvidas as primeiras células solares práticas nos Laboratórios Bell, nos Estados Unidos, e que no Brasil, lá pelos anos 40 e 50, muitos interessados pelo subdesenvolvimento diziam que não deveríamos produzir aço e que o petróleo existente no país deveria ser explorado por companhias “experientes”. Assim espera-se que o mesmo sol que iluminou algumas pessoas naqueles anos dourados volte a iluminar os atuais “donos” do futuro do País.

Para não perder este “trem tecnológico”, os pesquisadores e usuários da energia solar fotovoltaica voltarão a se encontrar em abril de 2005, no Rio de Janeiro, onde ocorrerá o II SNESF, desta vez organizado pelo CRESESB, no ano de comemoração dos dez anos deste importante centro brasileiro.

Maiores informações sobre o II SNESF serão divulgadas oportunamente através das *Mailing-List* (Mala Direta) e *homepage* do CRESESB ([www.cresesb.cepel.br](http://www.cresesb.cepel.br)).

Através da Mala Direta do Cresesb é possível receber informações sobre eventos nas áreas solar e eólica. Para isso, basta enviar uma mensagem para o endereço eletrônico [cresesb@cepel.br](mailto:cresesb@cepel.br) solicitando o seu cadastramento.

Adriano Moehlecke  
[moehleck@pucrs.br](mailto:moehleck@pucrs.br)

Izete Zanesco  
[izete@pucrs.br](mailto:izete@pucrs.br)  
Coordenadores do NT-Solar, PUC/RS

# Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo - ASPSP é constituído por um conjunto de 10 ilhotas e rochedos, situado a  $0^{\circ}55.00'N$  e  $29^{\circ}20.76'W$ , a uma distância de cerca de 550 milhas a Nordeste da cidade de Natal, RN. A distância do ASPSP ao Arquipélago de Fernando de Noronha ( $3^{\circ}50.00'S$  e  $32^{\circ}24.00'W$ ) é de aproximadamente 338 milhas, enquanto que a distância do ASPSP ao Atol da Rocas ( $3^{\circ}52.00'S$  e  $33^{\circ}49.00'W$ ) é de aproximadamente 392 milhas.

A CIRM – Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, da qual participa o MME – Ministério de Minas e Energia, instituiu em junho de 1996, o Programa Arquipélago (Proarquipélago) com o objetivo de ocupação permanente do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e de efetuar pesquisas científicas no local, abrangendo diversas áreas do conhecimento, tais como biologia marinha, geologia, oceanografia, meteorologia, etc.

Adicionalmente, o Programa Arquipélago tem o objetivo estratégico de garantir a soberania brasileira na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de 200 milhas ao redor do ASPSP, de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos do Mar (CNUDM), pois trata-se de uma área

pesqueira do Oceano Atlântico localizada na rota de peixes migratórios com alto valor econômico.

Para isso, foi construída em junho de 1998, a Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ECASPSP). As instalações da ECASPSP foram projetadas e construídas pelo Labo-

ratório de Planejamento e Projetos da UFES - Universidade Federal do Espírito Santo (Vitória) em cooperação com o Laboratório para Produtos Florestais do IBAMA (Brasília).

Compõem a Estação Científica: um alojamento para 4 pessoas, sala de estar, cozinha, banheiro e varanda; uma edificação de apoio com área de depósito e local para armazenar baterias e alojamento para duas pessoas; uma edificação para o gerador de

emergência; um paiol de combustíveis; um píer para pequenas embarcações e uma passarela ligando o píer à edificação principal. A sua instalação contou com a participação fundamental do Navio-Faroleiro “Almirante Graça Aranha”, da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

O CEPEL foi indicado pelo MME como responsável pelo suprimento de energia elétrica à Estação Científica, tendo projetado e instalado o sistema fotovoltaico para esta finalidade, além de efetuar a adaptação e instalação do dessalinizador d'água (equipamento para produção de água potável a partir da água do mar).

Os módulos que compõem o painel fotovoltaico foram cedidos pelo Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético (DNDE) do MME, no escopo do PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios), enquanto que os demais equipamentos que fazem parte do sistema foram adquiridos pela Marinha do Brasil para a CIRM.

O MME tem também fornecido peças de reposição (tais como inversores, baterias e controladores de carga) para o sistema fotovoltaico da ECASPSP, sendo este sistema considerado pelo MME como uma aplicação especial no âmbito do PRODEEM.



Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.



Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

# Arquipélago de São Pedro e São Paulo



Painéis fotovoltaicos fornecem energia elétrica à Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

A configuração do sistema fotovoltaico instalado na ECASPSP é a seguinte:

- painel composto por 72 módulos fotovoltaicos Kyocera LA51 (51Wp) associados 4 em série e 18 em paralelo;
- banco composto por 16 baterias Concorde PVX12255 (12V, 300Ah), associadas 4 em série e 4 em paralelo;
- 2 controladores de carga Trace C40 (48V/40A);
- inversor Trace SW5548 (48Vdc/120Vac, 5,5kW);
- grupo gerador de emergência (6kVA, 120Vac).

A ECASPSP está em funcionamento há aproximadamente 6 anos. Neste período tem havido participa-

ção do CEPEL nos trabalhos de manutenção do sistema fotovoltaico, coordenados pelo Subcomitê Logístico/Manutenção do Proarquipélago. A manutenção da ECASPSP tem se mostrado bastante cara e trabalhosa, em função das próprias características do local, como dificuldade de acesso, salinidade, etc.

Os defeitos do sistema elétrico da ECASPSP são todos atribuídos à alta salinidade do ar causada pelo *spray* de água salgada, que causa muita corrosão e condutividade elevada. Os defeitos mais comuns são: falhas nos equipamentos eletrônicos (inversores e controladores de carga), maus contactos e fugas de corrente.

A ECASPSP é ocupada por equipes de 4 pesquisadores, provenientes de inúmeras instituições nacionais de ensino e substituídos a cada 15 dias. Os pesquisadores conduzem diver-

sos programas de pesquisas no local, previamente aprovados pelo Subcomitê Científico/Ambiental do Proarquipélago, que já aprovou (em abril de 2004) 59 projetos científicos, dos quais 29 já foram iniciados, 2 já foram finalizados e 20 ainda não iniciaram. Até o momento ocorreram 159 expedições científicas à ECASPSP.

Para obter maiores informações sobre o Proarquipélago, sugerimos uma consulta à página da CIRM na Internet cujo endereço é:

[www.secirm.mar.mil.br/proarq/proarq.htm](http://www.secirm.mar.mil.br/proarq/proarq.htm).

Marco Antônio Galdino  
CEPEL / DTE  
[marcoag@cepel.br](mailto:marcoag@cepel.br)

CF Porto  
SECIRM / Proarquipélago  
[12@secirm.mar.mil.br](mailto:12@secirm.mar.mil.br)

# Implantado o Centro Brasileiro para o Desenvolvimento de Energia Solar Fotovoltaica

Foi assinado pelo Ministro da Ciência e Tecnologia, no dia 31 de maio do corrente ano, o Acordo Técnico-Científico para a implementação do Centro Brasileiro para o Desenvolvimento de Energia Solar Fotovoltaica (CB-SOLAR). Este acordo é resultado de uma parceria da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) com o Ministério da Ciência e Tecnologia, secretarias estaduais de Ciência e Tecnologia e de Energia, Minas e Comunicações do RS, Companhia Estadual de Energia Elétrica do RS e Secretaria Municipal da Produção, Indústria e Comércio de Porto Alegre.

O Centro foi implantado no Núcleo Tecnológico de Energia Solar (NT-Solar) da PUCRS, o mais moderno laboratório da área na América Latina para fabricação de módulos fotovoltaicos. São aproximadamente 700m<sup>2</sup> de laboratórios especializados, onde 190m<sup>2</sup> são salas limpas. Estes laboratórios foram projetados especificamente para desenvolver protótipos de células solares e módulos fotovoltaicos bem como para implementar e analisar sistemas fotovoltaicos.



Autoridades presentes durante a cerimônia de assinatura do Acordo Técnico-Científico para implantação do CB-SOLAR.

As pesquisas em células solares realizadas pelos coordenadores do NT-Solar, Adriano Moehlecke e Izete Zanesco, alcançaram projeção nacional com o primeiro lugar do Prêmio Jovem Cientista 2002, a Medalha Negrinho do Pastoreio e, no final do ano passado, o trabalho de maior destaque no XVII Simpósio Nacional

de Produção e Transmissão de Energia Elétrica.

O CB-Solar terá as funções de fazer ciência, desenvolvendo novas estruturas mais eficientes na conversão de energia solar em elétrica, apresentar e analisar tecnologias para fabricação de células solares e módulos fotovoltaicos mais econômicos, implementar e estudar sistemas fotovoltaicos e formar recursos humanos especializados na área. Desta forma, realiza a associação ciência/tecnologia/aplicações.

Outra parceria importante está sendo estruturada no NT-Solar visando a implantação de uma planta pré-industrial de fabricação de módulos fotovoltaicos eficientes. O objetivo é construir módulos fotovoltaicos com alta eficiência e baixo custo em grande escala, substituindo a atual importação desta tecnologia. Esta iniciativa faz parte da Rede Brasil de Tecnologia do MCT, que estimula a parceria entre empresas e instituições de ensino, públicas e privadas, para o avanço de tecnologias no Brasil.

Adriano Moehlecke  
moehleck@pucrs.br

Izete Zanesco  
izete@pucrs.br

Coordenadores do NT-Solar, PUC/RS



Laboratório de Química

Laboratório de Difusão



Laboratórios instalados no CB-SOLAR.

# Laboratório de Energia Solar e Gás Natural da UFC abrigará o CBRefriSOL

O Laboratório de Energia Solar Aplicada (LES) da Universidade Federal do Ceará (UFC) foi inaugurado em 1997 para desenvolver projetos de pesquisa em processos, equipamentos e sistemas que utilizam a radiação solar como fonte de energia. Foram iniciados projetos que incluíam medições experimentais e modelos estocásticos de simulação de variáveis ambientais (radiação solar, temperatura ambiente e velocidade do vento), simulação numérica de coletores bifásicos operando em sifão térmico e em refrigeração solar. Em parceria com o Instituto Solar de Juelich (SIJ), foram iniciados trabalhos de desenvolvimento de um novo dessalinizador térmico com processo de recuperação de calor e a participação no projeto de um sistema de fogão solar com aquecimento indireto, que vinha sendo desenvolvido pelo SIJ.

Em 2001, com a realização de projeto de refrigeração térmica, tendo como fonte de energia a queima do gás natural, o laboratório passou a ser denominado de Laboratório de Ener-

gia Solar e Gás Natural (LESGN). Os projetos de pesquisa em andamento alcançaram resultados significativos com a construção de protótipos de equipamentos (dessalinizadores, fogões, refrigerador térmico e bancada experimental de secagem).

**Refrigerador Térmico a Gás Natural** – Em 2004, foi criado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), o Centro Brasileiro de Desenvolvimento de Tecnologia de Refrigeração Solar (CBRefriSOL) que tem os objetivos de desenvolver e difundir conhecimentos em refrigeração solar.

**Temas de Pesquisa** – São desenvolvidas no LESGN as linhas de pesquisa mencionadas a seguir: cocção solar; coletores térmicos de alto desempenho; dessalinização térmica, refrigeração térmica; radiação solar e secagem.

**Projetos em desenvolvimento** – Os projetos em desenvolvimento no LESGN são:

- Fabricação de fogões solares com aquecimento indireto para famílias ou instituições (em fase inicial);

- Desenvolvimento de protótipo de refrigerador térmico por ciclo de absorção movido a gás natural (em fase de conclusão);
- Desenvolvimento de novo protótipo de refrigerador solar com concentradores (em fase inicial);
- Dessalinizador térmico com recuperação de calor (em andamento).

**Parcerias** – Os projetos desenvolvidos pelo LESGN vêm sendo realizados graças ao apoio recebido das instituições: CNPq, PETROBRÁS, SECITECE, FUNCAP e BNB.

Maiores informações sobre as atividades do LESGN podem ser obtidas diretamente com a Prof<sup>a</sup> Maria Eugênia Vieira da Silva, Coordenadora deste Laboratório, através do telefone (85)288-9632, Ramal 221 ou endereço eletrônico [eugenia@les.ufc.br](mailto:eugenia@les.ufc.br).

Maria Eugênia Vieira da Silva  
Coordenadora do Laboratório de Energia Solar e Gás Natural da UFC  
[eugenia@les.ufc.br](mailto:eugenia@les.ufc.br)



(a) Dessalinizador Solar Térmico com Recuperação de Calor



(b) Refrigerador Térmico por Ciclo de Absorção Movido a Gás Natural



(c) Fogão Solar

## Células solares fotovoltaicas de nova geração são desenvolvidas pela USP

A energia solar é abundante, gratuita e limpa. Por razões óbvias, países de clima tropical, como o Brasil, devem ser os maiores interessados no seu aproveitamento. Não basta, no entanto, utilizá-la apenas para produzir biomassa através da fotossíntese e nem para, de forma indireta, encher os reservatórios de água que alimentam as usinas hidroelétricas. Seu uso para aquecimento direto torna-se cada dia mais difundido; porém, sua conversão em energia elétrica utilizando painéis solares ainda é bastante restrita. Uma das razões é o alto investimento inicial, que se justifica em situações “nobres” como para fins espaciais ou para uso em comunidades remotas onde o alto custo da transmissão da energia elétrica gerada nas grandes usinas torna-a proibitiva.

Atualmente, tecnologias inovadoras vêm sendo utilizadas para as chamadas “Células Fotovoltaicas do Século XXI”. Uma delas é a Célula Solar Sensibilizada por Corantes, conhecida como “*Dye-sensitized Solar Cells*”. Entre as diversas atividades de pesquisa, o Laboratório de Fotoquímica Inorgânica e Conversão de Energia do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP) vem pesquisando corantes naturais e sintéticos que estão sendo utilizados na construção de “células fotovoltaicas sensibilizadas por corantes” (registradas pela USP como *Dye-Cells*) que são

capazes de absorver e converter a luz solar em energia elétrica.

A *Dye-Cell*, em relação às células convencionais já disponíveis no mercado, apresenta várias vantagens. Comparativamente, sua produção é bastante mais simples e por isto mais barata: sua previsão de custo em escala industrial é cerca de 50% do envolvido na produção de uma célula de silício. Como a presença de pequenas impurezas no semicondutor não é crítica no funcionamento da *Dye-Cell*, são dispensados procedimentos complicados necessários para a fabricação das células de silício, tais como o uso de sala limpa e de roupas especiais. Além de gastar menos energia (custo energético baixo), sua produção tem também um custo ambiental menor.

Esse tipo de célula utiliza como semicondutor o dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ), substância comum que é utilizada em pastas de dente e tinta branca de parede. No entanto, como o  $\text{TiO}_2$  é branco, ele não absorve luz visível. É necessário empregar, portanto, um corante adequado para promover a absorção da energia solar. Além dos corantes sintéticos de eficiência comprovada tem-se também a opção de utilizar corantes naturais, obtidos de extratos vegetais. Os extratos naturais, ainda de durabilidade limitada, são opções atraentes para usos em ambientes internos e para fins educa-

cionais. Existe, ainda, a opção de células flexíveis, com uso de plástico condutor e gel-polímero, que são interessantes para fins “quase descartáveis” em dispositivos que não necessitem de altas correntes/potenciais.

Aspectos relacionados com a eficiência dos módulos na conexão em série e/ou paralelo, uso de novos compostos e algumas soluções em “*scale-up*” já foram patenteados pela Universidade. As células solares sensibilizadas por corantes apresentam atualmente uma eficiência similar à de célula convencional, podendo chegar a um rendimento máximo ao redor de 27% com o desenvolvimento das pesquisas no campo. Divulgada pela primeira vez em 1991 com eficiência de 7,1%, já em 2001 apresentou eficiência superior a 10%, certificada pelo Laboratório de Calibração PV, NREL, Colorado, EUA. Ainda com vários aspectos a serem desenvolvidos, essa eficiência vem aumentando com as inovações introduzidas. As mais recentes incorporam filamentos metálicos para minimizar a perda de eficiência na produção de células de dimensões maiores do que as utilizadas para fins laboratoriais (0,5 cm<sup>2</sup>).

Uma das grandes vantagens de uma *Dye-cell* é que ela converte energia mesmo sem a incidência direta de luz – como em dias nublados ou em luz difusa, além da aparência: pode ser transparente/ translúcida. Isso possibilita e amplia a aplicação da tecnologia em fins diversos como janela, vidro decorativo colorido, teto solar etc.

A pesquisa, considerada de tecnologia inovadora pelo MCT/ FINEP em 2001, já rendeu três patentes aos pesquisadores do Laboratório de Fotoquímica Inorgânica e Conversão de Energia. Uma destas patentes, inclusive, recebeu menção honrosa em 2002 no prêmio Governador do Estado.



**Dye-Cells**®

Células fotovoltaicas sensibilizadas por corantes (*Dye-Cells*).

Neyde Y. Murakami Iha  
Laboratório de Fotoquímica  
Inorgânica e Conversão de Energia  
Instituto de Química da USP  
[neydeiha@iq.usp.br](mailto:neydeiha@iq.usp.br)



## Carro solar é modelo de conservação de energia e uso de fontes renováveis no CEFET-SC

**S**anta Catarina conta com um novo instrumento no combate ao desperdício de energia. Uma unidade móvel equipada com aparelhos movidos a energia solar foi montada pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina (CEFET/SC). O carro será utilizado em palestras, cursos e aulas práticas dentro do próprio CEFET e em escolas e empresas do Estado. O veículo traz televisão, videocassete, geladeira compacta, iluminação e computadores. Tudo sem consumo elétrico externo, funcionando apenas com a energia solar captada por cinco placas de 75W. Além de demonstrar a utilização de fonte renovável de energia, traz um *kit* de demonstração de aquecimento de água através da mesma fonte. Em atividade durante quatro horas por dia, o sistema da unidade móvel tem autonomia por 96 horas. Isso se todos os aparelhos estiverem ligados ao mesmo tempo. Mesmo assim, as baterias teriam uma descarga diária de apenas 10%.

O veículo é apenas um símbolo de todo o programa de eficiência energética adotado no CEFET/SC. Hoje, por exemplo, a escola tem o único ginásio de esportes em escola pública do país com água aquecida por energia solar. A capacidade do sistema é de 3500 litros, o que equivale a 50 banhos quentes por dia. E se o tempo estiver ruim, conta com um complementar elétrico de 14kW. A mesma energia solar que aquece o banho dos alunos vai bombear água de dois poços artesianos para consumo da escola. A vazão de cada poço é de 3500 litros por dia. A capacidade de uma das cisternas é de 20 mil litros e da outra, de 10 mil. O projeto vai economizar mensalmente 20% no consumo de água, sendo que 80% dessa economia será reinvestido na estrutura da instituição.

**Iluminação** – Essas ações fazem parte do Programa de Conservação de Energia e Eficiência Energética do

CEFET/SC, responsável também pela instalação de postes solares no pátio da escola há um ano. A autonomia é de 4 horas diárias por sete dias. E como é utilizado no horário de pico, das 18h às 21h, não só traz economia para a escola, que deixa de usar a energia elétrica no horário em que ela é mais cara, como alivia o sistema elétrico. Foi a primeira vez que Santa Catarina teve iluminação pública através de energia solar. A novidade do



LabMóvel implantado pelo CEFET-SC.

sistema implantado no CEFET/SC é a sua automatização, através de uma unidade de controle e gerenciamento. Por um computador, pode-se controlar e programar os postes que ficam ligados. Pode-se também ligar a energia elétrica no caso de uma ocasião especial, como uma festa de formatura, por exemplo.

As idéias para tornar a escola modelo de eficiência energética não pararam por aí. Estuda-se, inclusive, a possibilidade de futuramente incluir um sistema eólico no projeto. “Nosso trabalho está calçado no combate ao desperdício e em projetos de eficiência energética. O objetivo é tornar o CEFET/SC um centro de excelência em conservação de energia no Estado”, afirma Paulo Roberto Weigmann, autor do projeto e coordenador da Comissão Interna de Conservação de Energia da escola.

**Apagão** – A estrutura implantada no CEFET/SC garantiu que a escola

permanecesse iluminada durante o apagão de outubro do ano passado, que durou mais de 50 horas. E foi o apagão de 2001 que estimulou o desenvolvimento do Programa de Conservação de Energia, quando o governo federal estipulou que os órgãos públicos deveriam economizar energia para evitar cortes no orçamento. Nessa época, Weigmann propôs algumas medidas que foram colocadas em prática pela direção da escola, como o desligamento de 2/3 da iluminação, o desligamento do ciclo reverso dos condicionadores de ar, o aumento da capacidade reflexiva das lâmpadas através de placas de alumínio anodizado e a instalação de detectores de presença humana nos banheiros para evitar as luzes acesas quando estivessem vazios.

O objetivo, em maio de 2001, quando essas medidas foram adotadas, era economizar 13% ao mês. Em dez dias, a economia já era de 15%. Ao final de 17 meses, esse conjunto de ações levou

a uma economia de R\$ 80 mil. A partir daí, o consumo na escola foi monitorado e os dados usados para a adoção de campanhas e medidas que evitem o desperdício e aumentem a eficiência energética da instituição.

**Reconhecimento** – O trabalho implantado por Weigmann ganhou o terceiro lugar no *I Benchmarking Ambiental Brasileiro*, realizado em São Paulo, em 2003. Foi reconhecido também pela revista *Lumière*, de circulação nacional. A publicação enfatizou que o projeto não apenas se preocupa com a economia mas também com o uso de fontes renováveis. O Programa de Conservação de Energia e Eficiência Energética é patrocinado pela Fundação Vitae e conta com o apoio da Fundação do Ensino Técnico de Santa Catarina (FETESC).

Paulo Roberto Weigmann  
CEFET-SC  
weigmann@cefetsc.edu.br

## Encontro do Fórum Permanente reúne os principais Centros de Referência de Energia Renovável do País

O Fórum Permanente de Energia Renovável assumiu e empreendeu ações para o desenvolvimento do uso dos recursos renováveis a partir das Declarações de Belo Horizonte e Brasília.

As iniciativas, cooperações e parcerias estabelecidas pelo Fórum nestes últimos anos, têm catalisado as propostas de incentivos, mudando o perfil do cenário do conhecimento das tecnologias e da viabilidade técnica e sócio econômica da implantação de sistemas de geração alternativa.

Com a finalidade de resgatar esse importante mecanismo de incentivo às fontes alternativas, o Centro Nacional de Referência em Pequenos Aproveitamentos Hidroenergéticos - CERPCH assumiu, juntamente com o Ministério da Ciência e Tecnologia, a responsabilidade de editar os Encontros do Fórum Permanente.

Desta forma, o V Encontro do Fórum Permanente de Energia Renovável foi realizado em setembro de 2004

nas instalações da Universidade Federal de Itajubá e teve como principal produto a Carta de Itajubá, a qual traça metas para o futuro dos Centros no Brasil bem como para as fontes renováveis de energia.

O evento contou com a participação do Sr. Paulo Augusto Leonelli, representante do Ministério de Minas e Energia, Prof. Alexandre de Lemos Pereira do Centro Brasileiro de Energia Eólica, Prof. Hamilton Moss do Centro de Referência para Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito, Prof. Ennio Peres da Silva do Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio, Prof. José Carlos Laurindo do Centro Brasileiro de Referência em Biocombustível, Prof. João Tavares Pinho do Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas, Sr. Fredmark Gonçalves Leão, Sr. Silém de Tarso, Secretário de Ciência e Tecnologia de Itajubá, Sr. Francisco de Assis Soares, Superintendente de Políticas Energéticas de Mi-

nas Gerais e Sr. Gilson Furtado, representante do Diretor de Geração e Transmissão da Cemig.

O V Encontro do Fórum Permanente de Energia Renovável caracterizou-se por ser uma excelente oportunidade de reunir os principais Centros de Referência do País para apresentação e discussão dos avanços e realizações no campo das energias renováveis.

As apresentações permitiram projetar para a sociedade o conhecimento das tecnologias e sua abrangência, bem como demonstrar a viabilidade de implantação, manutenção e operação dos sistemas e dar conhecimento aos órgãos de apoio e fomento de Ciência e Tecnologia das necessidades prementes a sustentabilidade de uma rede de referência em energia renovável.

Geraldo Lúcio Tiago Filho  
Secretário Executivo do CERPCH  
[tiago@unifei.edu.br](mailto:tiago@unifei.edu.br)

### CRESESB apoia e participa de diversos seminários e cursos de capacitação

O Cresesb, dentro de suas atividades de divulgação das energias solar e eólica, tem participado e apoiado diversos eventos que procuram apresentar e discutir os vários aspectos da utilização das fontes renováveis no Brasil.

Além da participação direta nos eventos, o Cresesb procura atender a todas as solicitações de divulgação utilizando sua mala direta (*mailing-list*) e homepage. A seguir são listados alguns dos eventos apoiados pelo Cresesb.

- (1) **Congresso Internacional de Energias Renováveis - CIER**, Agosto de 2003 - Olinda - PE
- (2) **1º Seminário sobre Tecnologias Sustentáveis para Geração Localizada de Energia**, Outubro de 2004 - Rio de Janeiro - RJ
- (3) **Seminários sobre Energia Eólica promovidos pelo DEWI do Brasil**, Setembro de 2004 - Rio de Janeiro - RJ
- (4) **Oficina de Capacitação dos Técnicos Estaduais do PRODEEM**, Outubro de 2003 - Rio de Janeiro - RJ
- (5) **Curso de Capacitação em Instalação de Sistemas Fotovoltaicos**, Agosto de 2003 - Fortaleza - CE
- (6) **Power Future 2004**, Abril de 2004 - Fortaleza - CE



# Novas publicações sobre fontes alternativas disponíveis ao público brasileiro

Recentemente, o Cresesb lançou duas publicações sobre fontes alternativas de energia: **Coletânea de Artigos – Energias Solar e Eólica e Eletrificação Rural Descentralizada – Uma Oportunidade para a Humanidade, Técnicas para o Planeta.**

A *Coletânea de Artigos* reúne 21 artigos escritos por diversos pesquisadores brasileiros atuantes nas áreas das energias solar e eólica e tem como objetivo principal oferecer à toda comunidade científica envolvida com estes assuntos (principalmente aos pesquisadores e estudantes que ingressaram nestas áreas mais recentemente), relatos de experiências significativas e que resultaram em contribuições efetivas para o desenvolvimento dessas formas de energia no país.

Como muitos artigos de importância não tiveram oportunidade de serem inseridos em apenas um volume, o Cresesb motivou-se a elaborar o segundo volume desta *Coletânea*. Os trabalhos de editoração desta publicação já foram iniciados e, em breve, o Cresesb anunciará o seu lançamento.

Em um contexto totalmente atual e desafiador do setor elétrico brasileiro, o livro *Eletrificação Rural Descentralizada* não pôde limitar-se a ser uma simples tradução da edição publicada em francês no ano de 2000.

Este livro originalmente foi organizado sob a direção de Christophe de Gouvello e Yves Maigne e retrata a experiência acumulada pelos autores em diversos programas e projetos de eletrificação rural, em diferentes partes do mundo, nas mais diversas condi-

ções. Este conhecimento reunido proporciona uma visão abrangente dos aspectos essenciais para a implantação de um bem sucedido programa de eletrificação rural.

As diferentes experiências relacionadas e as metodologias recomendadas (inclusive com o acréscimo de um capítulo exclusivo sobre a experiência brasileira) fazem deste livro uma referência na área de eletrificação rural.

Contatos para aquisição das publicações CRESESB:

homepage: [www.cresesb.cepel.br](http://www.cresesb.cepel.br)

e-mail: [crese@cepel.br](mailto:crese@cepel.br)

Algumas outras publicações sobre fontes alternativas de energia também foram lançadas no período 2003-2004, entre elas, destacam-se:

**Geração Eólica** (2003) – Este livro apresenta os conceitos básicos e as diversas interfaces decorrentes do uso da energia dos ventos e busca dar ao leitor uma visão abrangente sobre o tema.

Autor: Paulo Carvalho  
Ed. Imprensa Universitária  
Contato para aquisição:  
[carvalho@dee.ufc.br](mailto:carvalho@dee.ufc.br)

**Fontes Renováveis de Energia no Brasil** (2003) – Este livro é a consolidação de um exercício de prospectiva científico-tecnológica na área de energia, visando determinar o potencial de inserção de tecnologias alternativas na matriz energética brasileira, até 2020, levando em consideração a viabilidade econômica, social e ambiental das diferentes fontes e determinando, também, as etapas das

políticas de pesquisa e desenvolvimento, industrial e energética necessárias para viabilizar o desenvolvimento do potencial identificado.

Organizador: Mauricio Tolmasquim  
Ed. Interciência  
Contato para aquisição:  
[editora@interciencia.com.br](mailto:editora@interciencia.com.br)



**Edifícios Solares Fotovoltaicos** (2004) – Esta obra descreve os tipos de módulos fotovoltaicos comercialmente disponíveis, os circuitos elétricos e os dispositivos de medição e proteção envolvidos nas instalações, além de apresentar exemplos de sistemas fotovoltaicos interligados à rede elétrica no Brasil e no mundo.

Autor: Ricardo Rüther  
Ed. UFSC-LABSOLAR  
Contato para aquisição:  
[ruther@mbox1.ufsc.br](mailto:ruther@mbox1.ufsc.br)

**Alternativas Energéticas Sustentáveis no Brasil** (2004) – Este livro trata de questões ligadas ao aproveitamento dos recursos solar, eólico, hídrico e de biomassa, a contribuição dos créditos de carbono para projetos de pequena escala e a contribuição da energia solar fotovoltaica para a universalização do serviço de energia elétrica. Além disso, ajuda a mostrar condicionantes e oportunidades para alternativas energéticas sustentáveis no país.

Coordenador: Mauricio Tolmasquim  
Ed. Relume Dumará  
Contato para aquisição:  
[relume@relumedumara.com.br](mailto:relume@relumedumara.com.br)

Todas estas publicações tiveram grande receptividade e representam, hoje, importantes fontes de referência para todos aqueles que, de alguma forma, tenham interesse pelos temas enfocados.

Hamilton, Ricardo e Patrícia  
Equipe CRESESB  
[crese@cepel.br](mailto:crese@cepel.br)



# Centro de Energias Renováveis da UNESP atuará na formação de recursos humanos

Foi inaugurado em julho de 2004, o Centro de Energias Renováveis da UNESP - Campus Guaratinguetá que tem como objetivos principais projetar, desenvolver, aperfeiçoar, divulgar e implantar dispositivos capazes de suprir as áreas rurais de energia elétrica, especialmente para bombeamento de água, além de disseminar nas áreas urbanas a utilização de sistemas térmicos para aquecimento de água.

O Centro também visa prestar assistência técnica em projetos de instalações elétricas, especialmente no que se refere à iluminação eficiente e aterramento elétrico, além de atuar na formação de recursos humanos.

Encontram-se instalados no Centro diversos equipamentos com potências que variam na faixa de 20W a 20000W, tais como:

- um cata-vento para geração de energia elétrica e bombeamento de água;
- um gerador eólico com potência de saída de até 400W;
- uma roda d'água para geração de energia elétrica e bombeamento de água;
- uma roda d'água de material alternativo para saída de biodigestores com a finalidade de aeração dos lí-

quidos (havendo quantidade de líquidos suficiente, a roda d'água também destina-se à geração de energia elétrica);

- uma microhidrelétrica para geração de energia elétrica;
- um aquecedor solar de água do tipo convencional para quatro pessoas;
- um aquecedor solar de água de baixo custo para quatro pessoas;
- um aquecedor parabólico cilíndrico para aquecimento de água (vapor) e secagem de grãos;
- um carneiro hidráulico para bombeamento de água.

O projeto e desenvolvimento de todos os equipamentos instalados no Centro contou com a participação da iniciativa privada, representada pelas seguintes empresas: Geradores NH, Bombas Hidráulicas ZM, Cataventos Fênix Fortuna, Baterias Delphi, Avant (no caso das lâmpadas fluorescentes



Roda d'água instalada no Centro de Energias Renováveis da UNESP - Campus Guaratinguetá.

compactas), TEKNO SA, Protec, Soletrol, WB Eletro-Eletrônica, Fundação Marumby e SAAEG.

Maiores informações sobre este projeto podem ser obtidas diretamente com o Prof. Teófilo Miguel de Souza, idealizador e atual diretor do Centro, através dos telefones (12)3123-2830; (12)3123-2860 ou endereço eletrônico [teofilo@feg.unesp.br](mailto:teofilo@feg.unesp.br).

Teófilo Miguel de Souza  
Diretor do Centro de Energias Renováveis da UNESP  
[teofilo@feg.unesp.br](mailto:teofilo@feg.unesp.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](mailto:crese@cepel.br)

# CRESESB

## Informe

IMPRESSO



Ministério de  
Minas e Energia

