

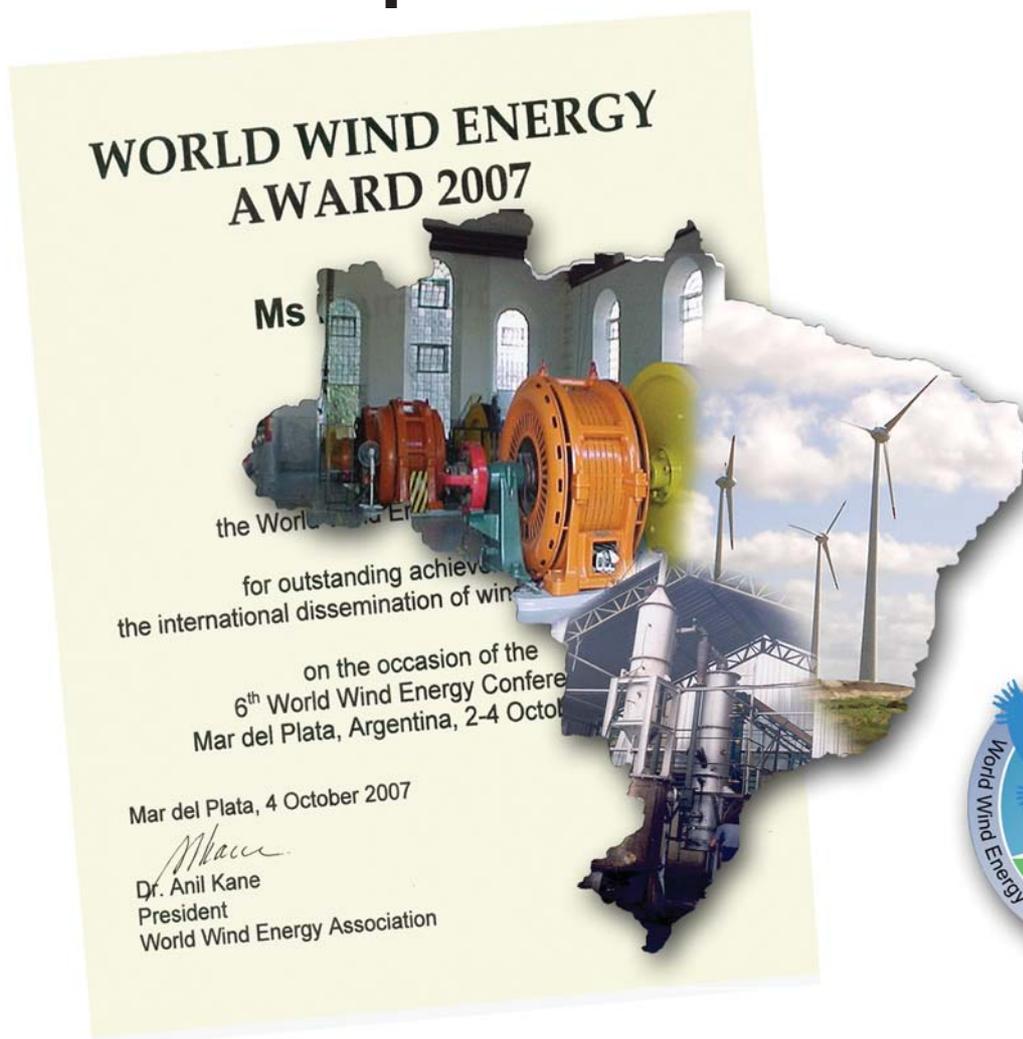


**CEPEL**  
Centro de Pesquisas  
de Energia Elétrica

# CRESESB Informe

CRESESB - Centro de Referência para Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito ANO XII Nº 12 Dezembro - 2007

## Brasil ganha prêmio internacional pelo PROINFA



A Companhia Energética de Minas Gerais e o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais firmaram Convênio para a realização de um projeto experimental, dentro do Programa de P&D do Setor Elétrico da ANEEL, com o objetivo de projetar, construir e operar uma mini-usina termelétrica solar experimental da ordem de 10kWp, com a utilização de concentradores solares cilíndrico-parabólicos. **Páginas 8 e 9**

Por iniciativa do INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética e da ABVE – Associação Brasileira do Veículo Elétrico, foi realizado no Centro Cultural da LIGHT, no Rio de Janeiro, o 5º Seminário e Exposição de Veículos Elétricos – VE 2007 onde especialistas e tomadores de decisão do Brasil e do exterior discutiram a evolução provável dos veículos elétricos. **Páginas 14 e 15**

# O Sol em Movimento

**S**empre temos uma grande satisfação ao fazer a abertura do Informe CRESESB.

Como tem acontecido ao apresentarmos iniciativas importantes na área de energias renováveis, sempre temos mais assunto do que o nosso espaço permite relatar, deixando-nos bastante otimistas com relação ao futuro dessas energias em nosso país.

Mas fazer a abertura desta edição do Informe nos é particularmente gratificante, afinal, não é todo dia que numa mesma publicação podemos noticiar dois importantes prêmios: um prêmio internacional para o PROINFA e um prêmio para o projeto do Centro de Informações do CRESESB.

A entrega do prêmio internacional, cujos detalhes podem ser vistos na página ao lado, e os efusivos cumprimentos recebidos pelos agraciados, com seguidas demonstrações de confiança no futuro da energia eólica no Brasil, não deixam dúvidas de que a comunidade internacional enxerga o nosso país como uma nova fronteira eólica no mundo. Não se deixou de cobrar os próximos passos após o PROINFA, mas os problemas que foram, um a um, superados na primeira fase do Programa, deixam como le-

gado uma sólida estrutura que ajuda a viabilizar novos desenvolvimentos. À medida que mais e mais kWh forem sendo gerados nos parques já instalados e mais kW forem sendo implantados, a confiança na energia eólica vai se consolidando. Do sonho de uns poucos à realidade energética para muitos, o caminho percorrido pela energia eólica no Brasil é uma trajetória de sucesso reconhecida por este prêmio.

Novidades promissoras que ampliam a já conhecida complementaridade da energia eólica no Brasil são também abordadas no artigo apresentado na página 12.

O prêmio PROCEL na Categoria "Edificações" atribuído, em 2007, ao Projeto do Centro de Informações do CRESESB representa um grande estímulo, tanto para as autoras do projeto, como para todos nós. Pretendemos com este Centro ampliar as atividades que já são desenvolvidas na Casa Solar e continuar promovendo, com maior eficiência, atividades de treinamento e divulgação técnico-científica. A construção em si certamente será um exemplo que poderá inspirar novas iniciativas em todo o país, assim como ocorreu com a Casa Solar.

Aliás, um novo exemplo de Centro de Demonstração de energias renováveis é também descrito nesta edição: o Parque Modelo de Geração de Energias Alternativas da Universidade Estadual do Norte Fluminense.

Além de aplicações "estáticas" das energias renováveis, apresentamos aplicações "móveis" nos artigos sobre Veículos Elétricos.

A área das energias renováveis está em grande movimentação. Com tanto movimento, não conseguimos neste espaço sequer relatar o conteúdo do Informe.

Não vamos, portanto, adiar mais o início de sua leitura. Esperamos que goste desta edição.

Uma boa leitura!

Hamilton Moss de Souza  
Ricardo Marques Dutra  
Patrícia de Castro da Silva  
Sérgio Roberto F. C. de Melo  
João Ricardo Ramos  
Bruno Montezano  
Viviane Alencar Ferreira Silva

Equipe CRESESB  
[crese@cepel.br](mailto:crese@cepel.br)

**CEPEL**   
**Centro de Pesquisas  
de Energia Elétrica**



Os artigos assinados são de  
responsabilidade dos autores.

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

**Albert Cordeiro Geber de Melo**  
Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento

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

**Ary Vaz Pinto Junior**  
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

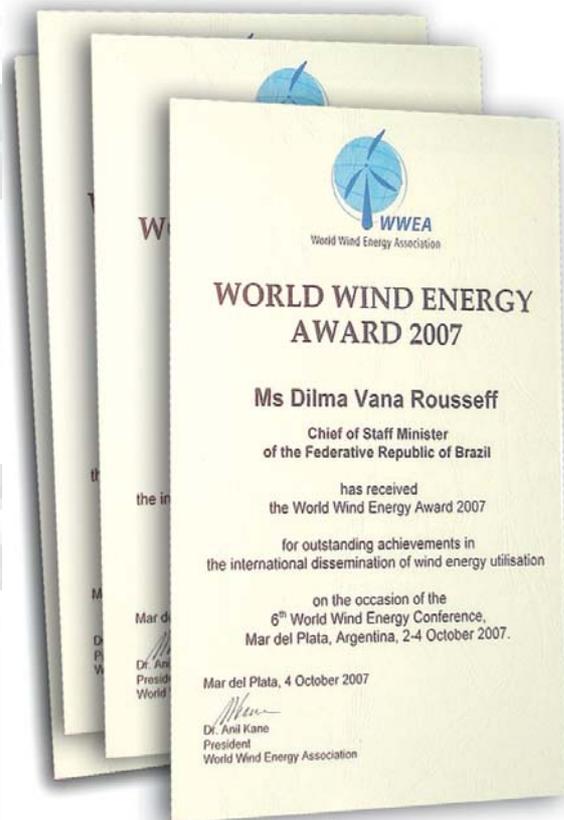
# Prêmio concedido pela *World Wind Energy Association* em 2007 é do Brasil

A Ministra Dilma Rousseff, que esteve impossibilitada de comparecer ao evento, o Diretor de Engenharia e presidente em exercício da ELETROBRÁS, Valter Cardeal, a Diretora do Departamento de Desenvolvimento Energético do MME, Laura Porto e o Coordenador do PROINFA na ELETROBRÁS, Sebastião Florentino, foram agraciados com o Prêmio concedido pela *World Wind Energy Association* (WWEA), edição 2007, pelos “*extraordinários resultados em fazer do Brasil o líder em energia eólica na América Latina*”.

O Prêmio foi entregue em cerimônia durante o encerramento da 6<sup>th</sup> *World Wind Energy Conference*, no dia 4 de outubro, em Mar Del Plata, Argentina e esta é uma notícia que certamente alegra a todos os que trabalham pelo desenvolvimento da energia eólica no Brasil. Num ano em que a energia eólica, mais um vez, apresenta taxas expressivas de crescimento em todo mundo, destacar-se neste cenário é motivo de orgulho para os brasileiros.

O otimismo foi a tônica da Conferência de Mar Del Plata. Recordes

de produção de energia, recordes de instalação de novos parques, quase todos os números referentes à energia eólica justificam este otimismo. O “quase” fica por conta da demanda extremamente aquecida não poder ser atendida de imediato pela capacidade instalada das fábricas. No curto prazo este é o problema que impede que os números sejam ainda mais exuberantes - 20 GW no mundo, somente em 2007. Como consequência, os custos também aumentam, afinal, as leis de mercado encontram-se em plena vigência. Mas nas conferências, nos debates e nas conversas nos momentos de confraternização, foi majoritária a opinião de que esta é uma restrição conjuntural. Os investimentos em ampliação de parques fabris e infra-estrutura apontam nesta direção.



A WWEA considera o PROINFA peça decisiva para a consolidação do Brasil como líder em energia eólica na América Latina. O PROINFA é o maior programa brasileiro de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica. Com ele, o MME e a ELETROBRÁS buscam, com afinco, soluções em nível nacional para o uso de fontes renováveis e têm incentivado o crescimento da indústria nacional. Desde a sua criação, contratos que agregam uma capacidade instalada total de 1423MW de energia eólica já foram assinados, com previsão de entrada em operação até dezembro de 2008. Atualmente, o Brasil tem uma capacidade instalada de 237MW, sendo que 208MW foram agregados pelo PROINFA, em 2006.

Parabéns aos agraciados. Parabéns ao Brasil.



Cerimônia de entrega do prêmio realizada durante o encerramento da VI *World Wind Energy Conference and Exhibition* - WVEC 2007.

Equipe CRESESB  
CEPEL / DTE  
crese@cepel.br

# Desenvolvimento Energético do MME presta contas

As competências do Departamento de Desenvolvimento Energético - DDE foram definidas no Regimento Interno da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético - SPE, do Ministério de Minas e Energia - MME. Dentre essas, destaca-se a gestão da inovação em energia, promovendo a prospecção e a captação de novas tecnologias, produtos e serviços de energia; a promoção e articulação estratégica para o desenvolvimento de energias alternativas e o levantamento das demandas de sustentabilidade ambiental nos estudos energéticos, tais como inventários e análise da viabilidade de empreendimentos.

O MME gerencia três programas de governo, dentro do Programa Plurianual 2004-2007. São eles: **Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia; Energia Alternativa Renovável; Eficiência Energética;** que buscam alternativas energéticas que proporcionem baixo custo de produção, inclusão social e respeito ao meio ambiente.

Com base nessas prerrogativas, desde 2002, o MME/DDE celebra Convênios de Cooperação Técnica e Financeira com objetivos aderentes aos programas desenvolvidos, junto a instituições que possuem capacitação para a execução do objeto proposto, verificada por meio da análise do histórico de atuação e a qualificação de seus profissionais. Consideram-se, também, aspectos de valorização de capacidades regionais de desenvolvimento, com vistas à diversificação das instituições, contribuindo para a replicação da produção científica e tecnológica para outras comunidades, além dos benefícios sociais necessários às regiões onde são desenvolvidos os projetos.

A celebração de Convênios é condicionada à disponibilidade de recursos orçamentários do MME, que é estabele-

cida por meio da Lei de Orçamento Anual-LOA, e dos Decretos a ela afetos. A carteira de projetos do DDE compreende 29 Convênios em todo o Brasil, investindo mais de R\$ 20 milhões de reais no desenvolvimento de novas tecnologias para incentivo à geração de energia a partir de fontes alternativas renováveis.

As prioridades futuras apontam para o fortalecimento institucional dos Centros Nacionais de Referência em Fontes Alternativas e Renováveis. Entende-se como fortalecimento institucional, principalmente, o apoio à obtenção, catalogação e difusão de informações relativas à produção de energia por meio de fontes alternativas e renováveis; bem como ações de caráter educativo ou demonstrativo, a exemplo dos projetos-piloto.

O desenvolvimento dos projetos é acompanhado de perto pelo DDE. Workshops, realizados periodicamente, permitem ampla divulgação e discussão dos resultados obtidos, que têm sido muito animadores.

Com a experiência dos Convênios já realizados, o DDE espera apoiar projetos que, além de coerentes com

os objetivos do Plano Nacional de Energia - PNE 2030 e o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica - PDEE 2006-2015, também promovam a sustentabilidade a longo prazo do mercado nacional de tecnologias de energia renovável. Isto se dará, sobretudo, mediante atuação institucional no âmbito do CT-ENERG, coordenado pelo MCT.

Dentro do universo das fontes e tecnologias promovidas no âmbito dos Convênios celebrados pelo MME/DDE, podemos destacar: Biogás, Biomassa, Eólica, Mini Centrais Hidroelétricas, Fotovoltaica e Óleos Vegetais.

Deve-se ressaltar que estes projetos têm como maior "cliente" o Programa Luz Para Todos (LPT). O LPT, até setembro de 2007, beneficiou quase 6,5 milhões de pessoas. As que ainda não foram contempladas, que, em geral, vivem em comunidades isoladas, são as que mais podem se beneficiar das energias renováveis.

Laura Porto  
Paulo Augusto Leonelli  
MME/SPE/DDE  
[pleonelli@mme.gov.br](mailto:pleonelli@mme.gov.br)



Exemplos de projetos apoiados pelo MME.

# Seminário discute o uso da energia solar para o desenvolvimento sustentável

A utilização da energia solar, por sua dispersão e disponibilidade, oferece graus de liberdade e uso descentralizado. Tais características permitem sua utilização próxima ao local de consumo, atendimento de comunidades não beneficiadas pelas redes elétricas convencionais e geração distribuída em centros urbanos.

Esta última aplicação, aliada ao aquecimento solar de água, oferece uma ferramenta estratégica para conservação de recursos primários, em particular em nosso país, água nas unidades de geração hidrelétrica. Soma-se a essas condições, a observação de que o setor solar possui uma das maiores taxas anuais de crescimento, de aproximadamente 40%, em nível mundial.

O aproveitamento da energia solar para o Brasil é estratégico. Em todo território nacional temos um dos maiores índices de insolação do mundo; temos conhecimento, competências reconhecidas, insumos e um parque industrial apto a produzir e a participar da liderança do mercado internacional com competitividade. Enfim, temos potencial solar, capacidade de produ-

ção e mercado consumidor, faltam-nos incentivos para sua utilização e desenvolvimento de equipamentos de geração de energia solar.

Numa iniciativa da Associação Brasileira das Empresas de Energias Renováveis (ABEER) e da União Nordestina dos Prefeitos (UNEP) realizou-se no dia 4 de dezembro de 2007, em Brasília, o Seminário "Energia Solar para o Desenvolvimento Sustentável" que foi um marco na discussão de políticas públicas para a inclusão de energias renováveis, como a solar térmica e fotovoltaica, na matriz energética do Brasil.

O Seminário reuniu diversas autoridades, presidentes de bancos de desenvolvimento, representantes de universidades, agências reguladoras, entidades ambientalistas, entidades setoriais em prol da criação de uma política regulatória de incentivo às energias renováveis no Brasil.

Ao final do Seminário elaborou-se uma carta com as seguintes proposições:

1- Estabelecer Políticas de Incentivo ao desenvolvimento industrial de

equipamentos e sistemas de conversão de energia solar produzidos no Brasil.

2- Promover a Energia Solar com incentivos estratégicos do governo, a exemplo do desenvolvimento do mercado de etanol e biodiesel.

3- Promover "Geração Distribuída" de eletricidade pela interligação de Sistemas Fotovoltaicos em unidades consumidoras de centros urbanos.

4- Promover a "Eficiência Energética" pelo aproveitamento da energia solar para aquecimento.

5- Promover a utilização de Sistemas Solares nas metas de universalização do acesso à energia em todo território nacional.

6- Promover a utilização da Energia Solar para incremento dos indicadores sociais, saneamento, abastecimento de água potável (eletricidade e dessalinização solar), através da difusão e implantação de sistemas fotovoltaicos de bombeamento, unidades de purificação de água, postos de saúde e escolas em localidades não atendidas com os serviços de distribuição de energia.

Pelo alto nível do público presente e pelas diversas demonstrações de apoio a ações para o desenvolvimento da energia solar ocorridas, espera-se que as proposições do Seminário possam se desdobrar em iniciativas concretas para permitir um maior aproveitamento desta fonte de energia limpa e renovável.



Representantes da ABEER e ABRAVA presentes no Seminário.

Antônio Granadeiro  
Fernando Cunha  
ABEER  
[abeer@abeer.org.br](mailto:abeer@abeer.org.br)

# INPE lança novo Atlas

A viabilização comercial da energia solar e sua inserção na política energética do país depende basicamente de dois importantes fatores: 1) disponibilidade de tecnologias competitivas de conversão e armazenamento da energia; e 2) disponibilidade de bases de dados confiáveis e consistentes sobre os recursos solares.

Os investidores do setor energético não dispõem de informações, nem de conhecimento com o embasamento científico necessário, sobre as opções em fontes renováveis de energia e, por conta disso, tende a evitar os riscos econômicos e financeiros associados ao desenvolvimento de projetos nessa área. No que concerne aos recursos solares, as informações necessárias são:

- a) o levantamento em alta resolução espacial do potencial energético solar;
- b) séries temporais de longa duração de dados de campo com resoluções temporais e espaciais adequadas à realização de estudos de incertezas e tendências;
- c) conhecimento sobre a variabilidade dessas fontes renováveis associada à fatores naturais e antrópicos.

O novo Atlas Brasileiro de Energia Solar vem contribuir para suprir essa segunda demanda. Lançado em dezembro de 2006, o Atlas é uma edição brochura, em papel couchê, a cores e bilíngüe e é dirigido prioritariamente ao leitor profissional da área de energia, mas busca atrair também o investidor no mercado nacional e internacional. Apresenta mapas coloridos de radiação solar incidente nas componentes global, difusa, direta, em um plano inclinado e da radiação PAR (radiação de interesse na área de biocombustíveis), na escala de resolução no solo de 10km x 10km, para todo o território brasileiro.

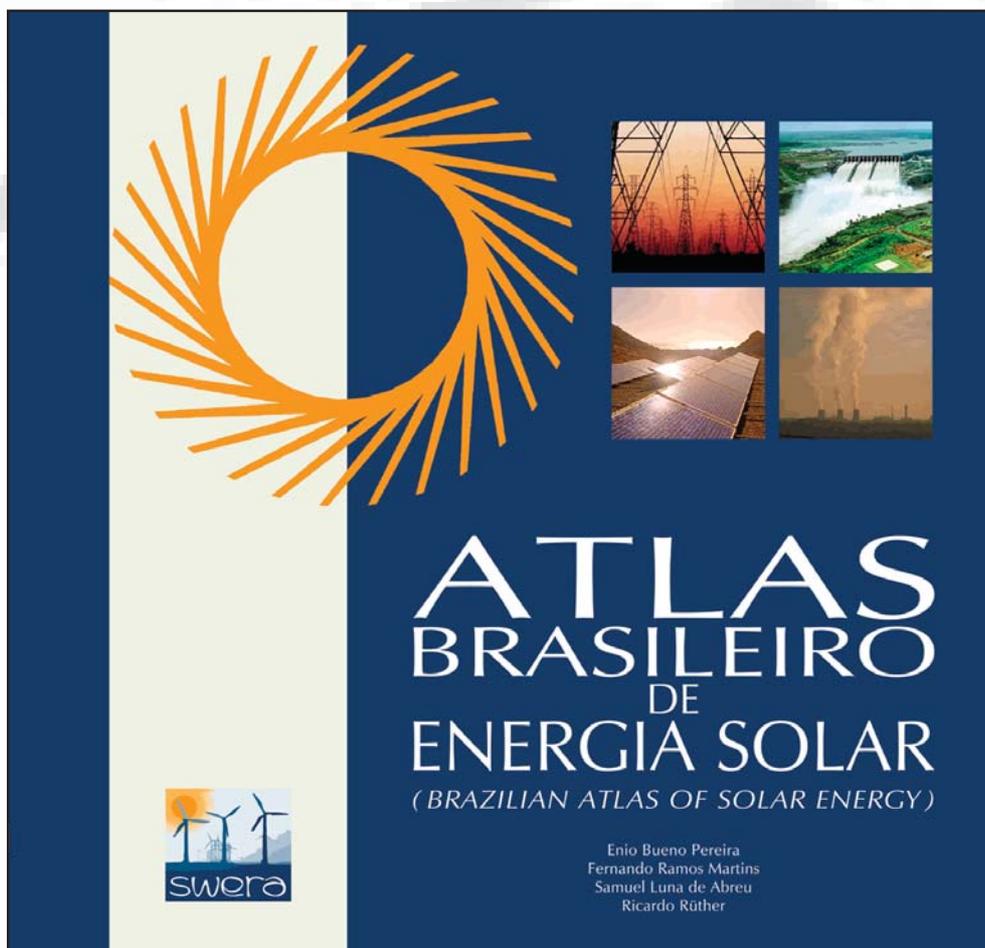
Além de apresentar a metodologia empregada para a

obtenção e validação dos dados de radiação e ilustrar os resultados graficamente, incorpora na sua contracapa um CD contendo toda a base de dados em formato compatível para utilização direta em *softwares* de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Os resultados são apresentados como médias anuais e médias sazonais das integrais diárias da irradiação solar das diversas componentes da irradiação, bem como a variabilidade associada a cada uma delas.

Os dados de radiação obtidos pelo modelo foram validados através do emprego de uma sólida base de dados de superfície da rede SONDA (<http://www.cptec.inpe.br/sonda/>) e de dados de mais de noventa e oito estações automáticas de coleta de dados operadas pelo CPTEC / INPE (<http://satellite.cptec.inpe.br/PCD/>), e apresentaram um viés relativo inferior a 7% em média e desvios quadráticos

médios relativos inferiores a 15% para a radiação global. Esses resultados indicam que as incertezas nos dados da soma diária de irradiação são tipicamente inferiores às obtidas por processos de interpolação/extrapolação de dados de superfície oriundos de estações de coleta afastadas entre si em mais de 30km.

O modelo de transferência radiativa empregado para o levantamento dos recursos de energia solar foi o BRASIL-SR, desenvolvido no CPTEC em parceria com a UFSC e com o GKSS da Alemanha. Trata-se de um modelo físico de transferência radiativa na atmosfera que tem como dados de entrada a cobertura efetiva de nuvens, obtida através de satélites meteorológicos (GOES, METEOSAT) e dados climatológicos para as outras variáveis ambientais. Os dados de entrada do modelo foram obtidos empregando-se uma base de dados de saté-



O novo Atlas Brasileiro de Energia Solar.

# Brasileiro de Energia Solar

lite de mais de dez anos, fornecida pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

Ao final do trabalho são apresentados gráficos de tendências para os potenciais recursos solares em cada uma das regiões do Brasil e é feita uma breve discussão de cenários de uso da energia solar para o país.

O Atlas, acompanhado do CD contendo os dados digitais em sua contracapa, foi distribuído a um grande número de bibliotecas de instituições de PD&I no Brasil e no exterior, empresas do setor de energia e pesquisadores e gerentes de pesquisa em geral.

Exemplares adicionais deste Atlas podem ser obtidos gratuitamente por meio de uma solicitação formal encaminhada aos seus autores ou ao próprio CPTEC / INPE, através do endereço eletrônico [sonda@cptec.inpe.br](mailto:sonda@cptec.inpe.br).

Esta publicação foi desenvolvida dentro do escopo do projeto SWERA (*Solar and Wind Energy Resource Assessment*), financiado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e co-financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF). O projeto, iniciado no ano de 2001, teve como foco principal promover o levantamento de uma base de dados confiável e de alta qualidade, visando auxiliar no planejamento e desenvolvimento de políticas públicas de incentivo a projetos nacionais de energias solar e eólica; e na iniciativa privada, atrair o capital de investimentos na área de energias renováveis. Os produtos do projeto SWERA incluem uma série de informações que se espera ser de grande utilidade dentro do contexto apre-

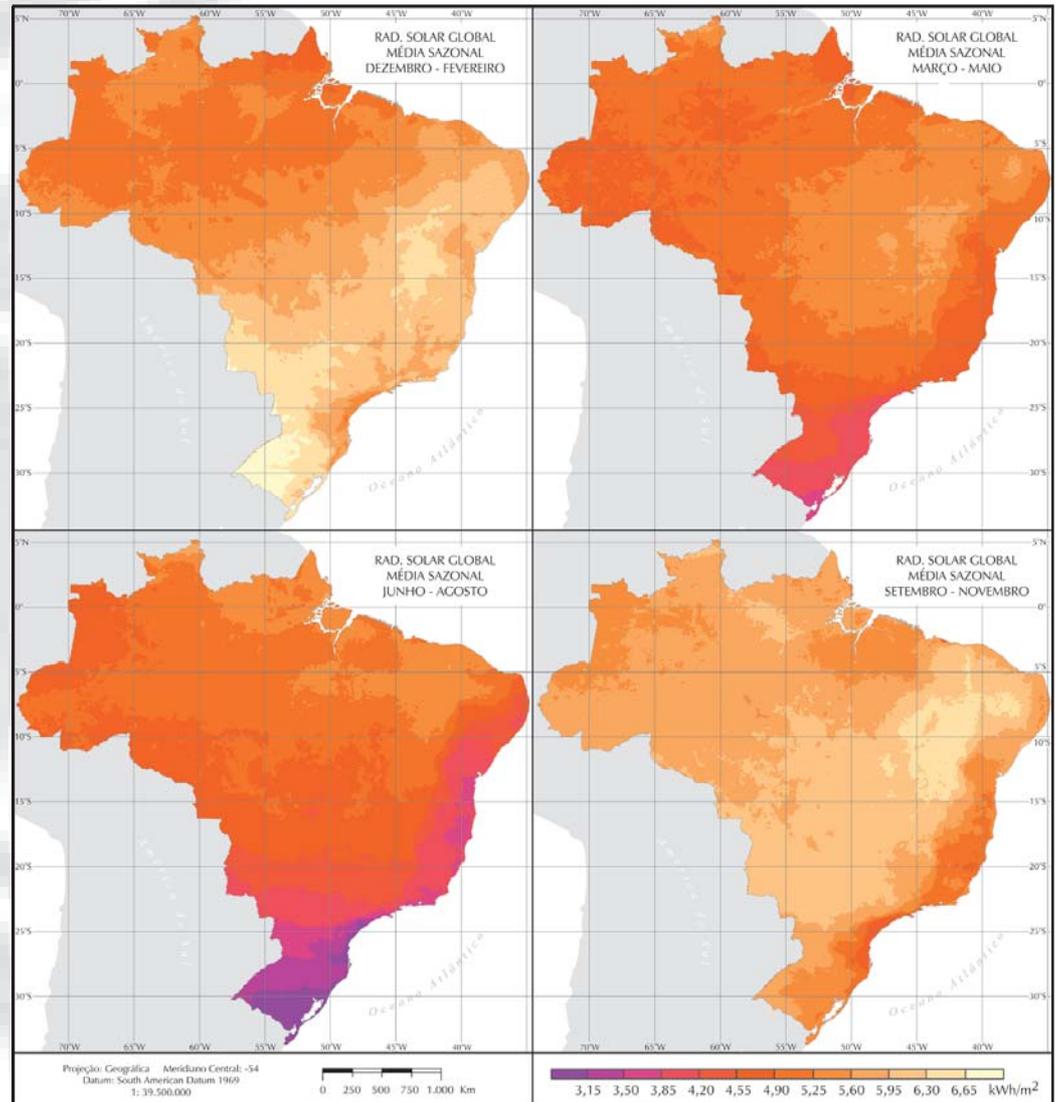
sentado. Abrangem desde mapas e dados digitais das diversas componentes da radiação solar e do vento até dados detalhados de infra-estrutura e parâmetros sócio-econômicos dos países participantes deste projeto-piloto. A base de dados é compatível com os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e, portanto, pode ser facilmente empregada em estudos de viabilidade econômica no desenvolvimento de projetos.

Os produtos voltados para a energia solar aplicados ao Brasil, protagonizados por esse Atlas, foram desenvolvidos através de uma parceria entre a DMA / CPTEC / INPE e o Laboratório de Engenharia de Processo de Conversão e Tecnologia de Ener-

gia da Universidade Federal de Santa Catarina (LEPTEN / UFSC) - antigo LABSOLAR, fazendo uso do modelo de transferência radiativa BRASILSR e de uma base georeferenciada de dados ambientais e sócio-econômicos, disponibilizados por diversos parceiros nacionais e internacionais e de distribuição gratuita.

O acesso à base de dados e produtos gerados pelo projeto SWERA estão disponíveis para acesso público em <http://swera.unep.net/>.

Enio Bueno Pereira  
Divisão de Clima e Meio Ambiente  
Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) / INPE  
[eniobp@cptec.inpe.br](mailto:eniobp@cptec.inpe.br)



Mapas de médias sazonais da irradiação global diária.

# CEMIG desenvolve projeto de Usina Utilizando Concentradores

A geração distribuída (GD) tem recebido atenções especiais de vários países, que a enxergam como uma grande alternativa para o fornecimento de energia para localidades isoladas. Por outro lado, a alta demanda mundial por energia renovável, tem colocado a energia solar no centro das discussões. Além disso, a grande experiência de centros de pesquisas e empresas acumulada na utilização dessa fonte e o alto nível de incidência de radiação solar no território brasileiro, torna esse recurso fundamental para o setor energético nacional.

Uma das mais promissoras aplicações da Geração Distribuída e da energia renovável para a geração de energia elétrica no mundo tem sido a utilização de concentradores solares cilíndrico-parabólicos. No estado da Califórnia (EUA) encontra-se a maior capacidade termelétrica solar do planeta, com um total de 354MW, utilizando a tecnologia SEGS - *Solar Electric Generating System*.

Para melhor avaliar essa tecnologia, a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) e o CEFET-MG (Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais) firmaram um Convênio para a realização de um projeto experimental, dentro do Programa de P&D do Setor Elétrico da ANEEL, com o principal objetivo de projetar, construir e operar uma mini-usina termelétrica solar experimental, da ordem de 10kWp. Será determinado seu desempenho dentro de um sistema elétrico interligado ou operando em comunidades isoladas, visando definir a viabilidade dessa tecnologia como fonte de geração distribuída para eventual utilização no parque gerador da CEMIG.

**Concentradores solares cilíndrico-parabólicos** - Em muitas aplicações térmicas da energia solar, principalmente para os ciclos termoelétricos,

são necessárias temperaturas de trabalho mais elevadas do que as normalmente fornecidas por coletores solares planos. Essas temperaturas podem ser obtidas nos chamados coletores solares concentradores. Esses coletores têm seu funcionamento baseado na refração ou reflexão dos raios solares que incidem na superfície de lentes convexas ou num material de alta refletividade, geralmente espelhos, e são concentrados em um absorvedor central linear ou pontual, de área menor que a área da lente ou dos espelhos (área refletora).



Montagem dos concentradores cilíndrico-parabólicos.

Essa radiação, concentrada sobre o absorvedor, provoca um grande aumento da temperatura de um fluido (contido no interior de um tubo), sendo esse calor, então, usado em um ciclo termodinâmico para geração de vapor e de eletricidade. Os tipos de concentradores mais conhecidos são os discos parabólicos, os heliostatos com torre central e os concentradores cilíndrico-parabólicos.

No projeto serão utilizados os chamados concentradores cilíndrico-parabólicos, que são mecanismos com formato cilíndrico e área de abertura com uma superfície de seção parabólica, que tem por objetivo refletir sobre o absorvedor, constituído por uma superfície tubular situada ao longo da linha focal da parábola, toda a radiação solar incidente na área de abertura.

Quando a relação entre a área da superfície refletora e a área da superfície absorvedora, denominada fator de concentração (FC), é elevada, somente a componente direta da radiação solar global tem utilização efetiva. Conseqüentemente, para avaliar o potencial energético disponível para a utilização de concentradores solares, é fundamental conhecer os níveis dessa componente da radiação.

O desafio do projeto é a introdução de novas concepções em tecnologias, utilizando, ao máximo, equipamentos e materiais disponíveis no mercado nacional, seja através de aquisição ou de fabricação.

Uma das características mais importantes é o uso de alumínio de alta refletância, ao invés de espelhos, e a adoção de um novo sistema de rastreamento, passível de processo de patenteamento. No Brasil não existe, até o momento, nenhuma instalação dessa natureza.

Na análise do comportamento do sistema montado, verifica-se que ele pode complementar o sistema elétrico interligado, visando o abastecimento energético de uma unidade isolada (*"stand-alone"*). Também está sendo avaliada a produção de energia residual proveniente desse sistema, como o calor liberado para co-geração ou para outros processos térmicos, como refrigeração solar.

A usina está montada dentro das dependências do Campus do CEFET-MG, em Belo Horizonte e conta com a participação de professores e estagiários da instituição, além de consultores especializados. Após os testes finais, a unidade será doada a essa instituição, para servir de laboratório de energia solar térmica.

**Funcionamento da usina** - Diante da limitação imposta pelo terreno e visando adequar o orçamento disponível, optou-se por fazer a captação de

# Termelétrica Solar Experimental Cilíndrico-Parabólicos

energia solar correspondente a 15% do total requerido para gerar 10kW elétricos. O sistema trabalhará acoplado a uma caldeira a óleo combustível já existente, completando o restante. A usina será constituída por 2 circuitos:

- Circuito Primário: constituído pelos espelhos concentradores parabólicos de alumínio polido especial que captam a energia para aquecimento do fluido térmico e sistema de fluido térmico. Os principais componentes são o sistema de fluido térmico fase líquida, o gerador solar de vapor, tanque de expansão do fluido térmico, sistema de bombeamento, tanque de dreno e um sistema de controle de pressão, vazão e temperatura do fluido térmico.

- Circuito Secundário: recebe o vapor dos concentradores e o complementa com a geração de vapor através de uma caldeira convencional a óleo combustível, que vai suprir o acionamento da turbina. É composto pelo gerador elétrico, turbina a vapor saturado, condensador a ar, gerador de vapor e desaerador.

O fluido térmico contido no absorvedor, após ser aquecido pela radiação solar proveniente dos concentradores solares a uma temperatura de cerca de 280°C, passa através de um trocador de calor. Esse trocador de calor é, na verdade, um gerador de vapor, alimentado com água a 70°C e que pode produzir até 250 kg/h de vapor saturado à 10,6 kgf/cm<sup>2</sup>(abs). Essa quantidade de vapor, porém, não será suficiente para alimentar a turbina, sendo necessário operar em paralelo com uma caldeira que queima óleo combustível. Essa caldeira deverá ser substituída por outra que queimará gás natural.

A turbina descarrega o vapor em um condensador que é resfriado por ar circulante, onde o condensado deixa o condensador à 70°C. O condensado é, então, bombeado para o tanque desaerador onde ocorre a reposição de água e tratamento da água de alimentação dos geradores de vapor.

**Conclusões** - O término da 1ª etapa da usina (conjunto concentradores/



Vista dos concentradores cilíndrico-parabólicos.

rastreadores e sistema de circulação de óleo) está previsto para o final de 2007. Devido à característica pioneira do projeto, desafios tecnológicos e adequação orçamentária tiveram que ser superados. A cada passo da execução também ocorreram problemas, que foram solucionados a partir de testes e aperfeiçoamentos de modo iterativo. Assim, o projeto sofreu atrasos consideráveis, mas dentro do esperado em qualquer projeto pioneiro.

Essa tecnologia permitirá - além da geração de energia elétrica - a obtenção de calor e frio (na forma de refrigeração) para outras aplicações. Nas indústrias de alimentos, o calor necessário para os processos industriais, é feito em sua grande maioria em médias temperaturas (na faixa dos 80-120°C), permitindo o uso dessa tecnologia de forma direta. Para as pequenas propriedades e comunidades rurais mais distantes dos centros econômicos urbanos, essa flexibilidade de produzir eletricidade e calor (ou frio) é de grande utilidade para alavancar o desenvolvimento econômico das mesmas, pois permite gerar, de forma descentralizada, a energia que necessitam; ao mesmo tempo, é possível economizar recursos financeiros, necessários à expansão das redes.

Por ser modular, essa tecnologia facilita enormemente sua difusão em áreas isoladas e em comunidades carentes de energia elétrica. Evitará custos decorrentes de ampliação em redes de distribuição e do alívio de cargas das mesmas. Uma vantagem adicional será a redução do impacto ambiental, pois se trata de uma fonte de energia renovável e de relativa facilidade de obtenção de *know-how*, tão logo os problemas encontrados durante seu desenvolvimento sejam equacionados. A absorção tecnológica também impactará na sua facilidade operacional.

Para que esta tecnologia adquira a necessária maturidade para o seu ingresso na fase comercial, está sendo avaliada a instalação, em caráter piloto, de uma nova unidade de maior porte, utilizando essa mesma tecnologia, juntamente com universidades e centro de pesquisas de concessionárias de energia elétrica no Brasil. Dessa forma, a absorção tecnológica será gradativa e baseada em fundamentos técnicos mais sólidos, visando a utilização racional dos recursos financeiros e humanos.

José Poluceno Braga - CEFET-MG  
Alexandre Heringer Lisboa - CEMIG  
ahlisboa@cemig.com.br

# I Congresso Brasileiro de Energia Solar reúne especialistas da área

O I Congresso Brasileiro de Energia Solar - I CBENS foi realizado entre os dias 8 e 11 de abril de 2007 na cidade de Fortaleza e teve como objetivo reunir e consolidar, no âmbito da ABENS, a comunidade científica que desenvolve atividades no campo da ciência e tecnologia solar no Brasil, além de agrupar, em torno dela, o conjunto das atividades que o país desenvolve em relação a essa tecnologia.

Entidades como ELETROBRAS, PETROBRAS, CHESF, CRESESB/CEPEL, FUNCAP, CAPES, Prefeitura de Fortaleza, Governo do Estado de Ceará, CENEA, Instituto Xingó, IDER, BRASELCO, Konrad Adenauer Stiftung, entre outras, contribuíram para a viabilização do Congresso. Cabe destacar o pronto apoio do CRESESB/CEPEL que, graças à sua ação diligente, permitiu aos organizadores do Congresso contar com os recursos iniciais para a realização do I CBENS.

Nomes importantes da pesquisa em tecnologia solar participaram como palestrantes convidados, o Prof. Isaac Pilatovsky, da Universidade Nacional Autônoma do México, o Prof. Farinha Mendes do INETI-Lisboa, Portugal e o Prof. Jeffrey Gordon, da Universidade de Ben-Gurion - Negev, Israel. Os mes-

mos contribuíram na discussão de temas estratégicos como refrigeração solar, centrais termo-solares e concentração fotovoltaica.

O I CBENS foi realizado sob coordenação executiva do Prof. Paulo Carvalho. O processo de revisão dos trabalhos foi realizado por um conjunto de pesquisadores de vários estados, sob a coordenação científica do Prof. Arno Krenzinger. A chamada para apresentação de trabalhos teve uma expressiva resposta por parte de pesquisadores, técnicos e profissionais, com 220 resumos submetidos, que resultaram em 147 trabalhos completos, dos quais 129 foram aceitos para publicação nos anais. Uma parte importante desses trabalhos foi desenvolvida com a participação de alunos de pós-graduação que vêm elaborando dissertações de mestrado e teses de doutorado nos diversos cursos de pós-graduação em que a tecnologia solar está inserida.

O Congresso contou com a presença de pesquisadores, estudantes, autoridades municipais e estaduais, representantes de empresas e instituições, profissionais, fabricantes de equipamentos de tecnologia solar e amigos dessa tecnologia. Foram 415

*O II CBENS será realizado de 18 a 21 de novembro de 2008 em Florianópolis-SC, juntamente com a III Conferência Regional Latino-Americana da ISES. Maiores informações disponíveis em [www.cbens-crlises.com.br](http://www.cbens-crlises.com.br).*

pessoas inscritas para participação, com ampla representação nacional. Entretanto, o maior êxito obtido no Congresso foi expresso pela participação massiva dos estudantes de graduação e pós-graduação.

O I CBENS habilita pela primeira vez no Brasil, um espaço específico para publicação e difusão de trabalhos vinculados à ciência e tecnologia solar. O Congresso é uma forma de vencer as dificuldades que os pesquisadores jovens enfrentam para fazer conhecer suas pesquisas e interagir com outros pesquisadores em relação ao conteúdo de seus trabalhos.

O reflexo de encontros como este sobre as atividades de pós-graduação no campo da energia solar deverá ser altamente positivo, com a atração de novos pesquisadores, a criação de áreas temáticas de contornos mais claros para a inserção de suas pesquisas e uma melhor definição dos espaços institucionais.

Avançar na direção desses propósitos é essencial para a construção da infra-estrutura material e o desenvolvimento de recursos humanos, adequados para enfrentar os desafios que o futuro imediato nos depara. Precisamos aumentar o número de pessoas dedicadas à ciência solar, assim como das instalações experimentais. Devemos criar as oportunidades para implantar no Brasil grandes sistemas térmicos e fotovoltaicos. As circunstâncias não podem ser melhores.

Naum Fraidenaich  
Olga C. Vilela  
UFPE  
[ocv@ufpe.br](mailto:ocv@ufpe.br)



Cerimônia de abertura do I Congresso Brasileiro de Energia Solar.

# Seminário discute a Normatização de Projetos Eólicos no Brasil

A indústria de energia eólica continua sendo uma das que mais cresce no mundo. Em 2006 cresceu 32%, movimentando mais de 9 bilhões de euros. Foram mais de 15000MW de turbinas eólicas instaladas em 2006, sendo que 208MW apenas no Brasil. Novas máquinas estão sendo desenvolvidas a cada ano, com potências que já ultrapassam os 5MW e 120 metros de diâmetro do rotor. Locais antes inacessíveis para energia eólica - como picos de montanhas, dunas e no mar - agora são ótimas opções; porém, toda esta evolução requer uma constante avaliação de parâmetros de projeto, normas e processos de certificação.

Até 2009, o Brasil deverá ter mais de 1000 turbinas eólicas em operação, totalizando cerca de 1400MW de capacidade instalada.

Nos projetos contratados pelo PROINFA estão sendo utilizadas tanto máquinas fabricadas no Brasil, quanto turbinas eólicas importadas. Porém, todas elas devem

apresentar documentos de certificação, emitidos por agências credenciadas, atestando a qualidade e desempenho para as condições de vento locais. Hoje, a norma IEC61.400 - *Wind Turbines* é adotada internacionalmente para projetar, testar e certificar turbinas eólicas.

Em 2005, a ELETROBRÁS, que além de ser grande fomentadora de normas técnicas no Brasil é, também, o maior cliente de energia eólica nacional, solicitou ao Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações - COBEI a criação de uma Comissão de Estudos para desenvolver as normas brasileiras no setor de energia eólica. A Comissão de Estudos CE 003:88.01 - Turbinas para Geração Eólica, foi criada em 28 de novembro de 2005, e o COBEI, que é o representante da IEC no Brasil, re-

comendou que a mesma desenvolvesse as normas brasileiras baseadas na IEC61.400.

A CE 003:88.01 iniciou o trabalho com a tradução e revisão da norma "IEC 61.400-1 *Design Requirements*" e, após cerca de 16 meses de trabalho, uma versão da nova norma, que deverá se chamar "NBR61400-1 Requisitos de Projeto", ficou pronta. Esta Comissão, que é coordenada pelo Dr. Alexandre de Lemos Pereira, pesquisador da USP, e secretariada pelo En-

Especialistas nacionais e internacionais envolvidos com questões relativas às normas aplicadas a projetos de turbinas eólicas discutiram o tema, apresentando ao público presente aspectos das normas internacionais, a importância e a necessidade das mesmas, sua evolução, processos de certificação e aplicações. Também palestraram profissionais das empresas fornecedoras de máquinas, empreendedores da área de energia eólica e especialistas na área de comercialização de energia.

O evento contou com cerca de 100 participantes, incluindo profissionais de concessionárias de energia elétrica, de agências reguladoras, da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, de fabricantes de componentes eletro/eletrônicos, empresas de consultoria e engenharia, bancos, secretarias municipais e estaduais de energia, professores e pesquisadores de Universidades.

A CE 003:88.01 aproveitou a oportunidade pa-

ra divulgar seu trabalho e anunciar que a primeira parte da norma brasileira de energia eólica será disponibilizada em breve para consulta nacional e lançada oficialmente pela ABNT. Ao mesmo tempo, a Comissão de Estudos CE 003:88.01 informou que está iniciando os trabalhos de revisão simultânea das normas IEC61.400-21 sobre medição e avaliação das características de qualidade de potência de turbinas eólicas conectadas à rede elétrica e IEC61.400-12 sobre medição da curva de potência de turbinas eólicas.

Maiores informações sobre este Seminário poderão ser obtidas através do E-mail [eliane@pea.usp.br](mailto:eliane@pea.usp.br).



Palestra de Jens Peter Molly realizada durante o Seminário.

genheiro Guilherme Camargo Rodrigues, da Divisão de Normas e Qualidade da ELETROBRÁS, teve a participação de várias instituições públicas e privadas, fabricantes de turbinas eólicas e fornecedores de equipamentos, tais como, ELETROBRÁS, CHESF, CBEE, CEPEL, ELETROSUL, WEG, TECSIS, BRASELCO, CEMIG, PETROBRÁS, SCHULER, WOBEN WINDPOWER, SAELPA IMPSA WIND e SIEMENS.

O I Seminário de Normatização de Projetos Eólicos, realizado nos dias 4 e 5 de junho na USP, discutiu a situação, necessidades, iniciativas e experiências na área de normatização de turbinas eólicas e projetos eólicos. A organização do Seminário foi do Núcleo de Energia Renovável (NER) do Grupo de Energia da Escola Politécnica da USP e da ELETROBRÁS.

Alexandre de Lemos Pereira  
Eliane A. F. Amaral Fadigas  
USP / POLI / GEPEA  
[eliane@pea.usp.br](mailto:eliane@pea.usp.br)

# Complementaridade entre os ventos do sul e do nordeste brasileiros

CEPEL está iniciando um estudo para verificar se existe complementaridade entre os ventos das regiões sul e nordeste. Inicialmente, os trabalhos estão sendo realizados com base em três séries anuais de dados de vento de localidades promissoras em cada região, próximas ao litoral. Posteriormente, serão utilizadas séries mais longas, obtidas do CPTEC / INPE, em regiões próximas ao Rio São Francisco. Os resultados preliminares, obtidos com essas séries, já indicam que há uma complementaridade entre os regimes de ventos das duas regiões. Se aproveitada para a geração de energia elétrica, através de usinas eólicas de grande porte nas duas regiões, poderia funcionar como um sistema regulador de nível das bacias do país. Os gráficos ao lado apresentam o perfil do comportamento dos ventos nas regiões sul e nordeste.

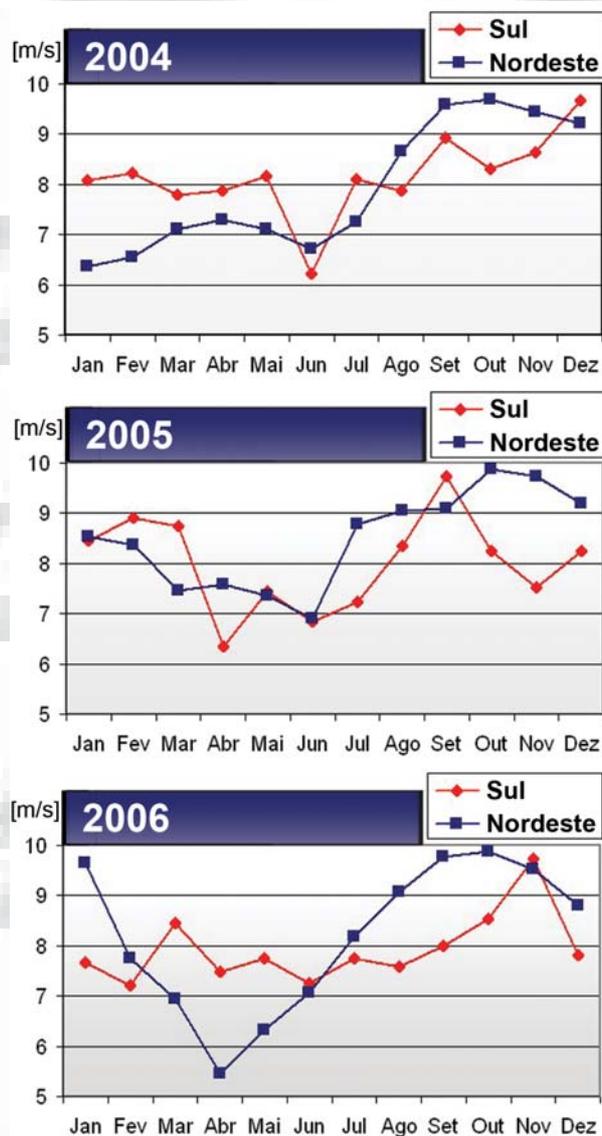
Durante a análise, percebe-se que, no primeiro semestre de cada ano, os ventos do sul são mais intensos do que os do nordeste e que esse fato se inverte durante grande período no segundo semestre. Os ventos do sul, além de apresentarem capacidade para proporcionar uma quantidade significativa de energia elétrica para complementar as usinas hidroelétricas e suprir a demanda, poderiam gerar um excedente de energia para exportação, através do sistema elétrico interligado.

A mesma quantidade de energia importada pela região nordeste poderia deixar de ser produzida na mesma, evitando o esvaziamento excessivo das bacias do rio São Francisco. Desse modo, essas bacias iniciariam a época da seca com maior volume de água em seus reservatórios. No segundo semestre, quando os ventos do nordeste são um pouco mais intensos do que os do sul, usinas eólicas de grande porte, associadas às usinas hidroelétricas da região nordeste, poderiam produzir energia suficiente para complementar a sua demanda, podendo até gerar algum excedente de energia para exportação. Além disso, ainda teriam água suficiente em suas bacias para o consumo humano e para a irrigação.

Alguns poderão questionar “mas onde despachar potências tão elevadas?”. É óbvio que essa questão também precisa ser cuidadosamente estudada. Para o nordeste, o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro indica que existem ventos promissores nas adjacências das usinas hidroelétricas do rio São Francisco. Portanto, no período da seca, as subestações dessas usinas teriam folga para absorver a energia produzida por usinas eólicas instaladas ao seu redor. Na região sul, a solução também não é complexa tendo em vista que existem vários pontos de conexão à rede elétrica com grande capacidade de absorção de energia.

Considerando as características técnicas da Usina de Sobradinho, cada MWh gerado com energia eólica equivaleria a deixar depositado em seu reservatório cerca de 14,4 milhões de litros de água. Assim, se fossem instalados dois aerogeradores de 2MW, um em uma região promissora do nordeste e outro em uma região promissora do sul, seria evitado o consumo de aproximadamente 440 milhões de litros de água por dia no reservatório da usina de Sobradinho, o que equivale a atender cerca de 2,2 milhões de famílias com consumo médio diário de 200 litros.

Portanto, o aproveitamento do comportamento dos ventos nas regiões sul e nordeste, além de poder atuar como elemento regulador de vazão de bacias,



Comportamento dos ventos nas regiões sul e nordeste.

poderia atenuar o sofrimento de nossos irmãos do nordeste, nos períodos da seca. Esse fato, associado a outros mecanismos de desenvolvimento econômico, poderia estimular a permanência do nordestino em sua região para geração de riqueza local. A natureza também agradeceria pois, na época da seca, não seria necessário utilizar usinas térmicas para complementar a necessidade energética, deixando-se de lançar gases tóxicos na atmosfera.

Antônio Leite de Sá  
CEPEL / DTE  
alsa@cepel.br

# Projeto do Centro de Informações do CRESESB ganha Prêmio PROCEL 2007

O Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (Prêmio PROCEL), concedido pelo Ministério de Minas e Energia, é uma forma de reconhecimento público ao empenho e aos resultados obtidos pelos diversos agentes que atuam no combate ao desperdício de energia.

O Prêmio é concedido anualmente a várias categorias, incluindo Edificações, na qual são avaliados os melhores projetos de arquitetura de todo o país, considerando a escolha de materiais que reduzem o consumo de energia, uso máximo da iluminação natural, alternativas naturais de captação de energia, posicionamento da edificação em função da rota solar e etc.

O projeto do Centro de Informações do CRESESB, vencedor em 2007, foi desenvolvido pela equipe do Laboratório de Conservação de Energia e Conforto Ambiental da Universidade Federal Fluminense (LabCECA/UFF) composta pelas arquitetas Estefânia Mello e Lana Carmona e pela estudante Carla Rosa, sob a coordenação da professora e também arquiteta Louise Lomardo.

O edifício foi concebido com o objetivo de demonstrar os modos eficientes de utilização de energia, principalmente de fontes alternativas. Um espaço aberto ao público, destinado a aplicar e difundir tecnologias alternativas, além de apresentar de que forma a arquitetura influencia no uso da energia, garantindo, principalmente, o conforto higrotérmico, acústico,



lumínico e a qualidade do ar, e empregando pouco insumo energético.

A construção e operação do Centro de Informações do CRESESB visa promover, com maior eficiência, atividades de treinamento e divulgação técnico-científica e, ao mesmo tempo, ampliar o efeito de demonstração já conseguido com a Casa Solar Efi-

ciente nos seus 10 anos de funcionamento.

O prédio será construído no terreno do CEPEL, próximo à Casa Solar. Adotando critérios de bioarquitetura, o edifício apresenta linhas arquitetônicas diferenciadas, com soluções criativas para a integração do sistema solar fotovoltaico conectado à rede da edificação (BIPV - *Building Integrated Photovoltaics*) com a arquitetura, garantindo condições ótimas de funcionamento, quanto à orientação e inclinação. Conterá com espaços para exposição, sala de aula, escritórios e sala de estudos.

Foram utilizadas no projeto diversas tecnologias construtivas com o objetivo de tornar a edificação mais sustentável, seja do ponto de vista energético ou ambiental, como iluminação eficiente, cobertura e fachada verdes, ventilação cruzada, laje e parede com colchão de ar, reutilização das águas de chuva, equipamentos de economia de água, proteção solar das esquadrias e painéis fotovoltaicos.

O projeto executivo do Centro de Informações do CRESESB está concluído e atualmente o prédio encontra-se em fase de licitação para a sua construção. A equipe do CRESESB/CEPEL estima a conclusão da obra para o final de 2008. Enquanto isso, o prédio pode ser "visitado" na versão 3D que se encontra na página do CRESESB disponível nos endereços <http://www.cepel.br/cresesb> ou <http://www.cresesb.cepel.br>.

A conquista do Prêmio PROCEL em 2007 é um reconhecimento do empenho de toda a equipe para a elaboração de um projeto eficiente e adequado aos objetivos da instituição e também um sinal de que estamos no caminho certo.



A equipe vencedora durante cerimônia de premiação.

Louise Lomardo  
Estefânia Mello  
UFF / LABCECA  
[estefania@predialnet.com.br](mailto:estefania@predialnet.com.br)

# Veículos Elétricos

**7**endo em vista que a tração dos veículos se caracteriza por um regime em que tanto o torque quanto as rotações variam continuamente, o motor elétrico é o mais apropriado para fazer o seu acionamento. Além disso, um veículo elétrico só demanda energia quando ele se desloca, é facilmente controlável, não emite gás, é silencioso, tem uma aceleração suave, baixa vibração, vida elevada e necessita de pouca manutenção. A dificuldade, naturalmente, está na busca de soluções para armazenar a energia.

Não obstante, até o início do século XX, quando a era automobilística começava, eram vendidos mais veículos elétricos (VE) que os acionados por motores de combustão interna (m.c.i.). No museu da LIGHT há um caminhão elétrico fabricado em 1907 que era usado regularmente na manutenção da rede da concessionária. Esta concessionária operou, até os anos 20, uma linha de ônibus elétricos a bateria que circulava subindo e descendo a Av. Rio Branco, no Rio de Janeiro.

Apesar das vantagens, o acionamento elétrico não conseguiu competir, na prática, com o feito por m.c.i. que pode ser abastecido em poucos minutos e tem uma autonomia elevada. Para tanto, porém, foi preciso desenvolver soluções mecânicas para conciliar o torque e rotação muito variados com um tipo de motor que só opera a partir de uma rotação mínima e que, para ser eficiente e emitir um mínimo, deve operar com rotação e carga constantes. Curiosamente foi o uso de um motor elétrico - para o arranque - que marcou o fim dos VE, pois tirou o grande desconforto de ter que ligar os carros com m.c.i. "no braço". Assim, o grande desafio da engenharia automotiva, ao longo de mais de cem anos, tem sido o de dar aos carros com m.c.i. as características inatas dos VE, com sistemas de embreagem, de câmbio, melhoria dos combustíveis e, nos últimos anos, com o uso de sistemas eletrônicos de controle para comandar a ignição e injeção de combustíveis.

O VE ficou restrito a usos "fora de estrada" em "karts" de golf e veículos (normalmente pequenos) para circulação em ambiente fechado, onde as emissões são proibidas. Não houve incentivo para melhorar as baterias, que continuaram a usar a tecnologia chumbo-ácida, criada no século XIX. Os poucos avanços no século XIX foram focados nas baterias para arranque dos carros.

Nos anos 90, no entanto, questões ambientais fizeram renascer o interesse pelos VE para reduzir as emissões urbanas. Na França, o governo estimulou as montadoras a projetarem VE usando seu poder de compra. Na Califórnia, uma lei dessa época estabeleceu que uma percentagem crescente dos novos carros vendidos naquele estado fossem elétricos ("emissão zero").

Os VE desta geração incorporaram diversos avanços técnicos. Usaram, por exemplo, baterias mais leves e com maior capacidade que as chumbo-ácidas, aproveitando desenvolvimentos feitos para atender os telefones celulares e os *laptops*. Incorporaram, também, freios regenerativos; ao frear, um comando transforma o motor em gerador, que oferece a resistência mecânica, que pára o veículo ao mesmo tempo que estoca, nas baterias, a energia elétrica gerada, para uso posterior.

Como consequência, várias montadoras desenvolveram modelos de VE a bateria. Embora mais caros que os convencionais, a diferença de investimento se pagava no tempo com a economia com os gastos de energia. O EV1 da GM, sedã para cinco passageiros, por exemplo, usava 16 kWh para percorrer 100 km no trânsito urbano. Aos preços do RJ de hoje, um veículo convencional gastaria R\$ 25 de gasolina, enquanto um veículo elétrico para percorrer a mesma distância gastaria R\$8. Este carro e outros de sua geração, como o RAV-4, utilitário da Toyota, venderam aquém das expectativas pois os consumidores, em geral, ainda não se conformavam com a autonomia (100 a 150 km) e o tempo elevado para abastecimento (6 a 8 horas para carregar).

Mais ou menos na mesma época, atendendo a um incentivo de pesquisa do governo federal dos EUA, surgiram duas novidades em matéria de veículos elétricos: Veículos Elétricos a Célula a Combustível (VECaC) e Veículos

Elétricos Híbrido (VEH). No VECaC, usa-se um dispositivo eletro-químico que produz corrente elétrica, a partir da reação química do hidrogênio com oxigênio para formar a água. No VEH, a energia elétrica é suprida por um gerador convencional instalado a bordo.

O uso veicular das células a combustível vem sendo testado em várias experiências, inclusive no Brasil, e teve um grande impulso em 2003 quando a administração Bush elegeu esta como uma alternativa tecnológica para os EUA reduzirem as emissões de gases de efeito estufa sem assinar o Protocolo de Kyoto. O uso massificado desta tecnologia continua dependendo de uma evolução que torne as células baratas e confiáveis. Além disso, como o hidrogênio não existe livre na natureza, é preciso encontrar soluções para produzir, distribuir e estocar o volátil gás. Depois de uma onda de otimismo, especialistas divergem muito quanto ao tempo que será preciso para resolver todos os problemas, indo as estimativas de alguns anos a algumas décadas.

A vantagem do VEH é que se trata, na verdade, de uma nova arquitetura que reúne equipamentos e tecnologias dominadas. Os primeiros VEH foram fabricados ainda no século XIX. Às vantagens do VE a bateria, acrescenta-se que nele o m.c.i. é projetado para operar apenas nas condições de torque e rotação ótimas, o que garante economia de combustível e baixa emissão. O VEH resolve, ainda, os problemas da autonomia e do tempo de carga dos VE a bateria e compete diretamente com os veículos convencionais.

Lançado pela Toyota, em 1998, no mercado japonês, o VEH modelo Prius (inicialmente baseado no Corolla) caiu rapidamente no gosto dos consumidores dos EUA e Europa e vem se firmando como uma alternativa real aos carros convencionais. Embora mais caro que um carro convencional equiva-

# estão de volta?

lente, o investimento inicial mais elevado é compensado pela economia com combustível, cujos preços não param de crescer desde que foram lançados no mercado. Na avaliação do Departamento de Energia dos EUA (DoE), os oito carros mais eficientes (com menor consumo por distância), oferecidos à venda no mercado norte-americano, são VEHs. O último modelo de Prius, por exemplo, tem uma performance de 21 km/l.

Hoje há cerca de 1 milhão de VEH circulando e as vendas, em 2007, devem atingir 500 mil veículos, cerca de 1% do total de veículos vendidos no mundo. Nos últimos anos, todas as grandes montadoras lançaram ou anunciaram o lançamento de novos modelos de híbridos, uma verdadeira explosão de oferta.

Esta expansão tem estimulado avanços nas tecnologias das baterias o que, por sua vez, está trazendo para o mercado uma nova geração de VE a bateria, inclusive de duas rodas e triciclos. Nos

EUA, carros elétricos de pequeno porte estão autorizados a trafegar nas ruas e são usados para trajetos curtos - compras em supermercado, ida e volta ao escritório, etc. - e as vendas dos mesmos já se aproximam dos 100 mil veículos por ano. Dentre as novidades, chama a atenção o Tesla, um carro esportivo desenvolvido no *Silicon Valley*, patrocinado pela *Google*, que tem autonomia de 400 km e uma arrancada com aceleração que supera uma Ferrari (de 0 a 100 km/h em 4s). Utiliza baterias de íon de lítio, a tecnologia que equipa as últimas gerações de telefones celulares e *laptops*.

Veículos convencionais ainda podem melhorar a sua performance com tecnologias de inteligência artificial, desligamento seletivo de cilindros (quando a solicitação de potência é baixa, o motor opera com menos cilindros) e transmissão variável contínua. É pouco pro-

vável, porém, que consigam dar um “salto” de performance que chegue perto dos níveis dos VE que, no entanto, estão apenas na sua “infância” e têm grande espaço para evoluir.

Nesse estágio inicial, é difícil avaliar qual será a evolução dos VE. Uma melhoria das baterias e seu barateamento, por exemplo, vai acelerar a entrada dos VE a bateria. O EPRI - laboratório de pesquisas das concessionárias norte-americanas - aposta que a tendência será o uso dos VEH “*Plug-in*”, um VEH equipado com baterias que lhe permitam andar de 30 a 50km

falamos da maior indústria do mundo. A verdade, porém, é que os consumidores correm muito rapidamente atrás das novidades: a penetração de venda dos “flex”, por exemplo, foi de zero para quase 90% dos carros novos em quatro anos. Com os preços do petróleo, os consumidores não vão ficar insensíveis a um carro como o Prius, que faz 21 km por litro na cidade !

Aqui cabe uma reflexão muito especial. Quando estacionado (o que acontece 90% do tempo), os VE a bateria ou os “*plug-in*” podem estar ligados ao sistema elétrico de distribuição,

em princípio, para se abastecerem. Não se trata de uma carga ordinária convencional: a bordo haverá sistemas de baterias com capacidade de 5 a 15 kWh e os “*plug-in*” têm, além disso, uma capacidade de gerar com uma potência na faixa de 15 a 25 kW em carros de passeio. Assim, trata-se de um consumidor interruptível (não há problema em interromper a carga que está carregando a bateria) que, além disso, po-

de ser uma reserva instantânea que atende as necessidades do consumidor e que pode auxiliar o sistema. Como idéia de grandeza, imagine-se que 10% dos carros no Brasil, hoje, fossem VEH. Neste caso, haveria uma reserva de potência descentralizada equivalente a 20% da potência instalada. Para avaliar este tema, nos EUA já se criou uma área de estudo chamada de “*Vehicle to Grid*” (V2G).

Para obter maiores informações sobre o assunto, visite a página da Associação Brasileira de Veículos Elétricos [www.abve.org.br](http://www.abve.org.br).

Leia também a edição brasileira do *Scientific American*, de maio de 2006, “Carros híbridos ganham força” de Joseph J. Romm e Andrew A. Frank.



Foto: Péricles Pinheiro.

Veículo Prius em exposição durante o evento VE-2007.

sem ligar o gerador de bordo. Esse tipo usa tanto energia elétrica quanto combustíveis líquidos sendo, na verdade, um “*super-flex*” que reúne as boas características do VEH e do veículo a bateria.

Quanto ao reflexo no Brasil, cabe lembrar que aqui já são fabricados com tecnologias próprias, ônibus tipo VEH de uso urbano pela ELETRA e a TUTTOTRASPOTI. Elas usam a tecnologia de VEH mais simples (serial), apropriada para uso em tráfego urbano. É provável que as grandes montadoras tragam para cá os VEH de passeio com uma tecnologia mais complexa (paralelada), atendendo à demanda dos consumidores que, em um mundo globalizado, pressionam as montadoras.

A introdução dos VE tem todas as características de uma quebra de paradigma. É uma afirmação forte pois

Jayme Buarque de Holanda  
INEE  
[jbh@inee.org.br](mailto:jbh@inee.org.br)

# Casa Solar do CEPEL terá novo objeto de demonstração: Carro Solar

A equipe do CRESESB apresentou, no dia 4 de outubro, o protótipo de um carro solar. Projetado pelo estagiário João Ricardo Ramos, sob orientação dos Pesq. Marco Antônio Galdino e Ricardo Marques Dutra, o carro será utilizado para divulgar aplicações da energia solar fotovoltaica aos visitantes do CEPEL, passando a compor os equipamentos de demonstração da Casa Solar.

O projeto mecânico e a construção do carro contaram com a ativa participação da equipe da oficina mecânica do CEPEL sob coordenação do Eng. Sérgio Caixão e integrada pelos técnicos Sérgio Izaltino de Souza, André Oliveira de Abreu e Josias de Oliveira Coelho.

O veículo tem capacidade de transportar uma pessoa de 70kg e possui uma autonomia de aproximadamente

4 horas, atingindo uma velocidade de 20 km/h.

O carro solar utiliza um motor elétrico de corrente alternada do tipo gaiola de esquilo em sua tração, cuja energia é suprida por duas baterias instaladas a bordo. Essas baterias são recarregadas por um arranjo de módulos fotovoltaicos de 256Wp, e também podem ser recarregadas pela rede elétrica. As demais características técnicas do projeto são:

- Motor: 1 HP / 220Vac;
- Pannel Fotovoltaico: 4 módulos de silício policristalino 64Wp;
- Área total de painéis: 2,9m<sup>2</sup>;
- Baterias: 2 baterias de 12V, 110Ah em série totalizando 24V;
- Inversor de tensão com potência de 1000W, tensão de entrada 12 / 24V, tensão de saída 230V e frequência 60Hz;

- Inversor de frequência: 1,5kW;
- Velocidade: 20km/h;
- Autonomia: 4h.

Combinando alta eficiência energética, baixo nível de ruído, emissões nulas de poluentes e baixo custo operacional, o carro solar tem como principal objetivo divulgar o uso da energia fotovoltaica e despertar nos visitantes da Casa Solar que, em sua maioria, é formada por estudantes, o interesse em sistemas que utilizem fontes alternativas de energia.

O veículo ainda necessita de aperfeiçoamentos em relação ao torque. No momento, a equipe está avaliando as possíveis alternativas para a implantação desta melhoria.

João Ricardo Ramos  
CEPEL / DTE  
jricardo@cepel.br



Detalhes do Carro Solar do CEPEL e equipe do projeto (da esquerda para a direita: Sérgio Caixão, Sergio Izaltino, André Abreu, Salvador Fontes, Josias Coelho, Ricardo Dutra, João Ricardo Ramos e Marco Galdino).

# Ônibus Híbrido Elétrico Solar foi testado durante PAN 2007

Atualmente, tecnologias alternativas para combustíveis e veículos vêm sendo avaliadas para auxiliar na solução de restrições ambientais e de suprimento. Dentre as tecnologias mais estudadas, os veículos elétricos híbridos são apontados como uma tecnologia promissora no médio prazo, tendo como grande vantagem a eficiência.

A Gerência de Energias Renováveis do CENPES, em parceria com a ELETRA, iniciou, em 2005, um projeto de pesquisa e desenvolvimento para avaliar melhor a tecnologia híbrida em termos de eficiência de consumo e redução de poluição local e global. Este projeto também contou com o apoio de outras gerências do CENPES.

Como resultado da pesquisa, o primeiro protótipo brasileiro do ônibus híbrido solar foi apresentado para convidados durante os Jogos Pan-Americanos de 2007 e percorreu algumas ruas da cidade do Rio de Janeiro.

O novo modelo utiliza, além do Diesel convencional, fontes renováveis de energia, como a fotovoltaica, e reduz significativamente a emissão de gás carbônico, garantindo maior preservação ambiental.

No sistema híbrido, um gerador elétrico é acionado por um motor a Diesel, que gera toda a energia necessária para o deslocamento do veículo. Esta energia é utilizada em um motor elétrico para promover a tração do veículo e, em algumas condições operacionais, carrega o banco de baterias. Como o motor a Diesel não traciona diretamente o veículo, este pode operar em rotações constantes, e isto permite uma redução de consumo e também de emissões. A energia solar, gerada através de módulos fotovoltaicos (1kWp *on board*) situados no teto do veículo, é armazenada em baterias tracionárias de chumbo-ácido (com 600 Vcc), que complementam a carga elétrica produzida no gerador trifásico acionado por motor Diesel (60 kW) para alimentar o motor elétrico de tração (120 kW).

Os equipamentos estão interligados no veículo conforme ilustrado na figura ao lado.

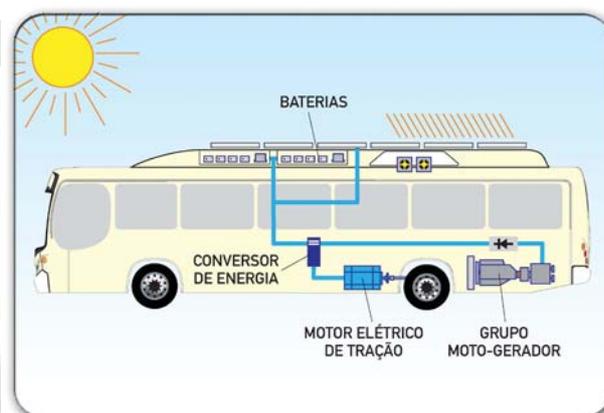
Os resultados dos testes realizados durante o PAN 2007 serão analisados nas áreas técnicas e o protótipo será aperfeiçoado para trajetos de curta distância na Cidade Universitária, na Ilha do Fundão, para depois poder circular por toda a cidade.

Fernando Baratelli Jr.  
*fbj@petrobras.com.br*

Paulo Fernando Isabel dos Reis  
*pauloisabel@petrobras.com.br*

William Schmitt  
*williamfs@petrobras.com.br*

Gerência de Energias Renováveis do CENPES / PETROBRAS



Esquemático do ônibus híbrido elétrico solar.



Protótipo do ônibus híbrido elétrico solar desenvolvido pelo CENPES / PETROBRAS.

# CB-Solar produz células solares de alta eficiência

O mercado de módulos fotovoltaicos cresce, em média, 40% ao ano e movimentou cerca de US\$30 bilhões em 2007. A potência de todos os módulos vendidos ao redor do mundo, no ano de 2006, foi de 2536MW, o que equivale a 20% da potência de Itaipu.

O Brasil possui jazidas de *quartzo* de boa qualidade para obtenção deste material e é um dos maiores produtores mundiais de silício grau metalúrgico (99% de pureza). Este fato, associado aos elevados índices de radiação solar existentes em todo território nacional, pode tornar o uso de sistemas fotovoltaicos estratégico para a construção de uma sociedade sustentável, se ações conjuntas entre as universidades, governos e companhias de energia elétrica forem executadas.

O Centro Brasileiro para Desenvolvimento de Energia Solar Fotovoltaica (CB-Solar), implantado nas instalações do Núcleo Tecnológico de Energia Solar (NT-Solar) da Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), tem como um de seus objetivos o desenvolvimento de tecnologias para fabricação de células solares e módulos fotovoltaicos mais eficientes ou mais econômicos. Os trabalhos são conduzidos pelos professores da Faculdade

de Física e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais da PUCRS, Izete Zanescos e Adriano Moehlecke.

No momento, a equipe do NT-Solar da PUCRS está desenvolvendo projetos de P&D focados em células solares, módulos fotovoltaicos e sistemas fotovoltaicos autônomos, financiados pela FINEP, CEEE, ELETROSUL, PETROBRAS, MME e CNPq. Os projetos "Planta Piloto para Produção de Módulos Fotovoltaicos com Tecnologia Nacional" e "Implementação de Duas Unidades Geradoras de Energia Elétrica com Módulos Fotovoltaicos Eficientes" estão voltados para o desenvolvimento de dispositivos fotovoltaicos em linha de produção.

O primeiro projeto tem por objetivo a implementação de uma planta piloto para fabricação de células solares e módulos fotovoltaicos em fase industrial e com tecnologia nacional. O resultado é o desenvolvimento de um processo completo para produção de células e módulos fotovoltaicos de qualidade e custo reduzido sendo, desta forma, competitivos no mercado mundial. O projeto está em seu 3º ano de execução. Em 2006, o projeto foi o vencedor do II Prêmio Melhores Universidades Guia do Estudante e Banco Real, na categoria Inovação e Sustentabi-

lidade. No mesmo ano, o projeto também foi finalista do Prêmio Santander Banespa de Ciência e Inovação.

As inovações do projeto são: 1) tecnologia para fabricação de células solares eficientes e de baixo custo, com patente requerida pela universidade; 2) desenvolvimento de processos industriais no ambiente universitário e 3) gerenciamento por meio de um comitê gestor, com a participação das empresas e da universidade.

Além da formação de recursos humanos em nível de pós-graduação, qualificados para processos industriais, os principais resultados alcançados são relativos à eficiência de células solares. Células industriais de 12,9% foram fabricadas em substrato de silício monocristalino crescido pela técnica *Czochralski* e por meio de um processo de baixo custo. Esta eficiência é similar a média da indústria de módulos fotovoltaicos. Empregando o mesmo processo, células de 4 cm<sup>2</sup> de área alcançaram eficiência de 15%. O resultado mais recente e de importante impacto deste projeto é o desenvolvimento de um processo industrial que produz células solares de 16% de eficiência.

O objetivo do projeto "Implementação de Duas Unidades Geradoras de Energia Elétrica com Módulos Fotovoltaicos Eficientes" é instalar dois sistemas fotovoltaicos em escolas afastadas da rede elétrica com módulos fotovoltaicos eficientes, produzidos no Brasil. Para a fabricação dos módulos fotovoltaicos serão desenvolvidas células solares industriais de alta eficiência, fabricadas em substratos de silício de alta qualidade. Considerando a dificuldade de transporte de módulos para locais de difícil acesso, as inovações estão focadas no desenvolvimento de módulos de alta densidade de potência por metro quadrado.



Etapas do processo de fabricação da célula solar industrial no CB-Solar.

Izete Zanescos  
Secretária Executiva do CB-Solar  
[izete@pucrs.br](mailto:izete@pucrs.br)

Adriano Moehlecke  
Coordenador Comitê Diretor CB-Solar  
[moehleck@pucrs.br](mailto:moehleck@pucrs.br)

# Parque modelo de geração de energias alternativas da UENF

A recente tendência de aumento extraordinário dos preços do petróleo, agravada pelos conflitos mundiais nas áreas produtoras e o clamor pelos impactos ambientais têm levado os políticos, os pesquisadores e os próprios empresários da área de energia a pensar em novas fontes alternativas que possam, de alguma forma, iniciar um movimento em favor de mudanças na matriz energética mundial. O Brasil apresenta um enorme potencial para o desenvolvimento de todas as fontes renováveis. A região norte fluminense que, com muita razão, vive a euforia do ciclo do petróleo deve se preparar para o inexorável declínio dessa fonte extraordinária de energia. Como uma forma de contribuir com essa diretriz, a UENF está instalando, na sua estrutura universitária, um Núcleo de Energias Alternativas destinado a congregar pesquisadores, estudantes e demais interessados no desenvolvimento de pesquisas e estudos em fontes renováveis de energia. O 1º projeto desse Núcleo é o "Parque modelo de geração de energias alternativas da UENF".

O parque de energias alternativas da UENF foi concebido como um projeto pioneiro do futuro Núcleo de Energias Alternativas da UENF (NEAL). É um projeto energético que segue os preceitos de empreendimentos ambientalmente corretos. Tem como princípios básicos o uso de fontes limpas de geração de energia elétrica; a preocupação com a eficiência energética; o uso de processos construtivos ambientalmente corretos e o uso de materiais de construção alternativos. Trata-se de uma área de 2.500m<sup>2</sup> no campus universitário onde foi montada uma infra-estrutura visando obter autonomia em energia, água e tratamento de efluentes. Do ponto de vista energético, foram concebidos e instalados os sistemas descritos a seguir:

**Sistema de geração de energia**  
- Composto por 5 aerogeradores com potência instalada de 5 kW e por 24 módulos fotovoltaicos com potência instalada de 3,6 kWp. Um 6º aerogerador de 1 kW foi instalado para finalidade específica de bombeamento.



Parque modelo de geração de energias alternativas da UENF.

## **Sistema de armazenamento, controle e distribuição de energia**

- Formado por 12 baterias de 3000 Ampères cada uma, um conjunto de controladores de carga, inversores e painéis de distribuição. Esta unidade é equipada também com microcomputadores e demais instrumentos necessários à armazenagem, controle e distribuição da energia.

## **Sistema de monitoramento**

- Formado por um conjunto de dispositivos, incluindo unidade conversora e unidade gerenciadora remota, com medidores de energia e transdutores de corrente, além de sensores de temperatura. Um *software* gerenciador controla e integra todos os dados medidos. O monitoramento contínuo do vento e da radiação solar é feito em uma torre de 50 metros de altura.

## **Sistema consumidor de energia**

- É representado por uma casa demonstrativa de cerca de 130m<sup>2</sup> e pelo sistema de iluminação pública do parque. Nesta casa procurou-se usar métodos de construção e materiais alternativos compatíveis com iniciativas ambientalmente corretas. Assim, o projeto arquitetônico incluiu a preocupação com a redução do consumo de energia elétrica, além do conforto térmico e

acústico. A casa é composta de mini-auditório, secretaria, sala de monitoramento, cozinha, banheiro e varanda.

O parque de energias alternativas da UENF é complementado por:

- Planta de biodiesel;
- Sistema independente de abastecimento de água;
- Sistema de aquecimento de água;
- Sistema próprio de irrigação;
- Sistema autônomo de tratamento de efluentes.

Dessa forma, o parque construído para demonstrar que é possível edificar um espaço com autonomia de energia, água e tratamento de efluentes é hoje um espaço que está sendo usado como ponto de convergência daqueles que se interessam por energias renováveis e será útil para o desenvolvimento da consciência ambiental da sociedade do norte fluminense.

A equipe envolvida no projeto é formada pelo Prof. Valdo da Silva Marques, Maria da Gloria Alves, Francisca Maria A. Pinheiro, Jonas Alexandre, Sérgio N. Monteiro e Paulo R. Nagipe da Silva.

Valdo da Silva Marques  
UENF  
valdo@lenep.uenf.br

# Centro de Energia Eólica é inaugurado na PUC do Rio Grande do Sul

No último dia 8 de outubro, durante a abertura da Conferência Internacional de Energia Eólica (BRAS-WIND 2007) foi inaugurado o Centro de Energia Eólica, na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), uma parceria com a ELETROBRÁS, através do Programa de Eficiência Energética (PROCEL).

O Centro de Energia Eólica (CE-EOLICA) surge devido ao crescimento natural das competências em energia eólica dentro da Universidade, as quais vêm sendo desenvolvidas por mais de 10 anos pelo NUTEMA, Núcleo Tecnológico de Energia e Meio Ambiente, cadastrado nos Grupos de Pesquisa do CNPq desde 1997.

O CE-EOLICA foi adicionado à infra-estrutura existente do NUTEMA, implantando-se um complexo de novos laboratórios especializados nesta fonte de alternativa energética como forma de desenvolvimento sustentável e mínimo impacto ambiental. É pioneiro na América Latina e equipado com instrumentação de alta qualidade para avaliação do desempenho de turbinas eólicas e atividades de anemometria.

O coordenador do Centro, Prof. Jorge Villar Alé, afirma que a implantação do mesmo se dá pela necessidade da realização de atividades específicas voltadas para o desenvolvimento da energia eólica no Brasil. "É importante porque abre possibilidades para o país, poder contar com uma infra-estrutura e com um conjunto de laboratórios específicos da área", resume Alé.

O complexo de laboratórios permite avaliar o desempenho de geradores elétricos em bancada, testes de turbinas de pequeno porte e calibração de anemômetros em túneis de vento, além de realizar avaliações experimentais do desempenho de pás e aerofólios específicos para aerogeradores. Permitirá também a formação de profissionais e capacitação para o desenvolvimento tecnológico da energia eólica no país.

Desta forma, o CE-EOLICA visa ampliar o conhecimento relacionado aos recursos eólicos e às tecnologias de turbinas eólicas e fabricação de componentes. Os laboratórios do Centro deverão acreditar sua competência como laboratórios de ensaio e calibração, seguindo normas e procedimentos do INMETRO, para executar atividades de certificação e etiquetagem de equipamentos eólicos.

**Os Equipamentos** - O CE-EOLICA conta com um complexo de laboratórios eólicos, com sofisticados equipamentos e instrumentação. Guilherme Wenzel, engenheiro atuante no Centro, afirma que "no Brasil não existe uma estrutura semelhante que integre todas essas competências. No túnel de vento para testes de turbinas, podemos avaliar o desempenho de aerogeradores, levantando a curva de potência destas máquinas com qualidade e com mínimo tempo. Somos pioneiros", conclui. Gabriel Simioni, Técnico do Laboratório, afirma que a metodologia para testes de aerogeradores "requer uma especialização para lidar com instrumentação e sistema de aquisição de dados nos quais o CE-EOLICA já acumula experiência a partir de projetos realizados no Núcleo Tecnológico de Energia e Meio Ambiente - NUTEMA".

**Túnel para Calibração de Anemômetro** - Tem a função de calibrar equipamentos responsáveis pela medição da velocidade dos ventos, chamados tecnicamente de anemômetros, utilizados para caracterizar o potencial eólico de um determinado local. O túnel também poderá ser utilizado para testes de aerofólios, com o objetivo de verificar sua performance aerodinâmica. O túnel apresenta um comprimento de 12 metros e potência de 60kW, permitindo alcançar uma velocidade do ar na seção de teste de 90km/h.



**Túnel de Vento para Testes de Turbinas Eólicas** - Realiza testes em turbinas eólicas de eixo vertical e horizontal para verificação do desempenho destes equipamentos, através do levantamento de suas curvas de potência. O túnel possui comprimento de 12 metros, a potência do motor é equivalente a 75kW, a rotação atinge 900 RPM e a seção de testes varia na faixa de 2,5m a 1,5m, atingindo uma velocidade de jato aberto em torno de 150km/h.



Carine Da Pieve e Leila Garcia  
Assessoria de Comunicação do  
CE-EOLICA  
ce-eolica@puhrs.br



CE-EOLICA: Complexo de Laboratórios da PUCRS.

# BRAS-WIND 2007 promove debate sobre energia eólica

Conferencistas de todo o mundo, além de vários palestrantes brasileiros e um público que superou o esperado (aproximadamente 200 pessoas) estiveram presentes na Conferência Internacional de Energia Eólica, realizada entre os dias 8 e 10 de outubro de 2007. A programação do evento incluiu a inauguração do Centro de Energia Eólica (CE-EÓLICA) integrante da Faculdade de Engenharia (FENG) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

A cerimônia de abertura contou com a presença de autoridades de órgãos governamentais federais e estaduais, responsáveis pela produção e demanda energética e representantes da universidade.

A necessidade de aprimoramento técnico e científico para aproveitamento das fontes renováveis de energia, coloca em destaque as pesquisas e experiências em torno da energia eólica. Desta forma, a apresentação dos modelos adotados por países em que a utilização do recurso eólico encontra-se em fase avançada serve como exemplos de aplicação prática.

No Brasil, o interesse em investimentos é maior do que a oferta de serviços e produtos relacionados ao uso da fonte eólica para a produção de energia elétrica.

No cenário atual, é interesse da comunidade científica e de indústrias divulgar e ampliar o emprego da energia eólica, como fonte limpa e renovável. Contudo, baseando-se no conceito de desenvolvimento sustentável, a energia eólica está de acordo com as expectativas de retorno energético, sem agressão ao meio ambiente e redução gradativa de gastos.

Os debates iniciaram-se na história do desenvolvimento de aerogeradores, apresentando as perspectivas empregadas em países da Europa e da América Latina. Ganham grande dinamismo com o interesse acadêmico e a prática industrial, com as no-



Abertura do BRAS-WIND 2007 com a presença de autoridades.

vidades tecnológicas e intenção de incentivo governamental.

O panorama da capacidade eólica do estado e do país foi abordado por representantes da Secretaria de Desenvolvimento e Assuntos Internacio-

*A ênfase à energia eólica surge a partir da necessidade de utilização de alternativas renováveis. O Brasil dispõe de grande potencial para utilização desta fonte como geradora de energia elétrica, principalmente nas regiões nordeste, sul e sudeste.*

nais do Rio Grande do Sul e do MME, respectivamente. Propostas de investimentos e a assinatura de convênios com o CE-EÓLICA reforçam a intenção de apostar na pesquisa e na utilização da fonte eólica, bem como de acelerar o andamento de projetos já existentes no país.

Modelos adotados em países como Alemanha, Espanha, Argentina, Uruguai, Chile, México e Portugal, no-

vas possibilidades tecnológicas, aplicação desta tecnologia em áreas rurais e urbanas também foram temas da discussão.

Durante o evento BRAS-WIND 2007, o público em geral, palestrantes e autoridades realizaram visita ao CE-EÓLICA, sendo apresentados à infra-estrutura e aos equipamentos pela equipe dos laboratórios. O evento encerrou-se com uma visita técnica ao maior parque eólico da América Latina, localizado em Osório-RS.

O principal objetivo do evento centrou-se no desenvolvimento científico, tecnológico e industrial da fonte eólica. É através de testes, ensaios, simulações e pesquisas na área que se oficializam as atividades realizadas pelo Centro de Energia Eólica, que já se torna uma referência no país.

Maiores informações sobre o CE-EÓLICA podem ser obtidas na *Internet* a partir do endereço eletrônico <http://www.pucrs.br/ce-eolica/>.

Carine Da Pieve e Leila Garcia  
Assessoria de Comunicação do  
CE-EÓLICA  
[ce-eolica@pucrs.br](mailto:ce-eolica@pucrs.br)

Foto: Ramon Fernandes / PUCRS

# Subsídios para o Planejamento da Universalização do Atendimento

As políticas públicas compensatórias buscam amenizar os efeitos da pobreza e da desigualdade sobre a qualidade de vida das pessoas sem oportunidades, ou sem acesso aos mecanismos de mercado, por meio de transferência de recursos. O grande problema é que, cessada a transferência de recursos, volta-se à situação de desigualdade e de miséria anteriores. Já as políticas estruturais agem sobre as causas da pobreza. São políticas que fornecem os ativos essenciais para o aumento da produtividade do trabalho, capacitando para a melhoria da qualidade de vida, além da satisfação das necessidades básicas de consumo.

A avaliação dos resultados diretos e indiretos de políticas públicas é de fundamental importância para verificar sua efetividade, especialmente no que tange aos impactos econômicos, sociais, ambientais e energéticos. Tais resultados podem assumir características tanto positivas quanto negativas, podendo, da mesma forma, auxiliar na implementação de políticas públicas na promoção do desenvolvimento sustentável no meio rural brasileiro, seja em paralelo com ações direcionadas à eletrificação rural, como o Programa Luz para Todos, que possui o objetivo de universalizar o acesso à energia elétrica, seja com outras ações de inclusão social, como bolsa família, que possui o objetivo de mitigar a extrema pobreza, entre outras ações.

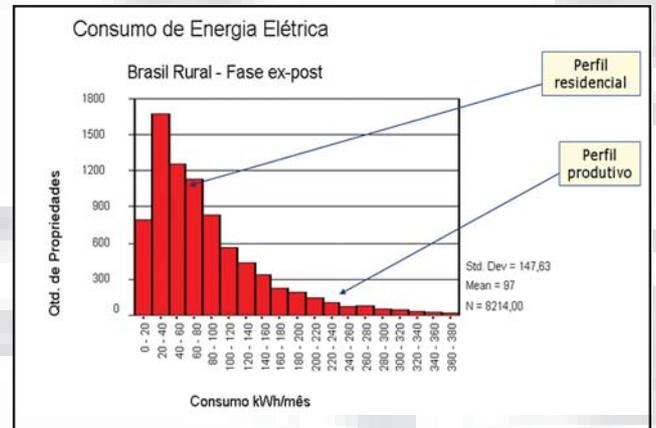
Neste sentido, o CEPEL desenvolveu uma metodologia de apoio, buscando avaliar, de forma direta, a complexa relação entre energia e seus desdobramentos sócio-econômicos, em particular para a realidade rural brasileira, após a chegada da energia elétrica.

Para apoio ao desenvolvimento desta metodologia foi construído pelo CEPEL / ELETROBRÁS "O Sistema de Avaliação dos Impactos Rurais" (**Sistema Impar**) que possui o objetivo de armazenar, tratar e acompanhar os dados da pesquisa de campo. Maiores informações sobre o Sistema Impar podem ser obtidas através do E-mail [sistemaimpar@cepel.br](mailto:sistemaimpar@cepel.br).

O presente artigo busca ilustrar, brevemente, a aplicação desta metodologia em cerca de 23000 propriedades e domicílios rurais, através da análise da evolução temporal de algumas variáveis para o conjunto de 21 estados pesquisados, nas fases anterior e posterior ao acesso à energia elétrica de forma regular e segura, sendo que a diferença entre tais momentos da pesquisa é de 3 anos.

Uma análise da distribuição do consumo da cesta energética entre fases, em termos percentuais, indicou uma redução do consumo de outros energéticos, tais como o GLP, o óleo Diesel e a lenha, e o surgimento do consumo de energia elétrica, que representa também o atendimento de uma demanda específica que se encontrava reprimida pela exclusão do acesso. A energia elétrica passou a representar 26% da cesta energética, indicando uma rápida inserção no hábito de consumo da população alvo.

O gráfico acima ilustra a distribuição do consumo de energia elétrica das propriedades eletrificadas na fase *ex-post*. Cabe observar que o consumo médio de energia elétrica na área rural do Brasil, recentemente eletrificada, é de 97 kWh/mês, sendo que mais de 80% das propriedades consomem abaixo de 118 kWh/mês. Entretanto, o consumo médio acaba não refletindo a realidade da maior parte dos rurícolas, especialmente quando consideradas as disparidades regionais, pois o consumo médio mensal de energia elétrica na região sul é de 200 kWh/mês, enquanto na região nordeste é de 50 kWh/mês. O padrão de desigualdade representado pelo consumo de energia elétrica nas áreas rurais é um reflexo das diferenças sócio-econômicas que ocorrem no Brasil como um todo.



Distribuição do consumo de energia elétrica.

A título de ilustração quando avaliados os valores médios do consumo por propriedade/domicílio rural, considerando todos os energéticos, constatou-se que, em termos absolutos, o consumo médio de energia na fase *ex-post* (17 GJ/ano) foi maior do que o da fase *ex-ante* (14 GJ/ano). Este resultado é, preliminarmente, promissor, quando considerada a relação entre energia e desenvolvimento, pois, tradicionalmente, o consumo de energia é utilizado como *proxy* para estimar o nível de bem-estar das sociedades modernas. A escassez no suprimento energético não somente reduz a qualidade de vida das pessoas, como também limita as oportunidades disponíveis para a superação da situação crônica de insuficiência de renda monetária para cobrir as necessidades básicas.

Por fim, os resultados indicam que, em muitos casos, a energia elétrica auxilia na melhoria das condições de vida das pessoas que outrora estavam às margens dos direitos mais básicos de cidadania. Contudo, a energia elétrica não é suficiente para erradicar a pobreza/miséria, sendo necessária a integração de políticas públicas no sentido de buscar a melhoria da qualidade de vida de uma maneira mais ampla, considerando os aspectos sociais, econômicos e ambientais.

# Secador Solar é utilizado pela Embrapa para secagem de produtos regionais

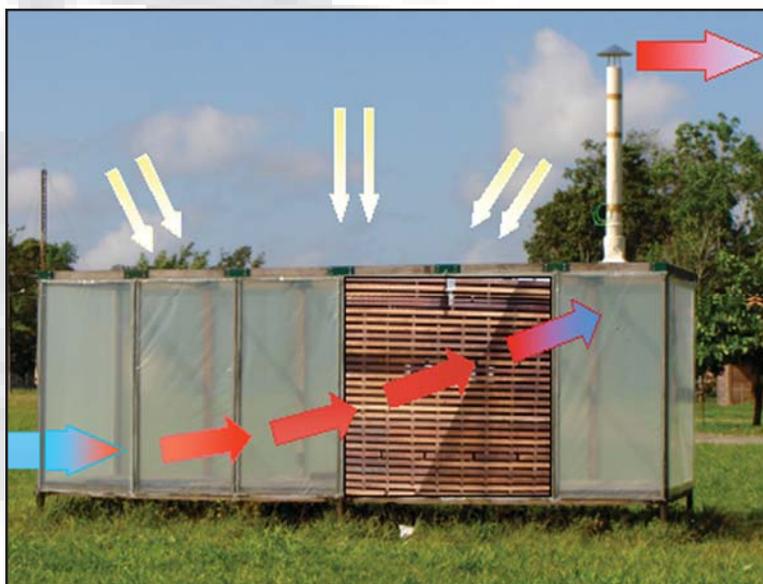
**D**e um modo geral, a região norte do Brasil apresenta um clima quente e úmido e essas condições, além de atrapalhar o processo de secagem dos produtos regionais, facilita o desenvolvimento de microrganismos e insetos. Por isso, a secagem funciona melhor com o ar seco, quente e, de preferência, que aconteça em um ambiente fechado e controlado. Atualmente, 80% da produção de pimenta-do-reino e cacau da região não são exportados devido à contaminação, que acontece principalmente durante as etapas de secagem, em função da sua demasiada exposição ao ambiente durante o processo. Como na secagem natural é impossível controlar as variáveis ambientais e a secagem industrial é inacessível aos pequenos produtores, porque demanda energia de alto custo, a secagem solar tem sido uma importante alternativa.

O sistema tradicional de secagem solar funciona com base no efeito estufa. O produto é colocado num local fechado com uma cobertura transparente (de vidro ou plástico), que permite a entrada da radiação, principalmente as ondas curtas. Ao encontrar algum obstáculo, parte dessas ondas é absorvida e logo imediatamente é liberada, em forma de calor, em ondas longas que são aprisionadas no interior do secador, como normalmente acontece, quando se deixa um carro fechado ao ar livre em um dia de sol. Esse acúmulo de radiação faz a temperatura aumentar e acelera o processo de secagem do produto úmido; o problema é que, se o ar não for renovado, a umidade do ar aumenta muito, favorecendo a contaminação do produto em secagem.

Para evitar os problemas decorrentes deste processo, um novo mo-

delo de secador solar para produtos agroflorestais foi desenvolvido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amazônia Oriental - Belém do Pará.

O equipamento, semelhante a uma estufa, tem um mecanismo de controle do fluxo de ar que mantém a umidade e a temperatura em valores ideais para diferentes produtos, sem gasto de energia. O novo método pode ser uma alternativa à secagem natural,



Secador Solar Embrapa Cpatu:  
Secagem de madeira serrada de Jatobá.

onde os produtos são expostos ao ar livre, protegidos apenas por uma lona plástica, ou ao processo industrial, cujo sistema de aquecimento utiliza energia artificial térmica ou elétrica.

O grande diferencial do novo equipamento é que o problema da renovação e circulação de ar foi corrigido, através da inserção de uma chaminé na parte superior da estufa, favorecendo a circulação de ar, além de permitir uma corrente de convecção natural, em que o ar quente e úmido vai para a parte superior e é liberado - "efeito chaminé". Além disso, foi inserida uma abertura de controle na parte inferior e oposta a chaminé para controlar a quantidade de ar que entra no fluxo.

O secador é dividido em três câmaras; na primeira ocorre o aquecimento de ar, na segunda a secagem propriamente dita e na terceira a desumidificação. O secador foi construído de forma a aproveitar, ao máximo, a energia solar. A estufa é orientada no sentido leste/oeste para o melhor aproveitamento do regime de ventos e, com isso, favorecer o fluxo de ar, e o seu teto tem uma inclinação em direção ao norte para que o sol incida em todo período do ano.

Os testes com o novo equipamento foram feitos em um protótipo da Embrapa e, até o momento, foram testados a pimenta-do-reino, cupuaçu fermentado para a produção do Cupulate e madeira serrada de jatobá. A secagem da madeira aconteceu em um período de 20 a 40 dias. Se o produto for transportado para ser utilizado em São Paulo, por exemplo, ficará no secador durante 25 dias, mas se for exportado para locais menos úmidos, como é o caso do Canadá, será necessário um tempo de 40 dias, para que a madei-

ra atinja um teor de umidade de equilíbrio que corresponda a umidade relativa do ar do lugar. Na secagem industrial, o tempo é de 15 a 20 dias, mas o custo energético é muito alto, enquanto na secagem solar não ocorre a demanda de energia de uma fonte artificial.

A Embrapa tem um projeto, voltado aos pequenos produtores da região, onde o secador solar será adaptado para a secagem de produtos não-madeireiros, como sementes de oleaginosas, cipós, raízes e folhas, entre outros produtos existentes naturalmente na Amazônia.

Osmar José Romeiro de Aguiar  
Embrapa Amazônia Oriental  
[o\\_aguiar@cpatu.embrapa.br](mailto:o_aguiar@cpatu.embrapa.br)

# Nova Diretoria da ABENS é eleita durante o I CBENS

O I Congresso Brasileiro de Energia Solar - I CBENS foi realizado entre os dias 8 e 11 de abril de 2007 na cidade de Fortaleza, conforme apresentado na Página 10 deste Informativo. O nome do Congresso sugere a iniciação tardia de atividades no âmbito da ciência e tecnologia solar do Brasil. Entretanto, a realidade não é essa.

Nos idos de 1978 um grupo de professores, com sensibilidade e visão de futuro, tomou a iniciativa de criar a Associação Brasileira de Energia Solar – ABENS com o objetivo de promover a divulgação e os estudos da Energia Solar no país. A Sede Nacional da ABENS estava localizada na cidade de João Pessoa – PB, com endereço no Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal da Paraíba, tendo como presidente o Professor Cleantho da Câmara Torres.

Vários eventos de importância nacional e internacional, organizados pela ABENS, cobriram os anos que vão de 1978 até meados da década de 1980. Durante esse curto período, não só a semente foi plantada, mas numerosos grupos de pesquisa foram criados num ambiente de intensa atividade científica e entusiasmo pelo futuro da energia solar no Brasil.

Sobreveio uma década de declínio e letargia. Devido ao desestímulo das

atividades na área das energias renováveis e, em particular, da energia solar, a Associação cessou suas atividades em fins dos anos 80. A partir dessa época, a ABENS contou com uma apresentação dos professores Arnaldo Moura Bezerra e Randolpho Lobato.

Em novembro de 2005 foi criada uma comissão provisória para a reativação da ABENS, composta pelos professores: Naum Fraidenaich, Pre-

*Quando iniciado o processo de recuperação da ABENS os alicerces da ciência solar já estavam sólidos e firmemente estabelecidos.*

sidente, Antonio Pralon Ferreira Leite, Vice-Presidente, João Tavares Pinho, 1º Secretário, Olga de Castro Vilela, 2º Secretário, Elielza Moura de Souza Barbosa, 1º Tesoureiro, Paulo César Marques de Carvalho, 2º Tesoureiro. Essa diretoria legalizou a Associação, recadastrou sócios, atualizou os Estatutos, organizou o I CBENS e convocou eleições para escolha da atual Diretoria Central, que tomou posse durante o I CBENS.

Quando iniciado o processo de recuperação da ABENS os alicerces da ciência solar já estavam sólidos e firmemente estabelecidos. Muitos jovens pesquisadores brasileiros, que haviam se afastado temporariamente do Brasil para fazer cursos de doutorado, revigoraram com sangue novo, no seu retorno, o panorama nacional. E de forma lenta, mas sustentável, foi se reconstruindo o que durante o I CBENS tivemos a satisfação de testemunhar.

No dia 10 de abril de 2007, durante o I CBENS foi realizada a Assembléia Geral da ABENS na qual foi eleita a nova diretoria da Associação, integrada pelos professores: Arno Krenzinger (Presidente), Ricardo Rütther (Vice-Presidente), Airtton Cabral de Andrade (1º Secretário), Olga de Castro Vilela (2º Secretário), Mário Henrique Macagnan (1º Tesoureiro) e Roberto Zilles (2º Tesoureiro).

Durante a Assembléia foi anunciado pela nova diretoria que a cidade de Florianópolis será a sede do II Congresso Brasileiro de Energia Solar a ser realizado em novembro de 2008.

Naum Fraidenaich  
Olga C. Vilela  
UFPE  
ocv@ufpe.br

CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA

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

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

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

# CRESESB

## Informe

IMPRESSO



Ministério de  
Minas e Energia

