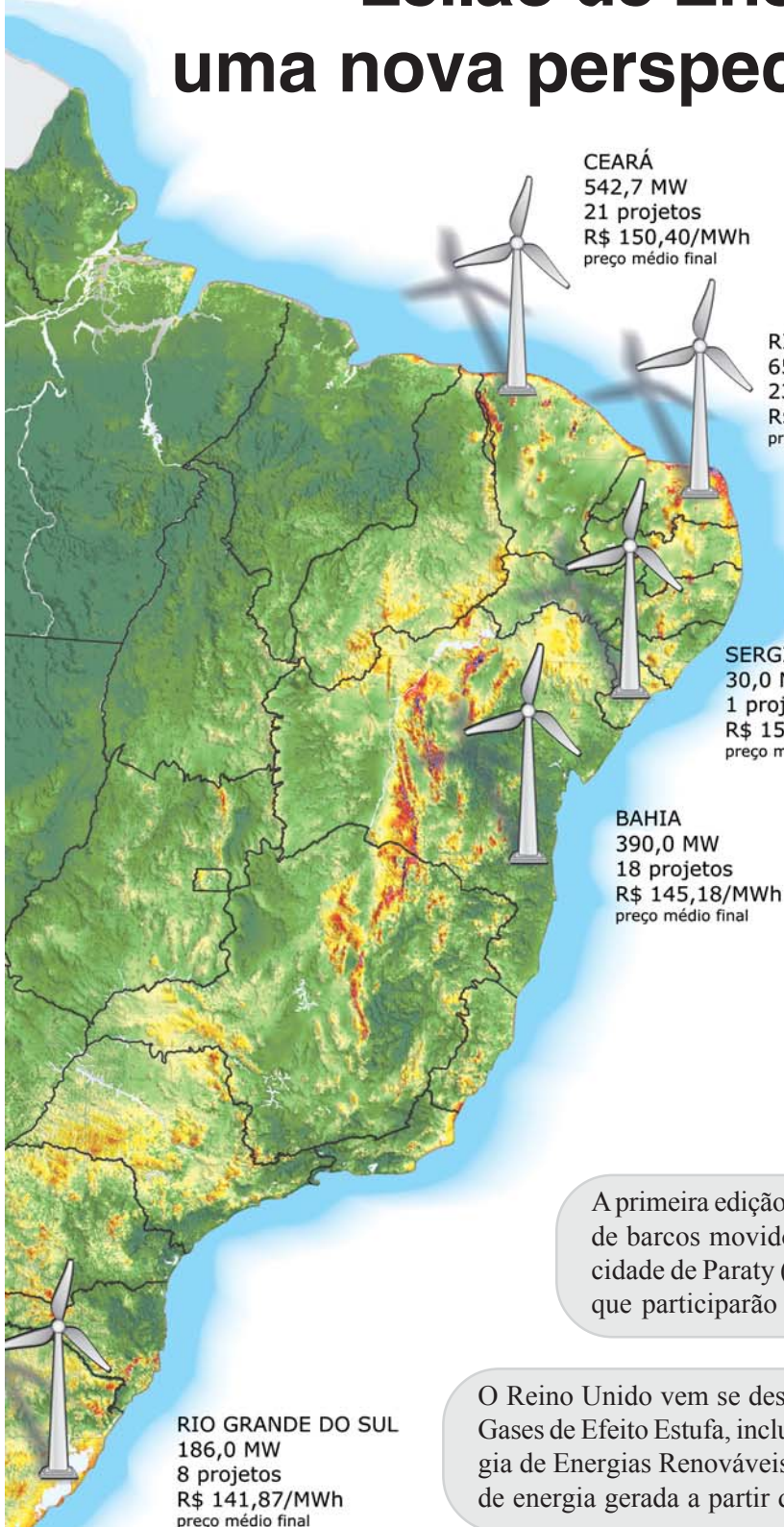


Leilão de Energia Eólica: uma nova perspectiva para o setor



	Participantes do Leilão	Resultado Final
Potência (MW)	13.341,0	1.805,7
Número de Projetos	441	71
Estados Participantes	11	5
Preço de Venda (R\$/MWh)	189,00 preço inicial	148,39 preço médio final

Os resultados do Leilão de Energia Eólica, realizado em dezembro de 2009, sob a ótica do MME, EPE e ABEEólica. **Páginas 3, 4-5 e 19-20**

A primeira edição do Desafio Solar na América Latina - uma competição de barcos movidos à energia solar - ocorreu em outubro de 2009, na cidade de Paraty (RJ) e serviu de preparação para as equipes brasileiras que participarão do evento *Frisian Solar Challenge*. **Páginas 6 e 7**

O Reino Unido vem se destacando por suas ações para redução de emissões de Gases de Efeito Estufa, incluindo planos ambiciosos na área de energia. A "Estratégia de Energias Renováveis" define como o governo irá alcançar a meta de 15% de energia gerada a partir de fontes renováveis até 2020. **Páginas 8 e 9**

Um ambiente favorável para as energias renováveis

O recente vazamento de petróleo no Golfo do México, que já é o maior desastre ambiental da história dos Estados Unidos, aumentou a necessidade de discussões sobre um aproveitamento ainda mais efetivo das fontes renováveis de energia. Este fato impulsionou o próprio governo dos Estados Unidos a anunciar a liberação de quase US\$ 2 bilhões para o desenvolvimento da energia solar no país. Esta discussão não se limita somente ao episódio americano. Políticas mais ambiciosas também estão sendo praticadas pelo Reino Unido, com o objetivo do país alcançar 15% da energia gerada a partir de fontes renováveis até 2020, conforme apresentado em artigo desta edição.

Embora a matriz energética brasileira para geração de energia elétrica seja predominantemente renovável, novas ações têm sido tomadas pelo governo no sentido de estimular novas fontes renováveis para a produção de eletricidade, como as energias solar e eólica.

No caso da energia eólica, o sucesso do leilão para fornecimento de energia de reserva mostrou que é possível obter preços competitivos sem a adoção dos mecanismos convencionais,

tais como o sistema *feed-in*. A política adotada pelo governo federal foi bem sucedida, uma vez que, através de um modelo que promove a modicidade tarifária, evitou a oneração dos serviços para o consumidor final.

A partir da contratação de 1,8 GW provenientes dos 71 projetos eólicos vencedores do leilão de energia de reserva, que deverão estar em operação até meados de 2012, haverá um rápido crescimento do parque eólico brasileiro que deverá influenciar a revisão dos cenários previstos no PNE 2030. Já em 2012, com a finalização dos projetos contratados pelo leilão, somados aos empreendimentos do PROINFA, teremos cerca de 70% da estimativa da participação da energia eólica prevista no PNE para 2030, que é de 4682MW (EPE, 2006). Acerca do leilão de eólica, este informe dará ao leitor a possibilidade de conhecer diferentes pontos de vistas, tais como os do Ministério de Minas e Energia - MME, da Empresa de Pesquisa Energética - EPE e da Associação Brasileira de Energia Eólica - ABEEólica.

Ainda no cenário nacional, o governo, através do MME e MCT, lançou um edital para pesquisa e desenvolvimento na área de geração heliotérmica.

Outras iniciativas para a promoção da energia solar podem ser constatadas, tais como a implantação de quatro novos centros de demonstração de tecnologias renováveis, frutos de uma parceria entre MME-Cepel-Senai. Estes Centros, que serão inaugurados brevemente, serão temas da próxima edição do Informe Cresesb.

Esperamos que todas estas iniciativas tornem-se uma realidade concreta dentro dos próximos anos. No cenário nacional, esperamos que a energia eólica se firme como um dos componentes da matriz e que ocorra um processo de consolidação das pesquisas na área de heliotérmica. Internacionalmente, ações como o aporte de recursos significativos, recentemente noticiados pelo governo americano, também apontam para um ambiente cada vez mais favorável para a utilização das fontes renováveis de geração de energia elétrica.

Ary Vaz Pinto Junior
Ricardo Marques Dutra
Patrícia de Castro da Silva
Sérgio Roberto F. C. de Melo
Bruno Montezano
Vanjor Gomes Almeida
Flávia Cristina de Souza
crese@cepel.br



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

Os artigos assinados são de
responsabilidade dos autores.

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

Roberto Pereira Caldas
Diretor de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Jorge Nunes de Oliveira
Diretor de Gestão e Infraestrutura

Ary Vaz Pinto Junior
Chefe do Departamento de Tecnologias Especiais

Ary Vaz Pinto Junior
Coordenador do CRESESB

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

O Planejamento e as Energias Renováveis

Dizem que as coisas não acontecem por acaso. Se esta frase pode ser aplicada em termos gerais é questionável mas, certamente, no Setor de Energia ela se aplica, particularmente no caso do Setor Elétrico Brasileiro, prioritariamente atendido por energia hidráulica, o que exige a construção de usinas que requerem grandes volumes de investimento e longo prazo de maturação. O Planejamento num Setor como este é essencial e sua falta acarreta grandes problemas para segurança energética.

O Planejamento Energético no Brasil foi retomado a partir de 2005, no contexto do Novo Modelo Institucional do Setor Elétrico, tendo sido elaborados, no período 2005/2009 o Plano Nacional de Energia 2030 e a Matriz Energética Nacional 2030, ambos com periodicidade de atualização no mínimo a cada três anos. Adicionalmente foram desenvolvidos os Planos Decenais de Expansão de Energia, atualizados anualmente, tendo sido concluídos, a partir da retomada da atividade de planejamento, três planos que contemplam os horizontes decenais correspondentes aos anos 2015, 2016 e 2017.

Estes trabalhos de planejamento, fundamentais para subsidiar as decisões referentes à expansão do sistema energético nacional, consideram os estudos desenvolvidos pela EPE – Empresa de Pesquisa Energética para o MME (Ministério de Minas e Energia) e as avaliações e os estudos do próprio Ministério. Este planejamento adota uma visão estratégica de longo prazo, horizonte de até 30 anos, a partir do qual são estabelecidas as políticas e as alternativas de expansão do sistema energético nacional, que são definidas no âmbito do CNPE – Conselho Nacional de Política Energética, órgão de assessoramento ao Presidente da República para as questões de energia do país.

O Brasil dispõe de marcos regulatórios adequados para o setor de petróleo e para o setor de energia elétrica. O desenvolvimento do setor energético, nos próximos 20/30 anos, depen-

de significativamente destes marcos regulatórios. Assim, para uma melhor compreensão do contexto energético do Brasil, com a consideração das fontes renováveis, em particular a hidroeletricidade, é importante resumir as principais características do modelo institucional do setor elétrico.

Os princípios e objetivos prioritários deste modelo são: (1) garantir a segurança do suprimento; (2) promover a modicidade tarifária; (3) universalização do atendimento; (4) expansão ao mínimo custo, considerando a variável ambiental; (5) respeito aos contratos existentes; (6) fortalecimento do planejamento; (7) diversificação da matriz; (8) integração nacional; (9) fontes nacionais, renováveis e competitivas; (10) desenvolvimento tecnológico e (11) integração sul-americana. Além da retomada das competências do Estado na elaboração das atividades de planejamento nacional, decidiu-se estimular a competição entre os agentes pela construção de usinas geradoras e dos sistemas de transmissão, através de leilões pelo menor preço, mais eficientes e econômicos. Este modelo encontra-se em pleno funcionamento, com resultados positivos.

Ainda existe um grande potencial hidráulico a ser explorado, principalmente na Amazônia. Do potencial estimado de 260GW apenas 30% já foi utilizado. Restrições ambientais tornam maior o desafio do aproveitamento deste potencial. Estas dificuldades vêm sendo superadas e importantes aproveitamentos hidroelétricos têm se viabilizado, o mais recente a usina de Belo Monte (11GW). Um novo conceito de usina hidroelétrica de baixo impacto na construção tem sido desenvolvido: a usina plataforma, que busca minimizar os impactos durante a construção e mantém um mínimo de estrutura para sua operação, desativando instalações necessárias durante a construção, restaurando o ecossistema original. Apesar deste potencial e do domínio da energia hidráulica, existe um amplo espaço para outras fontes.

Garantindo-se a segurança energética o modelo tem conseguido diver-

sificar a matriz, mantendo sua característica renovável, sendo o exemplo recente mais significativo, por sua novidade, o sucesso do leilão de reserva de eólica, que conseguiu, a preços competitivos, contratar 1800MW desta fonte.

Nos últimos 5 anos foram agregados 55.362MW ao sistema elétrico brasileiro, sendo cerca de 70% deste total provenientes de fontes renováveis (biomassa, eólica, pequenas e médias hidroelétricas). Estas fontes renováveis continuam com participação relevante no horizonte 2030, tanto na matriz energética, de 47%, quanto na matriz de energia elétrica, de 81%. Fontes com custos ainda não competitivos, tais como a energia solar fotovoltaica, não foram esquecidas. São usadas em nichos de mercado, como comunidades isoladas distantes da rede, ou fazem parte de programas especiais de desenvolvimento tecnológico. Como resultado deste desenvolvimento espera-se que possam, no médio prazo, conquistar seu papel na matriz.

Os leilões recentes de energia têm mostrado que a vocação do Brasil para uma matriz limpa e renovável vem se mantendo, com grande oferta de energia renovável, confirmando os parâmetros do Planejamento. Como energias renováveis têm índices muito mais baixos de emissões de CO₂, o setor de energia contribuirá para o cumprimento das metas de emissão assumidas pelo Brasil.

As fontes alternativas renováveis, que o Brasil possui em grandes quantidades, têm um papel relevante no suprimento das demandas energéticas, visualizando-se um desenvolvimento sustentado destas alternativas. A consolidação do Planejamento, um dos méritos do Novo Modelo, nos permite afirmar isto. Definitivamente, no Setor de Energia, as coisas não acontecem por acaso.

Altino Ventura Filho
Secretário de Planejamento e
Desenvolvimento Energético
Ministério de Minas e Energia

Matriz Energética Brasileira:

O uso dos ventos como fonte de produção de energia elétrica não é novo. Data de 1887 a primeira turbina de eixo vertical destinada à produção de eletricidade. Entre a concepção de 144 pás de Charles Brush e o formato hoje consagrado de três pás, um século transcorreu, o dobro do tempo despendido para dar ao relógio de Dick Tracy, ficção científica de 1946, o formato atual dos telefones celulares.

Em meados dos anos 90, a geração eólica alcançou relativo consenso tecnológico e reconhecimento como alternativa tecnicamente viável para suprimento do sistema elétrico em escala industrial. Isto, a despeito da pequena potência unitária dos aerogeradores e do comportamento temporal um tanto “exótico” e sem paralelo entre as fontes tradicionais.

Desde então, o número de aerogeradores em operação tem crescido exponencialmente, inicialmente na Europa e mais recentemente na América do Norte e na Ásia. Apesar da crise financeira internacional ocorrida em 2008, a potência instalada acumulada cresceu 68,3% desde 2007, superando 157GW ao final de 2009.

Desde os anos 90, a engenharia eólica evoluiu, sendo as realizações mais visíveis o tamanho das pás e a altura das torres, que hoje chegam, respectivamente, a 63m e a 198m de altura. Embora menos “visíveis”, são dignas de nota a evolução da potência unitária, que hoje alcança 7MW, e dos sistemas eletrônicos de controle e proteção para adequação aos requisitos elétricos da rede. Aerogeradores hoje operam em condições extremas de clima, próximos ao polo norte, ao polo sul, ou nos Andes, a 4200m de altitude. Também evoluiu o conhecimento da dinâmica dos ventos, resultando no aprimoramento da previsão de geração e da operação elétrica conjunta com as fontes tradicionais.

Ainda que se atribua a notável evolução da geração eólica ao abrigo proporcionado por políticas tarifárias ou fiscais diferenciadas, em geral motivadas por interesse estratégico de redução de dependência energética ou de redução de emissões de gases de efeito estufa, há que se reconhecer o

aumento da eficiência econômica dessa fonte para o alcance desses objetivos. De fato, à parte a fonte hídrica, cuja disponibilidade é limitada a uns poucos países, nenhuma outra fonte renovável atende simultaneamente aos dois objetivos, estratégico e ambiental, com custo inferior ao da geração eólica, nem concorre com ela em termos

“On résiste à l'invasion des armées; on ne résiste pas à l'invasion des idées”. ()*

(Victor Hugo)

de dispersão geográfica: há ventos aproveitáveis em todas as regiões do planeta.

No Brasil, onde nenhuma das motivações estratégicas que levaram o mundo a incentivar o uso dos ventos como fonte de produção de energia elétrica está presente – pelo menos não imediatamente nem na mesma intensidade – a inserção da geração eólica deve estar baseada na identificação de vantagens técnicoeconômicas dessa fonte de energia elétrica operando de forma integrada com as demais fontes.

Ainda que com base em séries históricas relativamente curtas, disponíveis para estudos energéticos da EPE, é possível demonstrar que a variabilidade conjunta com a fonte hídrica é uma vantagem técnica da geração eólica. De fato, quando correlacionadas as séries históricas de geração eólica com as de aflúências aos principais reservatórios do país, obtêm-se coeficientes de correlação linear significativamente negativos, sugerindo haver uma tendência estatística de maior atividade eólica nos períodos de menor aflúência hídrica.

Admitida a representatividade estatística dessas observações, pode-se dizer que a integração da fonte eólica ao parque gerador nacional proporciona incremento da segurança energética (ou confiabilidade de energia). E melhor: o ganho sistêmico propor-

cionado pela conjugação com a operação de reservatórios de acumulação reduz a necessidade de fontes térmicas como *backup* da geração hidrelétrica em períodos de hidrologia desfavorável.

Outra constatação até certo ponto surpreendente é que, quando computada em bases de tempo mais longas, médias mensais ou anuais, por exemplo, a variabilidade intrínseca da fonte eólica é significativamente menor do que aquela apresentada pela fonte hidráulica. Isso traz vantagens para a harmonização da geração eólica com a operação dos reservatórios das hidrelétricas.

Do exposto conclui-se que a integração da fonte eólica ao parque gerador brasileiro traz benefícios energéticos relevantes. Resta, pois, avaliar os aspectos econômicos dessa integração, isto é, se o custo desses benefícios é aceitável.

Sempre se teve a energia eólica como uma energia cara. De fato o é se levadas em conta tarifas vigentes na Europa como, por exemplo, aquela estabelecida na Alemanha que, como média de 20 anos, supera R\$ 163/MWh ao câmbio atual.

Porém, uma realidade diferente foi verificada no Brasil com o leilão realizado em dezembro de 2009. Após 76 rodadas e quase 8 horas de negociações foi alcançado um preço plenamente competitivo com o das demais fontes complementares à hidroeletricidade. O preço médio do megawatt-hora ficou em cerca de R\$ 148,00, valor 21,5% inferior ao preço teto estabelecido. Foram negociados contratos que somam mais de R\$ 19 bilhões ao longo dos 20 anos. Um sucesso absoluto!

O excelente resultado alcançado neste leilão pode ser creditado, em grande medida, à enorme quantidade de projetos em disputa. De fato, foram cadastrados na EPE 441 projetos, que juntos somavam uma capacidade instalada de mais de 13GW. Desse total foram habilitados tecnicamente 339 parques eólicos, totalizando uma capacidade instalada de cerca de 10GW, uma vez e meia maior que a potência total do Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira.

(*) Resiste-se à invasão dos exércitos; não se resiste à invasão das ideias.

Novos ventos sopram no país

Isto possibilitou que fossem contratados os parques com as melhores características técnicas e econômicas – projetos com alto fator de capacidade, baixo custo de conexão e bons pré-contratos de compra de equipamentos, dentre outros fatores.

É verdade que colaboraram para a atratividade do leilão os incentivos concedidos, tais como: isenção na cobrança do IPI para aerogeradores, benefício quanto ao ICMS em equipamentos e componentes eólicos, inclusão do empreendimento no Regime Especial de Incentivos para Desenvolvimento da Infraestrutura (Reidi) e o direito de uso dos créditos de carbono advindos dos projetos.

Outro fator importante de estímulo à geração eólica foi a adoção de um modelo próprio para a conexão das usinas à rede, com futuras subestações coletoras do sistema de transmissão, à semelhança da solução oferecida para a biomassa quando do 1º Leilão de Energia de Reserva, em agosto de 2008.

Fato é que entrarão em operação comercial, até 1º de julho de 2012, cerca de 770 aerogeradores totalizando uma capacidade instalada de 1,8GW e investimentos de R\$ 9,4 bilhões. A expressiva contratação de empreendimentos eólicos, associada à decisão de cancelar o leilão de termelétricas que ocorreria no final de 2009, mostra o empenho do governo em manter o

alto percentual de fontes renováveis na matriz energética brasileira.

O sucesso do leilão de eólica coloca a energia do vento, conjuntamente com a oriunda da cana de açúcar, como alternativa concreta para complementar a geração hidroelétrica com o máximo de fontes renováveis.

Após mais de um século de espera, a geração eólica parece estar prestes a confirmar o pensamento de Vitor Hugo: nada mais poderoso que uma ideia cuja hora é chegada.

Mauricio Tolmasquim
Presidente da Empresa de
Pesquisa Energética – EPE
www.epe.gov.br

Cepel e FINEP celebram Convênio para confecção de novo Atlas Eólico para o país

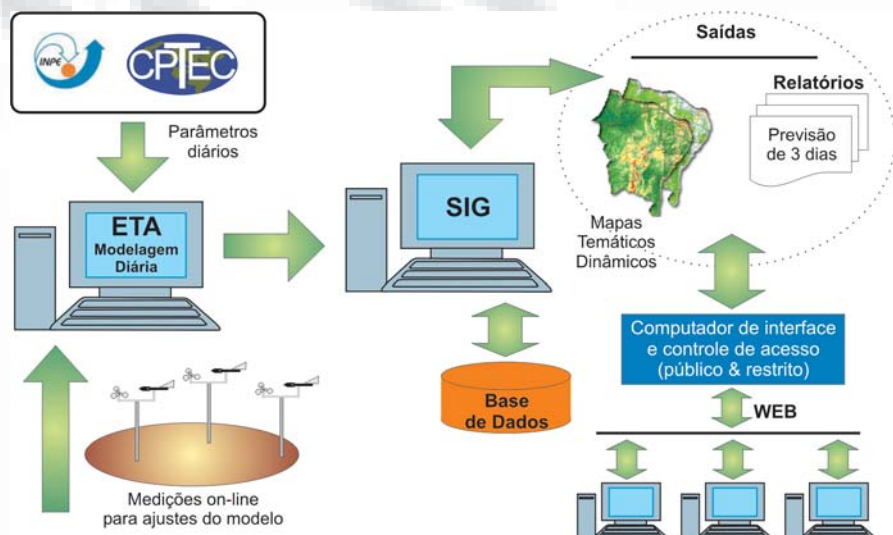
O Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, editado em 2001 pelo Cepel, foi elaborado com base em um modelo de mesoescala, comercializado por empresa estrangeira. Ele apresenta uma série de incertezas para algumas regiões do Brasil, devido às limitações técnicas dos modelos disponíveis na época, entre elas, a baixa resolução dos modelos de relevo e de rugosidade e a ausência de registros de superfície suficientes para aferição dos dados. Em função destas limitações, nas regiões de relevo complexo, é comum

os ventos encontrarem-se deslocados cerca de algumas dezenas de quilômetros do ponto indicado no mapa eólico georreferenciado e as grandezas apresentarem diferenças significativas em relação aos valores medidos. Vale citar que o Atlas foi pioneiro no uso de modelo de mesoescala para o levantamento do potencial eólico em todo o território nacional onde, apesar das limitações, tem sido bastante utilizado, principalmente, no desenvolvimento de projetos de usinas eólicas.

Face a esses fatos, e ao rápido de-

envolvimento da tecnologia dos aerogeradores, que já alcançam cerca de 120 metros de altura, foi celebrado um Convênio entre o Cepel e a FINEP para o desenvolvimento de um Atlas Dinâmico do Potencial Eólico Brasileiro, a partir de uma plataforma de alto desempenho, utilizando-se ferramenta SIG (Sistema de Informação Geográfica), e por um modelo climatológico de mesoescala (ETA), que estará disponível para a sociedade através da Internet. O novo Atlas disponibilizará dados de superfície de qualidade e simulações numéricas de vento para 80, 100 e 150 metros de altura. Pretende-se usar dados obtidos através de reanálises de longa duração elaboradas pelo CPTEC/INPE. Esta nova metodologia possibilitará que o Atlas apresente uma grade de prognósticos diários de vento sobre todo território nacional, com até 72 horas de antecedência, visando facilitar a programação de despacho de energia das usinas eólicas. Além disso, o Atlas também poderá ser utilizado em cálculos estruturais e na prevenção de eventos causados por ventos intensos.

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



O Desafio Solar Brasil: os

A pouco mais de dois anos, a equipe do Pólo Náutico da UFRJ decidiu participar de uma competição internacional para pequenos barcos com propulsão elétrica acionada por módulos fotovoltaicos e baterias. O evento – “**Frisian Solar Challenge**” – é realizado na Holanda a cada dois anos nos canais da província de Frísia, no norte do país, e reúne equipes das principais universidades européias, centros de pesquisa, empresas de navegação e escolas técnicas.

Nesta competição, realizada em junho de 2008, a equipe da UFRJ conquistou o quarto lugar na classe A entre 26 concorrentes. O evento ofereceu aos competidores uma grande oportunidade de conhecer de perto o que vem sendo feito de mais significativo na utilização de módulos fotovoltaicos e outras fontes alternativas de energia.

Foi possível perceber a perspectiva de grande crescimento na utilização de tecnologias que utilizam diferentes combinações de módulos fotovoltaicos e equipamentos elétricos, não só no que se refere à indústria de transporte e mobilidade urbana, como também na utilização sistemática de fontes alternativas no suprimento de energia elétrica.

O quarto lugar gerou grande repercussão, tanto na UFRJ, quanto na mídia em geral. Tal resultado estimulou a criação de uma linha permanente de pesquisa e desenvolvimento que vem promovendo a articulação de diversos grupos da UFRJ e de outras instituições. A primeira grande iniciativa deste grupo possibilitou a organização de uma competição nacional – o **Desafio Solar Brasil 2009** – que ocorreu no período de 24 a 31 de outubro de 2009 nas águas da Baía da Ilha Grande, na cidade de Paraty (estado do Rio de Janeiro), constituindo-se na primeira prova realizada no mar.

O Desafio Solar Brasil contou com o apoio de diversas instituições (conforme ilustrado na figura da página ao lado), entre as quais o Cepel, através do Convênio MME-Cepel nº 018/2004.

Na Holanda foi possível perceber a dificuldade dos grupos que trabalham apenas com a parte elétrica na construção dos barcos. Assim, para esti-

mular a participação equilibrada dos grupos, que teriam dificuldades de projetar e construir as embarcações, decidiu-se criar uma categoria de pequenos catamarãs projetados e construídos pelo Pólo Náutico, que seriam fornecidos juntamente com os módulos adquiridos com recursos cedidos pela FINEP e com baterias cedidas pelo fabricante (Moura). Desta forma, a prova foi realizada com 11 embarcações, 8 catamarãs e 3 monocascos.

A competição estimulou novos desenvolvimentos e atingiu plenamente

o objetivo de divulgar as possibilidades e o potencial do aproveitamento da energia solar fotovoltaica. Foram 200 participantes entre professores universitários, alunos de graduação e de escolas técnicas, e membros de instituições de desenvolvimento do setor náutico, sendo que todos se qualificaram no uso da tecnologia. Não podem ser previstos precisamente todos os desdobramentos resultantes da atuação desses novos atores. Mas já ecoam notícias sobre integrantes do Instituto Náutico de Paraty que estariam sendo



Avaliação das condições de funcionamento das embarcações.



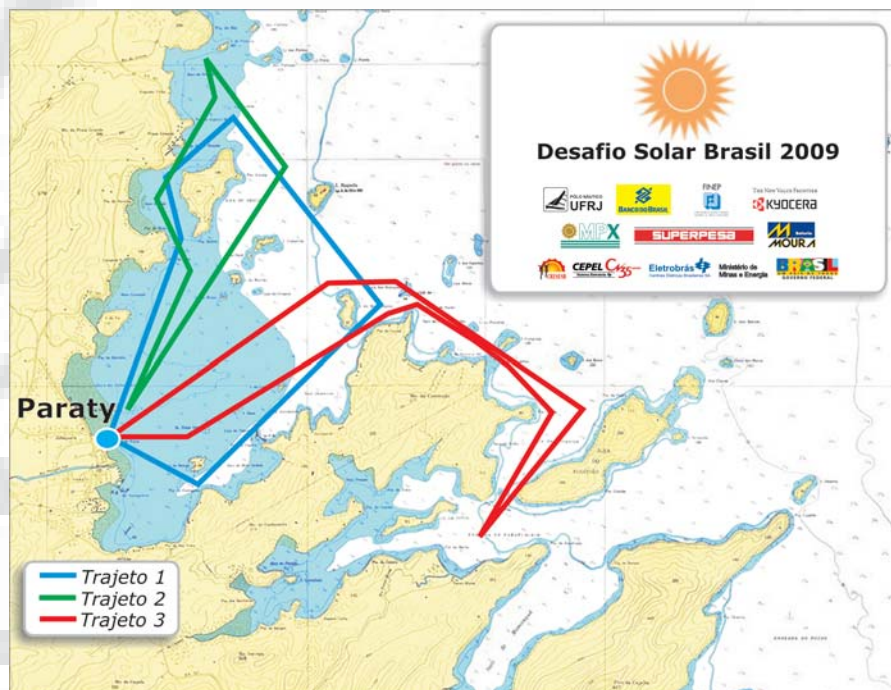
Participantes da competição no momento da largada.

ecos de uma competição

procurados para realizar projetos e instalações de sistemas fotovoltaicos em embarcações e residências no município, bem como sobre a organização de novos laboratórios de pesquisas no IFF (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense) de Cabo Frio que resultará na formação de outros novos projetos. O eco na mídia também promove um debate público sobre alternativas energéticas menos poluentes.

Competições tais como a “*Frisian Solar Challenge*”, o “Desafio Solar Brasil”, o “*Baja Bugy*”, a “Fórmula SAE” e o “*Aero Design*” ainda despertam polêmicas no meio universitário. Muitos ainda as veem como brincadeiras caras e inconsequentes. No entanto, é inegável que vêm promovendo notável desenvolvimento em diversos campos da engenharia, oferecendo possibilidade de execução de trabalho cooperativo e, sobretudo, estimulando a realização de serviços de engenharia completos, do projeto à construção e teste de protótipos e componentes, envolvendo professores, técnicos, pesquisadores e alunos de graduação e pós-graduação. Enquanto o objetivo estiver focado na qualificação e no debate, estas competições podem representar estratégias mais eficazes do que os pequenos seminários.

Após a participação brasileira na competição na Holanda e, posteriormente, com a realização do Desafio Solar Brasil, o trabalho de pesquisa e desenvolvimento ganhou maior abrangência e aprofundamento e passou a envolver grupos que trabalham com usinagem e fabricação de componentes mecânicos, projeto e fabricação de componentes elétricos e eletrônicos (tais como motores e inversores), intensificando-se a cooperação com fabricantes destes componentes e de baterias. No momento estão em desenvolvimento projetos de duas embarcações para o transporte de passageiros entre a Ilha do Fundão e o Centro da cidade do Rio de Janeiro, entre outros trajetos. Desde o princípio, estes projetos foram pensados como embarcações híbridas. Novos problemas surgiram, cujas soluções estão em estudo. Também surgiram ideias para peque-



Trajetos previstos ao longo da competição.

nos veículos elétricos de carga ou trajeto para atender às necessidades da UFRJ.

O interesse crescente no assunto é evidenciado com uma maior participação brasileira na próxima edição da “*Frisian Solar Challenge*”, a ser realizada em julho de 2010. A UFRJ participará com três embarcações que terão sistemas elétricos muito superiores aos utilizados na primeira edição, em 2008. A UFSC, que participou do Desafio Solar com o Catamarã do Pólo Náutico, pretende participar com um monocasco projetado e construído na própria Universidade.

Todas as equipes brasileiras têm possibilidade de obter bons resultados como consequência da experiência e do conhecimento acumulados nos últimos anos.

Neste sentido, é importante destacar que a filosofia adotada na competição holandesa é muito interessante por estimular a utilização racional da energia. Durante os seis dias de competição, os percursos são longos e a energia disponível é pequena. São necessários cinco módulos fotovoltaicos de 180W e uma bateria de 80Ah - 12V que só poderá ser carregada pelos módulos da embarcação. O percurso to-

tal é de cerca de 230km em seis dias de competição, com mais o prólogo de 10km na abertura. Para cumprir o percurso no menor tempo possível é preciso que os projetos do casco e do hélice possuam altas eficiências, além de uma boa estratégia de gerenciamento da energia disponível. Enfim, realmente um desafio que estimula a criatividade e abre perspectivas para novas aplicações.

Maiores informações sobre a competição “*Frisian Solar Challenge*”, recentemente denominada “*World Cup for Solar Powered Boats*” (Copa Mundial de Barcos Movidos a Energia Solar), estão disponíveis na Internet em <http://www.frisiansolarchallenge.nl/en>.

Contatos com os autores podem ser feitos através do endereço eletrônico mauricio.a.n.oliveira@gmail.com.

Fernando Antonio Sampaio Amorim
Professor do Depto. de Engenharia
Naval da UFRJ e Coordenador do
Laboratório Polo Náutico

Mauricio Aguilar Nepomuceno de
Oliveira e Rafael B. Duarte Coelho
Pesquisadores do
Laboratório Polo Náutico

A Estratégia do Reino Unido

15% da energia gerada será proveni

O Reino Unido vem se destacando em suas ações para redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE), o que inclui planos ambiciosos na área de energia. Em julho de 2009 foram lançadas duas iniciativas importantes para nortear as ações de mitigação de GEE: o Plano de Transição para uma economia de baixa emissão de carbono e a Estratégia de Energias Renováveis.

O desafio da transição

Enquanto o Plano de Transição proposto apresenta iniciativas para cortar 34% das emissões até 2020 (considerando 1990 como base) nos principais setores, a Estratégia de Energias Renováveis detalha as ações específicas para o setor, uma vez que a produção e consumo de energia tem peso significativo nos esforços de corte de emissões.

As ações delineadas nos dois documentos formarão a base para que o país cumpra o compromisso assumido pelo governo britânico, no âmbito da União Européia, de produzir 15% de toda sua energia a partir de fontes renováveis até 2020. Isso significará um aumento de quase sete vezes a participação das energias renováveis na matriz energética britânica em 2008, de 2,25%.

O Gráfico, ao lado, apresenta informações sobre o uso atual de fontes renováveis para geração de eletricidade. Estima-se que um adicional de 30 a 40GW poderão vir da energia eólica (*onshore* e *offshore*).

O sucesso dessas ações estará diretamente relacionado, entre outros, a capacidade do país em alterar significativamente a oferta interna de energia limpa (renováveis, nuclear e carvão limpo), reduzir as emissões no setor de transporte e consumir energia de forma mais eficiente.

O plano de transição

O plano de transição está diretamente ligado aos desafios energéticos, uma vez que prevê 40% de gera-

ção de eletricidade a partir de fontes de baixa emissão de carbono em 2020 (30% de fontes renováveis e 10% de energia nuclear e carvão limpo - leia-se: métodos de captura e armazenagem de carbono), além de grandes investimentos em eficiência energética.

As projeções para a demanda de energia em 2020 indicam que, para alcançar 15% de energia renovável até 2020, seria necessário um aumento de aproximadamente 40TWh em 2008 para cerca de 240TWh em 2020.

Análises demonstram que é viável alcançar essa meta considerando a seguinte proporção de consumo proveniente de energias renováveis em cada setor: a) aproximadamente 30% da demanda de eletricidade (atualmente em torno de 5,5%), incluindo 2% de fontes de pequena escala (117TWh); b) 12% da demanda de aquecimento (72TWh) e; c) 10% da demanda de transporte (49TWh).

Dessa forma, novos investimentos em infraestrutura de baixa emissão de carbono serão necessários, assim como o gerenciamento dos riscos associados à confiabilidade e segurança no abastecimento.

Grande parte desses investimentos se dará em energia eólica, *onshore* e

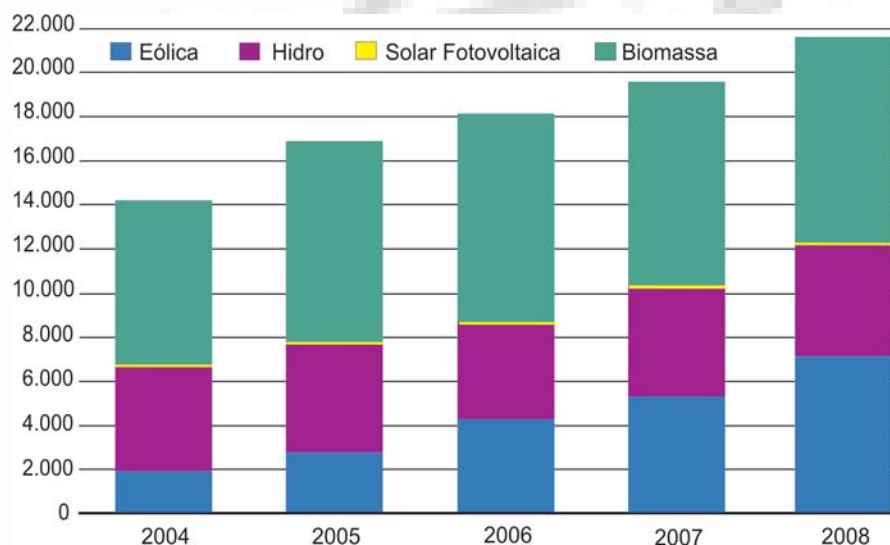
offshore, além de energia de ondas e marés, biomassa e captura e armazenagem de carbono (CCS na sigla em inglês). A expectativa é que com o desenvolvimento dessas novas fontes de energia, a importação de gás seja reduzida entre 20% e 30% comparado a demanda em 2020.

Estratégia de Energias Renováveis

A Estratégia de Energias Renováveis, publicada em julho de 2009, define como o governo irá alcançar a meta britânica de 15% de energia gerada a partir de fontes renováveis até 2020, incluindo o setor de transportes.

Estima-se que as tecnologias que irão dominar o mercado de eletricidade renovável em 2020 são energia eólica *onshore* e *offshore* e biomassa. A Tabela, ao lado, ilustra o tamanho do desafio.

Os dados apresentados demonstram que grande parte da futura geração será proveniente da energia eólica. No entanto, o Reino Unido está investindo também em estudos para avaliar o potencial de geração de energia de ondas e marés e geotérmica. Estão em andamento análises do po-



Eletricidade gerada por fontes renováveis, em GWh.

(Fonte: Digest of UK Energy Statistics 2009 (DUKES) disponível em:

<http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/statistics/source/renewables/renewables.aspx>)

para Energias Renováveis: ente de fontes renováveis até 2020

tencial do uso de energias de marés que irão subsidiar possíveis investimentos do governo no estuário *Severn*, que apresenta um potencial de geração de eletricidade estimado em até 8,6GW.

Energia Eólica

A energia eólica *offshore* é a fonte renovável que mais cresce no Reino Unido, uma vez que o país apresenta o maior potencial eólico na Europa, 33% do total. O Reino Unido tem se destacado na construção de parques eólicos *offshore* devido também à sua *expertise* em construções marítimas *offshore* para a indústria de petróleo e gás natural, ratificando sua posição de liderança mundial de energia eólica *offshore*.

A expectativa é de que a indústria eólica do Reino Unido possa criar até 70.000 empregos e gerar 75 bilhões de libras para a economia do país. Oito parques eólicos *offshore* já operam no país, com potência instalada em torno de 700MW, e outros quatro parques já estão em construção.

Novas concessões foram aprovadas recentemente (em nove zonas costeiras) para desenvolvimento de projetos de parques eólicos *offshore* até 2020, que poderá gerar um adicional de 32GW de energia limpa, somado aos 8GW já concedidos em rodadas anteriores. Estima-se que este potencial poderá suprir quase toda a demanda residencial do Reino Unido.

Mecanismos financeiros foram criados especialmente para fomentar a geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, como, por exemplo, os certificados verdes (ou ROC - *Renewable Obligation Certificate*). Estes certificados ganharam um peso maior, mais recentemente, para geração de energia eólica *offshore* de larga escala. O certificado, que valia um ponto por cada MWh gerado de energia eólica, passou a valer 2 pontos por MWh gerado. Estima-se que essa iniciativa irá gerar um montante de £400 milhões a mais para apoiar o setor *offshore*. Os planos do governo incluem, ainda, investimen-

Volume de Eletricidade	Energia Eólica on shore (MW)	Energia Eólica off shore (MW)	Biomassa e SRF (MW)
Capacidade Anual Instalada (MW)	1850	394	576
Capacidade Consentida (MW)	3760	3282	748
Em Planejamento (MW)	7750	2085	491
Energia no Reino Unido até 2020 (%)	1,8	3,2	1,3
Total de MW necessários até 2020	13000	18000	4000
Indicativo total de gastos (£ bilhões)	13	36	6

Capacidade atual instalada para geração de eletricidade a partir de energia eólica e de biomassa e total necessário até 2020.

(Fonte: <http://www.restats.org.uk>)

tos no montante de £50 milhões destinados à testes das instalações para energia eólica *offshore*.

Uma rede mais inteligente

O governo britânico vem trabalhando também para garantir uma conexão mais rápida e inteligente às novas fontes de energias renováveis. As ações a serem implementadas deverão contemplar incentivos para encorajar companhias de transmissão e distribuição a investirem um montante equivalente a £4,7 bilhões. O governo também irá investir em uma nova rede *offshore*, que deverá trazer oportunidades para investimentos de até £15 bilhões.

Já estão em andamento discussões, com outros países europeus, sobre uma "super rede" integrada, no Mar do Norte, uma vez que o Reino Unido precisará ser conectado ao norte Europeu para transmitir a eletricidade excedente para o continente. Quando concluída, permitirá ao Reino Unido não apenas exportar a energia excedente para mercados deficitários, mas também estocar em usinas hidrelétricas de países como Noruega e Suécia. A rede, que demandará investimentos multibilionários, também lidará com a natureza intermitente do

vento, distribuindo o suprimento de energia por uma área maior quando o vento soprar, e aproveitando o suprimento armazenado quando não houver disponibilidade de vento.

A transição para uma economia de baixa emissão de carbono não irá se materializar sem grandes desafios. E o nosso grande desafio será produzir uma enorme quantidade de energias renováveis, ao mesmo tempo em que trabalhamos para tornar a nossa rede mais inteligente e receptiva para este novo tipo de energia.

Acreditamos, ainda, que a grande ênfase na área de energia irá contribuir também para o país recuperar, em parte, sua auto-suficiência energética, com uma redução na dependência de combustíveis fósseis e maior segurança em futuras ofertas de energia.

Maiores informações sobre a atuação do governo britânico no Brasil podem ser obtidas diretamente com a Sra. Juliana Falcão, através do telefone (61) 3329-2368 ou do endereço eletrônico juliana.falcao@fco.gov.uk.

Alan Charlton
Embaixador Britânico no Brasil
Consulado Britânico
<http://ukinbrazil.fco.gov.uk>

ELETROSUL em parceria com UFSC, a instalação de sistema fotovoltaico

7 Toda energia que recebemos diariamente é oriunda do sol. Ele é considerado uma fonte eterna de energia, amplamente disponível e gratuita. Em um único dia incide sobre a superfície terrestre mais energia oriunda do sol que a demanda energética total de todos os habitantes do planeta durante um ano. A média anual da energia solar incidente no Brasil é de 1500 a 2300kWh/m²/ano.

Segundo Ricardo Rüther, professor da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC/LabSolar), “a radiação solar na região mais ensolarada da Alemanha, país que mais investe em energia solar, é 40% menor do que na região menos ensolarada do Brasil”.

Caso fosse possível cobrir todo o território de Santa Catarina com painéis fotovoltaicos, o potencial estimado de geração seria de aproximadamente 8000GW.

Neste sentido, e tendo em vista os problemas de poluição do meio ambiente por combustíveis fósseis, as crescentes dificuldades na obtenção de licenciamento ambiental de projetos de usinas hidrelétricas, a redução nos custos de produção dos módulos fotovoltaicos e as condições extremamente favoráveis de irradiação solar no Brasil, a energia solar se apresenta como uma fonte bastante interessante a ser explorada, tal como já acontece na Alemanha, Espanha, EUA e Japão, líderes no desenvolvimento e utilização desta tecnologia.

O Projeto

Neste contexto, visando o desenvolvimento sustentável, comprometida com o meio ambiente, e com o objetivo de ser o ponto de partida para o desenvolvimento da energia solar no Brasil e na América Latina, a ELETROSUL, com o apoio da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC/LabSolar), do Instituto IDEAL e do banco alemão *KfW Bankengruppe*, lançou o projeto “MEGAWATT SOLAR”.

O projeto consiste na implantação de um sistema fotovoltaico para gera-

ção de energia elétrica, com capacidade de aproximadamente 1MWp, que estará integrado ao edifício sede da ELETROSUL e às áreas de estacionamento adjacentes, a ser conectado à rede pública de distribuição (geração distribuída).

O edifício sede da ELETROSUL será o primeiro prédio público brasileiro a utilizar a tecnologia BIPV (*Building Integrated Photovoltaic*) conectado à rede elétrica em larga escala. Apresenta-se abaixo uma planta simplificada do projeto MEGAWATT SOLAR.

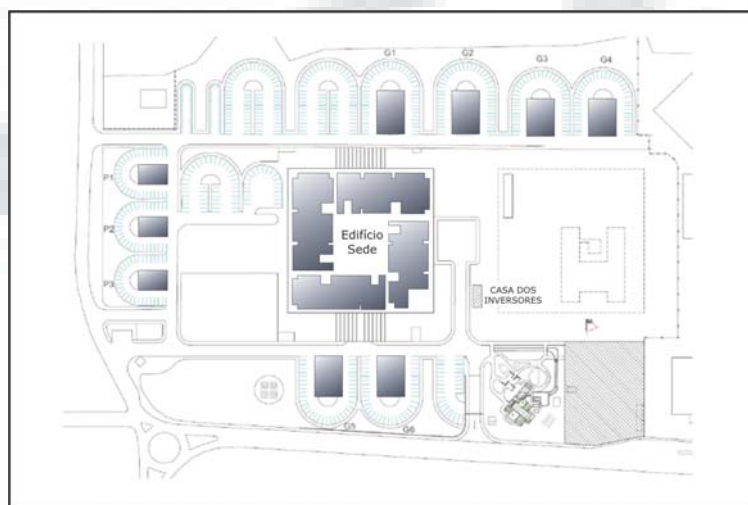
Neste projeto pretende-se utilizar módulos de silício policristalino ou monocristalino nas coberturas dos estacionamentos laterais (G1-G6) e na cobertura do edifício sede, assim como, módulos de silício amorfo (filme fino) nas coberturas dos estacionamentos

frontais (P1-P3). Um quadro resumo das instalações previstas no projeto MEGAWATT SOLAR com respectivas áreas de cobertura e expectativa de geração é mostrado abaixo.

Além do apoio da UFSC na fase de projeto, está prevista a contratação de consultoria de empresa internacional especializada em projetos solares para dar suporte e acompanhamento ao projeto, construção (obras civis) e operação da planta. Atualmente o projeto MEGAWATT SOLAR está em fase de aprovação junto a Eletrobrás.

Investimento

Através da experiência obtida com uma planta piloto fotovoltaica, já implantada na empresa, e estimativas de preços fornecidos pelo banco KfW pa-



Planta simplificada do projeto MEGAWATT SOLAR.

	Potência Instalada (kWp)	Qtde. de módulos	Tipo de célula	Área (m ²)	Expectativa de geração (MWh/ano)
Cobertura edifício sede	680,40	3.240	p-si/m-si	5.026,54	793,15
Estacionamentos maiores G1 - G6	322,14	1.536	p-si/m-si	2.704,00	401,90
Estacionamentos menores P1 - P3	35,90	264	a-si	690,00	45,00
Total	1.038,44	5.040	-	8.420,54	1.240,05

Quadro resumo das instalações previstas pelo projeto MEGAWATT SOLAR.

Instituto IDEAL e Banco KfW planeja de 1 MWp conectado à rede elétrica

ra os módulos fotovoltaicos hoje comercializados na Europa, foi realizada uma estimativa de investimento para o projeto MEGAWATT SOLAR, que totaliza aproximadamente 10 milhões de reais. A previsão de implantação do projeto é 2011, com estimativa de um período de 6 a 12 meses para instalação completa.

Comercialização da Energia

A proposta do projeto MEGAWATT SOLAR não se resume a apenas ser o ponto de partida para a exploração da energia solar no Brasil e América Latina, ou mesmo incorporar ao *portfólio* da ELETROSUL mais um empreendimento de energia sustentável e moderna. Será objetivo deste projeto também iniciar o desenvolvimento de um mercado novo para a energia elétrica onde o cliente se importa com a origem da produção, um mercado de "Energia Verde", como já existe em diversos países da Europa.

Embora os custos para implantação de plantas de energia fotovoltaica tenham caído vertiginosamente no mundo, o custo desta energia ainda é muito superior à realidade brasileira, com matriz predominantemente hidrelétrica. No entanto, como a preocupação com o futuro do planeta tem sido cada vez maior, influenciando até

mesmo nas decisões de compra do consumidor final, vislumbra-se um mercado de energia onde haverá espaço para produtos sensivelmente mais caros, mas que venham ao encontro de políticas empresariais comprometidas com a sustentabilidade. Uma das ferramentas já utilizadas na Europa para tornar atrativo este tipo de produto é a aplicação de um Selo de Energia Verde ou Solar que poderá ser utilizado pela empresa compradora em seus meios de comunicação e, até mesmo, agregar valor ao seu produto final.

O desenvolvimento deste Selo será realizado por uma instituição isenta que terá como objetivo certificar plantas de geração de energia proveniente de fontes limpas. Atualmente, tratativas com a agência alemã de cooperação técnica, GTZ (*Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit - GTZ GmbH*), e o Instituto IDEAL estão sendo conduzidas para colaboração nesse processo.

De forma a minimizar o impacto deste alto custo da energia, pretende-se comercializá-la em pequenos lotes com consumidores livres e/ou especiais, associada ao selo de "Energia Verde", de tal forma que resulte em um impacto mínimo no custo total de aquisição de energia por cada cliente e proporcione impacto positivo de imagem a partir desta associação.

Planta Piloto Fotovoltaica

Para fins de prospecção dos resultados do projeto MEGAWATT SOLAR, além de adquirir experiência, conhecimento e difundir o uso desta nova tecnologia, a ELETROSUL implantou uma planta piloto fotovoltaica no estacionamento P2 do seu pátio (conforme Figura abaixo), o qual está em operação desde fevereiro de 2009 e tem medições consolidadas desde junho do mesmo ano.

Esta planta possui 88 módulos fotovoltaicos de silício amorfo (a-Si), tipo filme fino, totalizando cerca de 12kWp. Sua previsão de geração é da ordem de 15MWh de energia elétrica por ano, com fator de capacidade de 13,6%. Estima-se que a energia elétrica gerada seja equivalente ao consumo anual de 7,5 residências, reduzindo algo em torno de 4,7 ton/ano de emissão de CO₂ na atmosfera.

Entre junho de 2009 e fevereiro de 2010 esta planta piloto produziu cerca de 10,5MWh, superando ligeiramente a expectativa de produção no período.

O projeto MEGAWATT SOLAR é mais um exemplo da aderência da empresa em relação à sua responsabilidade quanto ao Meio Ambiente.

A política de investimentos e a busca da excelência na gestão empresarial estão alinhadas com as políticas públicas do governo federal que têm dado suporte para o crescimento e desenvolvimento continuado do País. Neste particular, responsável por obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), a ELETROSUL cumpre seu papel na expansão da infraestrutura eletroenergética, de suma importância para a manutenção do forte ritmo de crescimento que o Brasil vive hoje.

Informações adicionais podem ser obtidas por meio de consulta a Ediu Campos e Rafael Takasaki, através dos e-mails: ecampos@eletrosul.gov.br e takasaki@eletrosul.gov.br.



Planta piloto de geração fotovoltaica instalada desde fevereiro/2009.

Sistema fotovoltaico conectado à rede de 12kWp entra em operação em Magé-RJ

Em dezembro de 2009 entrou em operação o segundo maior sistema fotovoltaico conectado à rede (SFCR), no Rio de Janeiro, instalado no Colégio Estadual Agrícola - CEAGRIM, Magé. Este sistema havia sido instalado no final de 2004 com recursos do Instituto Kinder do Brasil, porém após 24 meses de operação foi desativado devido a problemas técnicos, tais como, a baixa isolamento no cabeamento dos módulos e o sobreaquecimento nos inversores.

O sistema originalmente instalado era constituído por 100 módulos fotovoltaicos de 100Wp, de silício monocristalino, interligados em paralelo, divididos em 7 conjuntos, conectados a 7 inversores modelo SolarStar 1500W, fornecidos pela empresa Wurth Energia Solar do Brasil, do grupo de origem alemã, Würth Elektronik, perfazendo a potência instalada de 10kWp.

Durante o período de garantia, o SFCR funcionou bem, proporcionando uma redução considerável no consumo de energia. Porém, a partir do início de 2007, os inversores tornaram-se sucessivamente inoperantes, até que por falta de assistência técnica no Brasil, o SFCR foi desativado.

Em meados de 2009 foi estabelecida a Parceria de Cooperação Tecnológica entre o Colégio CEAGRIM, o Instituto Kinder do Brasil e a empresa ProNet Eletrônica, cujos objetivos foram a revitalização e a expansão do SFCR, a instalação de um Centro de monitoração computadorizado para a aquisição e armazenamento dos dados de geração fotovoltaica, e a capacitação e treinamento de alunos e professores.

Para realização da revitalização, foi necessária, além do reparo dos inversores inoperantes, a revisão completa de toda a instalação original, que demandou a execução de novo sistema de aterramento, e a instalação de caixas de junção com protetores de surto, para prevenção contra descargas atmosféricas. Além disso, o cabeamento de interligação dos módulos fotovoltaicos até o armário dos inversores, que apresentava baixa iso-



Vista geral do quadro de inversores (após reparo), do atual Centro de Monitoração com os inversores Enersolis e dos módulos fotovoltaicos que integram o sistema de 12,2kWp.

lação, foi repassado através de conduítes externos e caixas de passagem, a prova de tempo.

A expansão do SFCR foi implementada com a adição de um arranjo fotovoltaico constituído por 42 módulos de silício monocristalino de 53Wp, sendo 2 conjuntos conectados em paralelo, com 21 módulos interligados em série, totalizando uma potência de 2,2kWp.

A injeção de energia foi feita através do inversor Enersolis ES5000 da marca Ablere, que deverá ser montado no Brasil pela ProNet Eletrônica, a partir de 2011. Como o inversor Enersolis é do tipo "Multi-String" com 2 conversores MPPT (*Maximum Power Point Tracker* ou Seguidor do Ponto de Máxima Potência) independentes, que possibilita a conexão de 2 arranjos com tensões diferentes, foram transferidos 2,8kWp, de módulos da instalação original para a outra entrada do inversor ES5000, sendo conectados 4 subconjuntos em paralelo com 7 módulos interligados em série. O SFCR passou a operar com a capacidade ins-

talada de 12,2kWp e com a estimativa de produzir 16MWh por ano.

Após quatro meses de operação, foram adicionados 2 novos inversores Enersolis, ES2200 e ES4200 sendo remanejados outros 5,4kWp de módulos, permanecendo apenas 2 inversores Wurth SolarStar em operação, conectados a 1,8kWp da instalação original. Desde então, o Centro de Monitoração está coletando e armazenando os dados de geração fotovoltaica dos 3 inversores Enersolis, conectados em rede RS485 a um computador.

Os dados são disponibilizados em forma de gráficos na tela do monitor, com a geração diária, mensal e anual e podem ser exportados em formato de planilha Excel. O sistema também permite a monitoração em tempo real via *Internet*. Maiores informações podem ser solicitadas através do *e-mail* abaixo, assim como o agendamento de visitas guiadas ao CEAGRIM.

Claudio Cittadino
ProNet Eletrônica
pronet.solar@uol.com.br

Oficina debate o uso de sistemas fotovoltaicos para microrredes isoladas e interligados à rede

O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Energias Renováveis e Eficiência Energética da Amazônia (INCT-EREEA), através de seus grupos membros, Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos (LSF) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo, e Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (GEDAE) da Universidade Federal do Pará (UFPA), em cooperação também com o Programa *Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo* (CYTED) - no âmbito da ação de Coordenação “*Desarrollo y Difusión de la Generación Distribuida com Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red*”, a Associação Brasileira de Energia Solar (ABENS), a Seção Brasileira da *International Solar Energy Society* (ISES do Brasil), e as Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (ELETRONORTE), realizou em fevereiro de 2010, em Belém, PA, a Oficina de Trabalho sobre Sistemas Fotovoltaicos para Microrredes Isoladas e Interligados à Rede Elétrica. O evento contou com 117 participantes e foi dividido em duas oficinas de trabalho.

A primeira delas tratou do tema “**O Atendimento Elétrico Isolado do Sistema de Distribuição: Sistemas**

Individuais e Microrredes”, tendo o objetivo de apresentar as experiências e discutir as lições aprendidas com a utilização de sistemas individuais de geração com fontes intermitentes e sistemas de geração descentralizada com energia renovável e distribuição por microrredes. O interesse pelo tema é que existem no país diversas experiências em atendimento elétrico disperso que não foram socializadas e discutidas. Acrescenta-se a isso a carência de uma discussão mais aprofundada sobre a formalização das microrredes que utilizam fontes intermitentes. Diante dessa situação e da constatação da existência de inúmeras comunidades com concentração e densidade espacial que não justificam a implantação de sistemas individuais de geração com fontes intermitentes (SIGFI), o INCT-EREEA e o LSF-IEE/USP consideram oportuna a socialização e discussão das experiências, dificuldades e possíveis soluções sobre o assunto.

Após a apresentação de palestras, foram iniciadas discussões com participação efetiva da audiência, que durou mais de uma hora, deixando clara a importância do tema. Nos intervalos foram feitas demonstrações de um Sis-

tema Fotovoltaico Conectado à Rede, dois Sistemas Individuais de Geração com Fontes Intermitentes, e kits educacionais sobre energia solar para ensino fundamental e médio; essas demonstrações foram conduzidas pelos alunos de graduação e pós-graduação do GEDAE/UFPA e do LSF-IEE/USP.

A segunda oficina tratou do tema “**Geração Distribuída com Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede**”, e teve por objetivo apresentar a experiência brasileira com sistemas fotovoltaicos conectados à rede. A importância deste tema é justificada pelo fato de a geração distribuída de eletricidade com sistemas fotovoltaicos conectados à rede ser caracterizada por pequenas plantas geradoras conectadas à rede de distribuição de eletricidade, em média ou baixa tensão. São geradores com potências entre 1kW e 1000kW, espalhados ao longo da rede elétrica, e instalados, em geral, próximos a centros de consumo, de forma a evitar perdas técnicas na transmissão e distribuição e a adiar investimentos no aumento da capacidade de transporte das linhas de transmissão e distribuição.

Também foram realizadas duas visitas técnicas; a primeira delas feita ao prédio do Laboratório de Energias Renováveis e Eficiência Energética do GEDAE, construído com apoio da FUNDAÇÃO VITAE, FINEP/CT-INFRA, ELETRONORTE e REDE CELPA, e que também abrigará a sede do INCT-EREEA. A segunda visita teve o objetivo de apresentar os laboratórios do Centro de Tecnologia da ELETRONORTE. Os trabalhos encerraram-se com outra sessão de discussões sobre os sistemas conectados à rede, que também teve mais de uma hora de duração.

O evento foi considerado um sucesso por todos, tendo contribuído para fomentar o debate sobre a efetiva utilização da energia solar fotovoltaica, tanto nos sistemas isolados quanto nos conectados à rede.



Apresentação de palestra durante a Oficina.

João Tavares Pinho
UFPA / GEDAE
jtpinho@ufpa.br

Atlas Eólico do Estado do Paraná: com Medições Adicionais e

O Mapa Eólico do Estado do Paraná, publicado pela COPEL em 1999, foi elaborado a partir dos dados do Projeto Ventar, que se baseia em uma campanha de monitoramento da velocidade do vento através de 25 estações de medição de custo reduzido, em dados de terreno e relevo de cartas topográficas e de uso do solo simplificadas com resolução superficial de 2km x 2km, e em simulações numéricas de camada limite de ventos com modelos computacionais convencionais de conservação de massa georeferenciados (*WindMap*).

As estações de medição encontravam-se em estruturas simplificadas, torres de comunicação existentes ou postes de concreto com extensão em tubo de alumínio atingindo alturas de 18 a 20 metros. Considerando-se que o potencial eólico estava referenciado a 50 metros de altura do solo, foram empregadas ferramentas matemáticas para a extrapolação dos dados de vento, o que acarretou algumas imprecisões ou incertezas.

Os modelos convencionais de conservação de massa (*WindMap*, *Brower & Co*) ou *Jackson-Hunt*, devido às suas características mais simplificadas, e por não incorporarem importantes fenômenos atmosféricos, podem não ser adequados para a definição da posição dos aerogeradores em áreas de relevo complexo.

Com o objetivo de reavaliar o potencial eólico do Estado do Paraná, a partir da adoção de técnicas e ferramentas computacionais mais modernas, a partir de 2003, através de um projeto de pesquisa e desenvolvimento com a participação da COPEL, do LACTEC e da Camargo Schubert, foi elaborado um novo mapa eólico para o Estado do Paraná, que tem por base uma nova campanha de medições de ventos e o emprego de uma nova metodologia.

Esta nova metodologia de mapeamento eólico foi desenvolvida considerando os seguintes aspectos:

- Adoção de base de dados composta pelas medições das 25 torres

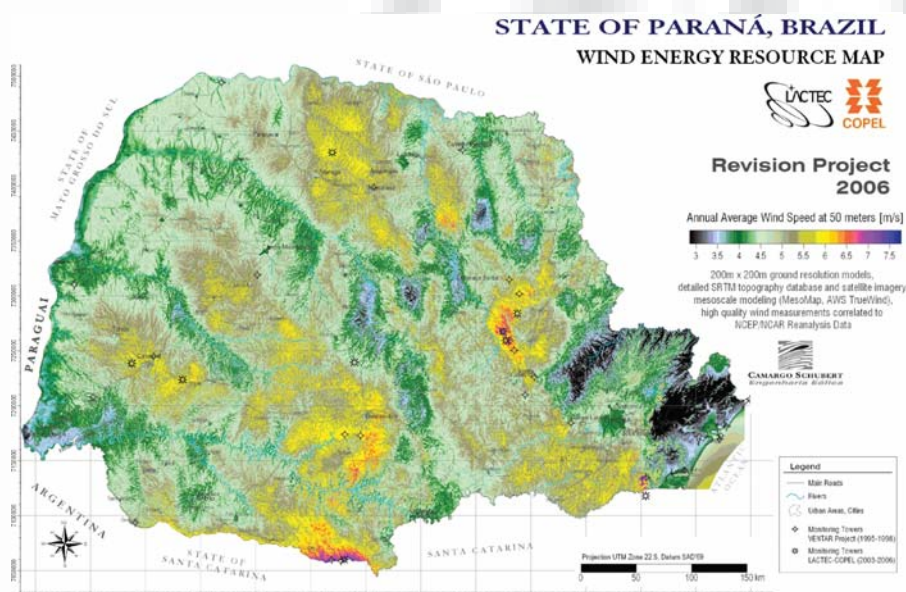
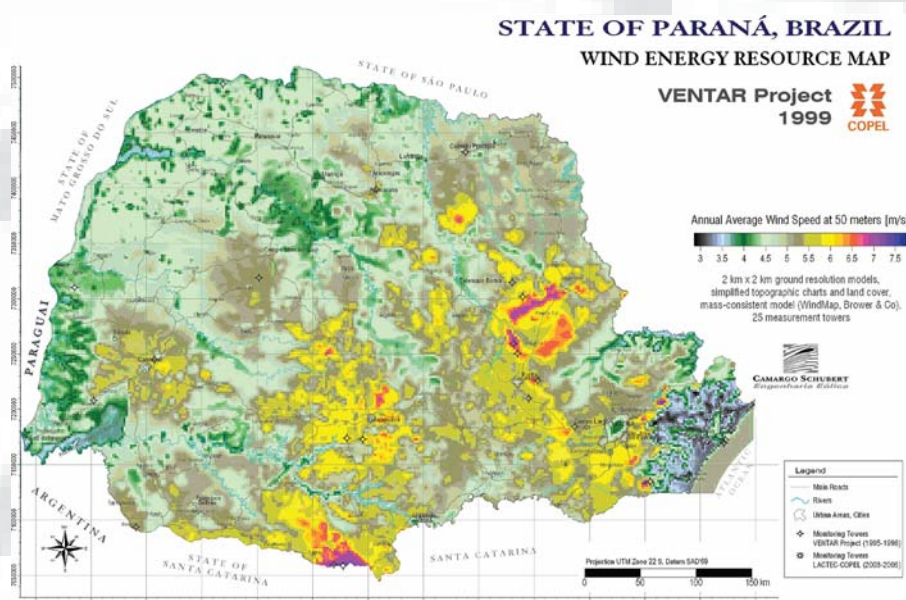
do Projeto Ventar e em mais 9 torres de medição novas que foram instaladas e operaram principalmente no período de 2003 a 2006;

- Utilização de uma rede de torres (treliçadas estaiadas) de medição de vento de alta qualidade de 50 e 100 metros de altura, equipadas com anemômetros novos e calibrados (segundo o padrão MEASNET) de diversos tipos e fabricantes instalados a duas

ou três alturas do solo, conforme recomendações da Agência Internacional de Energia (IEA) e da Comissão Internacional de Eletrotécnica (IEC);

- Instalação das torres de medição nas áreas mais propícias identificadas no mapa de 1999 e no Atlas do Potencial Eólico Brasileiro de 2001, entre outras fontes;

- Adoção de um plano de qualidade para otimizar a taxa de recupera-



Mapas Eólicos do Estado do Paraná:
Projeto Ventar-1999 (acima) e nova metodologia (abaixo).

Revisão dos Resultados de 1999

Modelagem de Mesoescala

ção de dados das estações de medição;

- Mapeamento eólico preliminar com modelos de mesoescala para definir a localização mais apropriada das estações de medição;

- Validação das medições de velocidade de vento e correlação com longas séries históricas dos dados do Projeto de Reanálise NCEP/NCAR, que cobrem um longo período (1976-2006) com 4 leituras diárias (a cada 6 horas). Os dados validados foram utilizados para ajustar os desvios dos valores calculados pelo modelo *MesoMap* para cada local das estações de medição. O banco de dados topográficos foi obtido da NASA/SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission* com uma resolução original de cerca de 90m x 90m;

- Emprego de modelos de relevo de alta resolução e de modelos de mesoescala avançado (*MesoMap*, *AWS Truewind, LLC*) para o detalhamento do recurso eólico, uma vez que muitas áreas com ventos mais fortes estão situadas em regiões de relevo complexo. Os modelos de mesoescala incorporam os princípios de conservação de massa e de energia, além dos fluxos de calor, mudanças de fase do vapor de água e energia cinética turbulenta, podendo simular uma grande variedade de mecanismos de mesoescala, como os ventos catabáticos

de montanha-vale, canalização dos ventos nos passos entre montanhas, brisas marinhas e terrestres, assim como inversões térmicas. O modelo de mesoescala utilizado foi o sistema *MesoMap*, desenvolvido pela empresa *AWS Truewind, LLC*;

- Emprego de modelo de rugosidade desenvolvido a partir de imagens de satélite, mapas de cobertura do solo e de inspeções em campo dos tipos de terrenos. A resolução final dos modelos de terreno ficou em 100m x 100m. As simulações do *MesoMap* foram feitas utilizando uma resolução de mesoescala de 3,6km, interpolada para a resolução de 100 metros dos modelos de terreno;

- Identificação de áreas mais promissoras, estimativa do potencial eólico total do estado do Paraná e comparação com os resultados de 1999.

Os mapas eólicos ilustrados neste artigo (ao lado) permitem observar a resolução bem mais alta do mapa atualizado e a relativa congruência entre eles, apesar do mapa atualizado apresentar novas áreas com potencial eólico promissor. A Tabela abaixo apresenta a comparação do potencial eólico para a geração de energia elétrica estimada a partir dos dois mapas.

A nova metodologia envolvendo medições de vento de alta qualidade, melhores dados de terreno de resolução

mais alta (topografia e rugosidade/uso do solo) e simulações com modelos de mesoescala resultou em um detalhamento do recurso eólico muito mais preciso que o anterior, o que pode ser comprovado através das medições locais. O estudo revelou grandes extensões de áreas com velocidades de vento médias anuais iguais ou superiores a 7 m/s a 50 metros de altura, considerada como a velocidade mínima necessária para se iniciar os estudos de viabilidade de usinas eólicas, que representam uma potência instalável da ordem de 312MW (cerca de 847GWh/ano), dados estes muito superiores aos estimados a partir do mapa eólico de 1999: 128MW (cerca de 310GWh/ano). Já para 100 metros de altura, a potência instalável seria em torno de 3375MW, que corresponderia a uma geração anual de energia da ordem de 9386GWh/ano.

A experiência com terrenos de relevo complexo mostrou que os métodos tradicionais de mapeamento eólico tendem a indicar velocidades de vento mais altas no topo das colinas, como consequência da lei de conservação de massa. Neste caso, contudo, o modelo *MesoMap* indicou velocidades de vento mais elevadas logo abaixo e a jusante dos topos das colinas, o que pode ser comprovado através das medições. Todos estes resultados foram consolidados no Atlas Eólico do Estado do Paraná, publicado pela COPEL, que poderá atrair novos investidores e empreendedores de projetos eólicos, com a indicação das áreas mais promissoras, pois as medições de melhor qualidade podem reduzir as incertezas nas análises preliminares de geração de energia.

O novo Atlas Eólico pode ser obtido na página da COPEL disponível em www.copel.com, selecionando-se as opções: "A Copel", "Áreas de Atuação", "Geração", "Fontes de Energia: Eólica", "Atlas do Potencial Eólico do Paraná".

Velocidade média anual do vento (m/s)	ÁREA (km ²)		POTÊNCIA INSTALÁVEL (MW)		GERAÇÃO DE ENERGIA ANUAL (GWh)	
	1999	2007	1999	2007	1999	2007
	1999	2007	1999	2007	1999	2007
≥ 6.0	5560	4033	11120	8066	21460	16792
≥ 6.5	1370	852	2740	1704	5760	4110
≥ 7.0	64	156	128	312	310	847

Comparação do potencial eólico dos mapas:
integração acumulada da geração anual.

Dario J. Schultz
COPEL
dario@copel.com

Projetos com biogás consolidam a atuação do Observatório Brasil de Energias Renováveis

Desde que passou a exercer um protagonismo ativo em relação à mitigação das mudanças climáticas, Itaipu Binacional vem realizando uma série de ações efetivas neste sentido.

Em 2008, por determinação de seu Conselho Superior de Administração, a empresa incluiu em seu planejamento uma Coordenadoria de Energias Renováveis (CER.GB). Com a implantação da Plataforma Itaipu de Energias Renováveis, esta Coordenadoria conseguiu demonstrar a viabilidade técnica, econômica e ambiental do uso de fontes renováveis de energia, articulando as forças produtivas locais e regionais para mudança nos modos de produção e consumo rural e urbano.

Em conjunto com a Copel e instituições parceiras como a Sanepar, a Cooperativa Lar e a Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI), deu início a um laboratório a céu aberto, em escala real, implantando seis unidades de demonstração de energias renováveis em diversos portes de produção, todas utilizando biogás de efluentes e resíduos orgânicos de suínos, bovinos de leite, frigorífico de aves e uma estação de tratamento de esgotos urbanos. Essas unidades estão produzindo sua própria energia, utilizando-a para reduzir suas próprias contas e vendendo oficialmente o excedente à Copel. A importância desta iniciativa pode ser avaliada considerando-se que a área de abrangência do reservatório de Itaipu, a chamada Bacia do Paraná 3, no Oeste Paranaense, abriga um dos principais pólos de produção agropecuária do país, que geram dejetos e todos os efluentes das agroindústrias correspondentes, além dos esgotos e os lixo urbanos que, sem o devido tratamento sanitário, podem contaminar rios e lagos produzindo grandes impactos ambientais. Nas águas, formando um fenômeno denominado "eutrofização", que é uma explosão de algas e plantas aquáticas e, na atmosfera, emissões do biogás que é composto de Gases do Efeito Estufa (GEE) que podem alterar profundamente o regime das águas, afetando Itaipu que depende exclusivamente delas para gerar energia.

Com a atuação própria e de parceiros na Plataforma Itaipu de Energias Renováveis, Itaipu demonstra que é possível produzir de modo sustentável, canalizando os dejetos animais para um biodigestor, onde é produzido o biogás (gás composto principalmente de metano, cujo impacto sobre a atmosfera é 21 vezes mais poluente do que o gás carbônico), evitando, desta forma, a emissão de GEE, principais causadores das mudanças climáticas.

Interessada nas metodologias e práticas de trabalho que Itaipu adotou para promover o aproveitamento de fontes renováveis de energia, a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUDI) implantou, em maio de 2009, um Observatório de Energias para a América Latina e Caribe, no Parque Tecnológico Itaipu, especializado no tema. O projeto é resultado de um convênio firmado em dezembro de 2008 pela Itaipu Binacional, a ONUDI e a Eletrobrás e tem os seguintes objetivos: 1) estimular a cooperação multilateral com os países da América Latina e Caribe; 2) implantar uma área internacional de demonstração de energias renováveis no oeste do Paraná; 3) compartilhar práticas e experiências bem sucedidas no uso de energias renováveis através de uma plataforma de conhecimento; 4) promover o desenvolvimento industrial sustentável, fomentando a economia local. Todos estes objetivos já estão sendo cumpridos.

Em 2009, com base nos projetos da Plataforma, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) estabeleceu um cenário novo regulamentando a Geração Distribuída de energia elétrica a partir do biogás e sua comercialização no Brasil. O que era uma experiência regional foi reconhecida pela Agência e passou a ser liberada em todo o país. Uma contribuição do Setor Elétrico para a sociedade, como forma de promover o desenvolvimento sustentável a partir da descentralização da geração de energia. Com a Resolução Normativa da Aneel 390/2009, de 15 de dezembro, as distribuidoras de energia elétrica poderão fazer chamadas públi-

cas para comprar energia elétrica produzida por biodigestores que alimentam micro centrais termelétricas a biogás ligadas em paralelo com as redes de distribuição, além de consumi-la para abastecimento próprio. O Brasil tem cerca de 86 mil quilômetros de rede de transmissão e aproximadamente 4,5 milhões de quilômetros de redes de distribuição e é justamente nessas linhas com grande capilaridade e próximas das fontes consumidoras que se tornou possível ligar as micro centrais.

Neste contexto, o projeto agora tem mais um desafio, que é implantar um Condomínio de agroenergia para agricultura familiar na microbacia do Rio Ajuricaba, no município de Marechal Cândido Rondon, para viabilizar a agricultura familiar, também como geradora de energia. Trata-se de uma iniciativa pioneira que permitirá que 41 propriedades familiares também se utilizem dos dejetos de sua produção agropecuária para gerar renda. O projeto prevê a instalação de biodigestores individuais nas propriedades que produzirão o biogás e este será transportado, através de um gasoduto rural de 22 quilômetros, até uma Micro Central Termelétrica comunitária. A energia produzida será vendida à Copel.

Estas iniciativas, entre outras, estão sendo amplamente divulgadas por meio da Plataforma do Conhecimento da ONUDI. O sistema disponibiliza através da *Internet* conteúdo privilegiado sobre as principais tecnologias utilizadas para o aproveitamento de energias renováveis, possibilitando o intercâmbio de informações entre os usuários, compartilhando práticas e experiências bem sucedidas, políticas de incentivo, legislação, mecanismos de financiamento e dados que possam ser úteis para a promoção local, regional e nacional. A Plataforma do Conhecimento encontra-se disponível no endereço www.observatoriobrasil.org.

Cícero Bley Jr.
Coordenador do Observatório Brasil
de Energias Renováveis para
América Latina e Caribe
cbley@itaipu.gov.br

Lançamento de células e módulos fotovoltaicos com tecnologia nacional na PUCRS

As maiores indústrias de células solares e módulos fotovoltaicos já atingiram produção anual superior a cerca de 1100MW, com mercado dominado por dispositivos fabricados em silício cristalino. Atualmente, no Brasil não há indústrias de células solares ou módulos fotovoltaicos e todos os dispositivos comercializados são importados, podendo ser este fato um dos problemas para a falta de incentivos para a implantação de sistemas fotovoltaicos. Para exemplificar, neste setor, a China optou por uma política industrial e a Alemanha focou-se principalmente em incentivos para a instalação de sistemas.

Neste contexto, em dezembro de 2009 realizou-se, na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, em Porto Alegre, a entrega oficial de 200 módulos fotovoltaicos fabricados em uma planta piloto instalada no parque tecnológico da universidade, TECNOPUC. Os módulos foram fabricados com tecnologia desenvolvida nos últimos cinco anos, período em que o projeto "Planta Piloto de Produção de Módulos Fotovoltaicos com Tecnologia Nacional" foi executado. Este projeto foi criado em 2004 pelo Ministério da Ciência e Tecnolo-

gia, Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS), Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica (CEEE-GT) e Eletrosul Centrais Elétricas S.A. (ELETROSUL). O projeto teve por objetivo transferir a tecnologia de fabricação de células solares desenvolvida pela equipe do Núcleo de Tecnologia em Energia Solar (NT-Solar) da PUCRS para uma linha pré-industrial, a fim de verificar a viabilidade técnico-econômica de sua implantação em larga escala. Os objetivos foram focados na implantação e análise de uma unidade piloto de produção de células solares em silício e módulos fotovoltaicos com tecnologia nacional. O projeto foi inovador em 3 aspectos: 1) tecnologia: o processo de fabricação das células solares com insumos de baixo custo havia sido patenteado pela PUCRS; 2) ambiente: estabeleceu-se dentro da universidade uma planta pré-industrial e 3) gerenciamento: realizado por meio de um comitê gestor, com representantes de todos os parceiros.

Os principais resultados do projeto podem ser resumidos em: 1) implantação de uma linha completa de produção de células e módulos fotovoltaicos;

2) desenvolvimento de dois processos industriais de fabricação de células solares e um de módulos fotovoltaicos; 3) fabricação e caracterização de mais de 12000 células solares, permitindo a avaliação de produção em escala industrial; 4) defesa de oito dissertações de mestrado em temas correlatos ou diretamente envolvidos; 5) treinamento de mais de 25 estudantes de mestrado, doutorado e graduação, bem como doutores e 6) contribuição para a implantação do mais bem equipado laboratório de células e módulos fotovoltaicos da América Latina.

A linha de fabricação em escala piloto de células solares e módulos fotovoltaicos foi implantada e foram desenvolvidas células solares de 4 cm², metalizadas pelo processo de serigrafia, com 16% de eficiência. Com um processo de baixo custo que produz células solares de 62 cm² com a estrutura n⁺pn⁺, foi alcançada a eficiência de 13% e a média de (12,7 ± 0,4)%. Para o processo n⁺pp⁺, com campo retrodifusor de Al, a eficiência foi de 15,4% e o valor médio foi de (14,4 ± 0,6)%, sendo alcançado em células solares de 62 cm². Os valores máximos foram confirmados através de medidas realizadas no CalLab - FhG-ISE (*Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme*), Alemanha.

Em 2006, o projeto "Planta Piloto de Produção de Módulos Fotovoltaicos com Tecnologia Nacional/CB-Solar" foi o vencedor do II Prêmio Melhores Universidades Guia do Estudante e Banco Real, na categoria Inovação e Sustentabilidade, tendo sido finalista no Prêmio Santander Banespa de Ciência e Inovação, no mesmo ano.

Atualmente está sendo confeccionado um plano de negócios para atrair investidores para implantar uma indústria com as tecnologias desenvolvidas, genuinamente nacionais.



Coordenadores do NT-Solar/PUCRS, Izete Zanesco e Adriano Moehlecke diante dos módulos fotovoltaicos fabricados em escala piloto.

Izete Zanesco
izete@pucrs.br

Adriano Moehlecke
moehleck@pucrs.br

NT-Solar/PUCRS

Células solares 3G: uma proposta para baratear o custo da energia solar

O desenvolvimento de novas fontes de energia tem sido motivado por diferentes aspectos, incluindo questões políticas, econômicas e, principalmente, ambientais. A transformação direta dos raios luminosos em eletricidade pode ser a saída para salvarmos o planeta do consumismo desenfreado por combustíveis derivados do petróleo. Porém, o domínio atual pelas células solares de silício apresenta limitações advindas do seu alto custo de produção que inviabiliza a maior expansão da tecnologia. Entretanto, o surgimento das células solares da terceira geração (3G) promete resolver este problema com a utilização de materiais nanoestruturados e polímeros que apresentam melhor processabilidade, baixo custo, ampla versatilidade tanto do ponto de vista químico e físico como na montagem de protótipos.

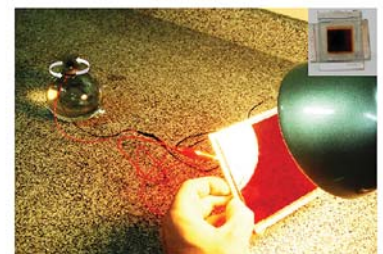
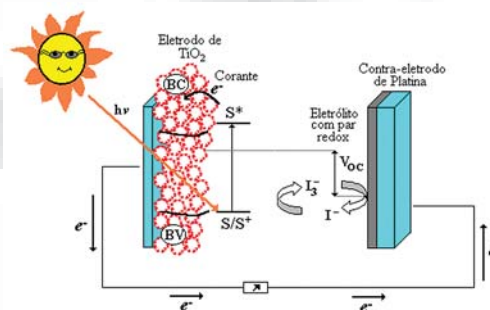
E é nesse sentido que o Laboratório de Nanotecnologia e Energia Solar (LNES) sediado no Instituto de Química da UNICAMP trabalha. Criado em 2005 sob a coordenação da Profa. Ana Flávia Nogueira, o laboratório apresenta duas linhas de pesquisa associadas à chamada geração 3G na energia solar: as células solares sensibilizadas por corante (do inglês *dye-sensitized solar cells*, DSSC), as células solares orgânicas e híbridas (também conhecidas como células solares plásticas). Mundialmente estudadas e com progressos cada vez mais expressivos, o LNES representa muito bem o Brasil no domínio dessas tecnologias com ganhos crescentes na eficiência de conversão e disponibilidade de protótipos para potencial produção em larga-escala.

Dentre as células solares 3G desenvolvidas no LNES, as DSSC com eletrólitos géis são as mais eficientes e apresentam uma forma elegante de coleta e conversão de energia solar similar a apresentada pelas plantas (fotossíntese), com eficiência de 5%. A sua principal vantagem reside na facilidade de montagem do dispositivo, sendo simplesmente construída a partir de três componentes principais:

- i. o substrato condutor transparente, onde é depositada uma fina e porosa camada de dióxido de titânio (TiO_2) nanocristalino recoberto por uma monocamada de corante;
- ii. o eletrólito contendo o par redox (geralmente iodeto/triiodeto) e;
- iii. o eletrodo de platina (contra-eletrodo). O funcionamento das DSSC é simples e está ilustrado na Figura abaixo: primeiramente a radiação solar é absorvida pelo corante que, no seu estado excitado, injeta elétrons no óxido semiconductor (TiO_2). Estes elétrons são então transportados até o substrato condutor e posteriormente são coletados pelo circuito elétrico gerando eletricidade. O ciclo da célula solar ocorre a partir da regeneração do corante pelos íons iodeto formando íons triiodeto, que são então reduzidos no contra-eletrodo pelos elétrons que circularam pelo circuito externo.

que combinam basicamente dois materiais, um semiconductor orgânico tipo *n* e um tipo *p*. O semiconductor orgânico é muito bem representado por polímeros conjugados que absorvem a luz e funcionam como doador de elétrons e transportador de buracos, enquanto as moléculas de fulereno, nanotubos de carbono e nanopartículas de semicondutores inorgânicos agem como receptores e transportadores de elétrons. Os dois materiais são então colocados em contato através de uma bicamada ou dispersos em uma heterojunção, representando a camada fotoativa da célula solar.

No contexto mundial, o LNES destaca-se pelo desenvolvimento de novos polímeros condutores que apresentam maior aproveitamento do espectro solar e nanopartículas de TiO_2 , ZnO e nanotubos de carbono, que atuam na melhoria do transporte de elétrons.



Mecanismo de geração de corrente elétrica (à direita) e funcionamento das DSSC com eletrólito polimérico, acionando um motor elétrico (à esquerda).

Nessa área, o Brasil conta com o pioneirismo de utilização de polímeros em substituição ao eletrólito líquido, garantindo à célula solar uma maior vida útil e uma menor periculosidade no caso de dano a estrutura do dispositivo. Além disso, o desenvolvimento de novos corantes que garantam um maior aproveitamento do espectro solar, e novos materiais para aplicação como contra-eletrodo em substituição à platina, que apresenta um custo elevado, também têm sido foco nos trabalhos do LNES.

Já as células solares orgânicas e híbridas são dispositivos fotovoltaicos

É esperado que a tecnologia 3G chegue ao mercado logo, impulsionada pelo seu baixo custo, tempo de vida útil e possibilidade de produzir módulos solares coloridos e flexíveis. E a boa notícia é que o Brasil pode fazer parte dessa tecnologia, não apenas como usuário, mas também atuando na sua produção!

Ana Flávia Nogueira,
Flavio S. Freitas e João E. Benedetti
Laboratório de Energia Solar e
Nanotecnologia (LNES)
Instituto de Química da UNICAMP
anaflavia@iqm.unicamp.br

Leilões e desoneração: garantia do desenvolvimento eólico nacional

A energia eólica está consolidada como fonte complementar à fonte hidroelétrica, a âncora do sistema de geração elétrica no Brasil.

Pelos resultados alcançados no último “Leilão de Energia de Reserva – LER-2009”, realizado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) no dia 14 de dezembro de 2009, caiu por terra o mito de que seu custo é maior e, hoje, o preço da energia eólica ficou compatível com as outras fontes de geração elétrica, sendo significativamente mais barata do que as usinas térmicas a combustíveis fósseis e, neste momento, se igualou ao custo das usinas a gás natural.

A prova dessa nova realidade da energia eólica no país é o crescimento verificado em 2009, que representou um aumento de mais de 77% da capacidade instalada, que saltou de 341MW em 2008 para 606MW no final de 2009, sendo que, neste 1º trimestre de 2010, este valor já atingiu 710MW instalados e em operação. Este total, hoje, permite abastecer o equivalente a 150 mil residências, ou uma população de mais de meio milhão de pessoas.

Sem dúvida, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), instituído pelo governo federal em 2002, foi um dos principais responsáveis pela conquista desse novo patamar, tendo contribuído tanto para identificação das dificuldades, quanto para suprir as necessidades deste setor em suas fases iniciais de implantação.

Porém, perante as autoridades responsáveis pelo planejamento da matriz de geração elétrica brasileira, um dos maiores méritos deste programa foi o de levar a compreensão da complementaridade entre os regimes hidrológicos e os regimes de vento existentes em nosso país.

Hoje se sabe que há uma contrasazonalidade entre as principais bacias hidráulicas e as “bacias eólicas” no Brasil. Sendo que já foram identificadas claramente a existência de cinco “bacias de ventos” no Brasil, fato

que tende a se ampliar com a aplicação de novos métodos de tecnologia de ponta na aferição das medições de ventos nos principais locais de ocorrência – litoral do Nordeste, altiplano da Bahia e Minas Gerais. Por uma boa coincidência, no período de seca, em que a vazão dos rios é menor no Norte, os ventos aumentam no período sem chuvas do Nordeste, e a eólica entra em cena para garantir a eletricidade quando os níveis dos reservatórios estão baixos.

A questão ambiental é outro importante aspecto, principalmente neste momento em que as discussões sobre as mudanças climáticas ganham destaque em todo o mundo.

A eólica é uma energia limpa e renovável, onde o investimento é apenas na infraestrutura e nos equipamentos que compõem um parque eólico. Construída a usina eólica, sua “matéria-prima” é o vento – gratuito e abundante – ao contrário de uma termelétrica a óleo onde, além de investir na construção, existe o custo do óleo para o funcionamento da usina, além do consumo de água, normalmente utilizada para refrigeração do sistema, fato que não ocorre com a geração eólica.

Portanto, para garantir o desenvolvimento da eólica no Brasil, hoje e no futuro, a realização dos leilões de energia é fundamental. O primeiro, promovido pelo Ministério de Minas e Energia (MME), e exclusivamente eólico, aconteceu em 14 de dezembro de 2009, com 1,8GW contratados, distribuídos em cinco estados (CE, RN, SE, BA e RS), que totalizam 71 projetos comercializados.

É preciso destacar as condicionantes que contribuíram para garantir sua realização, pois o resultado deu uma prova do grande mercado existente para esta fonte de geração de eletricidade no Brasil: houve uma queda no índice de exigência relativo à nacionalização da indústria eólica, que era de 60%, além de isenções e reduções tributárias para estimular o setor. Estas duas medidas, atreladas ao Leilão de

Energia de Reserva de 2009, foram muito importantes para o reforço do estabelecimento de uma cadeia de produção de equipamentos e de serviços diretamente ligados à geração eólica produtiva.

Os leilões são o caminho adotado pelas autoridades, uma vez que propiciam equilíbrio entre oferta e demanda, aumentam as condições de competitividade que busca garantir a modicidade tarifária, necessária aos grandes e pequenos consumidores de energia elétrica espalhados em nosso país.

Tanto que o segundo leilão (Leilão para Contratação de Energia de Reserva de 2010) já foi definido para o próximo semestre, ressaltando a importância da energia eólica na matriz elétrica do país. E, uma acertada medida do MME, fomenta, desde já, as expectativas do mercado – o Ministério determinou nova data para inscrição dos empreendedores interessados em participar deste 2º leilão, prorrogando o prazo do dia 8 de março para o dia 15 de abril.

Essa medida atendeu a um pedido do setor, inclusive com solicitação formal da Associação Brasileira de Energia Eólica – ABEEólica feita e protocolada junto ao MME e à EPE. Com essa decisão favorável do Ministério haverá mais tempo para os projetos que estão em fase final de homologação para concluírem os ajustes de cada projeto, o que aumentará o número de projetos no leilão e, consequentemente, a competitividade deste 2º certame. Os projetos já homologados, mas que não foram comercializados no âmbito do LER-2009, terão maior prazo para revisão e para ampliação de sua base de dados de medição do vento. Isso dará maior segurança aos investidores e, novamente, aumentará as respectivas competitividades dos projetos propostos.

Entretanto, para além da continuidade dos leilões de eólica, uma das medidas mais importantes que o governo precisa implementar, de forma a consolidar toda a cadeia de fornecimento para parques eólicos e, tam-

bém, para apoiar este setor, será o estabelecimento de um regime tributário específico para toda a cadeia produtiva ligada ao fornecimento de equipamentos, materiais e serviços necessários para a implantação dos parques eólicos.

Neste importante quesito, a proposta que a ABEEólica vem discutindo com o governo federal, e já encaminhada ao Congresso Nacional, é para instituir o "RENOVENTO", um regime tributário especial para desonera-

ção da cadeia produtiva como um todo – desde a matéria-prima para a fabricação dos aerogeradores até a implantação e o comissionamento dos parques eólicos.

O "RENOVENTO" irá promover a indústria eólica da mesma forma que os regimes tributários especiais alavancaram as indústrias automotiva, de *software* e TI, e continuam beneficiando os setores naval e portuário.

A economia proveniente dessa desoneração pode chegar até 30%, o

que reduzirá as tarifas de geração eólica, e estimulará a instalação de novos fabricantes de aerogeradores no Brasil, inclusive contribuindo para ampliar as exportações do país.

É este o futuro que esperamos com o desenvolvimento eólico brasileiro.

Lauro Fiuza e Pedro Perrelli
Associação Brasileira de Energia
Eólica – ABEEólica
pedro@abeeolica.org.br
www.abeeolica.org.br

Novos Centros de Demonstração de Energias Solar e Eólica no Brasil

Dando cumprimento à meta de difusão das tecnologias solar e eólica no âmbito do Convênio MME-Cepel nº 018/2004, o Cresesb, entendendo a eficácia de centros de demonstração para divulgação de tecnologias renováveis, apoiou o estabelecimento de Convênio entre Cepel e SENAI para construção de Centros de Demonstração nas unidades do SENAI nos Estados do Amazonas, Maranhão, Paraná e no Distrito Federal.

Estes Centros de Demonstração encontram-se em fase de execução e preveem a construção de duas casas (SENAI-DF e SENAI-MA), adaptação de uma embarcação (SENAI-AM) e de

um furgão (SENAI-PR) para demonstração do uso da tecnologia solar fotovoltaica. Cabe destacar que a parceria entre Cepel e SENAI para a construção destes Centros apresenta um diferencial, principalmente, na continuidade do projeto que se dará através de módulos de ensino técnico aplicados às energias solar e eólica, tanto em unidades fixas quanto em unidades móveis.

Os Centros também terão uma série de *kits* compactos para demonstração do sistema solar fotovoltaico aplicados em sistemas de geração, de informática, de rádios transceptores e bombeamento.

Com perspectivas de finalização dos projetos ainda no primeiro semestre de 2010, as 4 unidades do SENAI estarão aptas a divulgar as tecnologias solar e eólica para a comunidade, além de disponibilizar cursos profissionalizantes sobre energias renováveis até mesmo em regiões remotas, tais como aquelas visitadas pela embarcação Samaúma que atua no ensino profissionalizante em diversas comunidades situadas ao longo dos rios da Região Norte.

Ricardo Marques Dutra
Cepel / DTE
dutra@cepel.br

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - Cepel

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

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

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

CRESESB

Informe

IMPRESSO

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

 **Eletrobras**
Cepel

Ministério de
Minas e Energia