



International Energy Initiative

Latin America

IEI Board of Directors

Thomas Johansson
University of Lund
Sweden - Chairman

Anton Eberhard
University of Cape Town
South Africa - President

Amulya K.N.Reddy
Retired Professor
Indian Institute of Science
Bangalore - India

José Goldemberg
University of São Paulo
Brazil

Robert Williams
Princeton University
USA

Wim Turkenburg
Utrecht University
Netherlands

Supported by:

Gilberto M Jannuzzi
Universidade Estadual de
Campinas, Brazil
IEI Secretary

Eric Larson
Princeton University,
USA
IEI Treasurer

**Uma Avaliação das Atividades
Recentes de P&D em Energia Renovável
no Brasil e Reflexões para o Futuro**

Gilberto De Martino Jannuzzi
jannuzzi@fem.unicamp.br
Departamento de Energia
Universidade Estadual de Campinas.
C.P. 6122 Campinas 13083-970 SP

Julho 2003

ENERGY DISCUSSION PAPER No. 2.64-01/03

Foreword

The **Energy Discussion Paper** series is intended to disseminate pre-prints and research reports organized or authored by members of the **International Energy Initiative** (Latin American Office) and its associates with the purpose to stimulate the debate on current energy topics and sustainable development.

Any comments or suggestions are welcome and should be addressed to the authors for consideration.

Gilberto M. Jannuzzi
Diretor (Latin America)
International Energy Initiative

Apresentação

A série **Energy Discussion Paper** tem o objetivo de disseminar os artigos e relatórios preparados pelos membros ou associados do escritório regional da **International Energy Initiative**. A intenção é estimular o debate sobre temas correntes na área de energia e desenvolvimento sustentável.

Comentários e sugestões são bem-vindos e devem ser encaminhados diretamente aos autores, para consideração e eventuais revisões.

Gilberto M. Jannuzzi
Diretor (Latin America)
International Energy Initiative

Jannuzzi, Gilberto De Martino

Uma Avaliação das Atividades Recentes de P&D em Energia Renovável no Brasil e Reflexões para o Futuro / Gilberto De Martino Jannuzzi. – Campinas, SP: Energy Discussion Paper N° 2.64-01/03,2003.

1. Pesquisa & Desenvolvimento 2. Energia Renovável

The ideas and opinions expressed in the paper do not represent, nor are necessarily endorsed by the International Energy Initiative and its Board of Directors.

Reproduction of the contents is permitted warranted that the source is mentioned accordingly.

Atenção

As idéias apresentadas neste documento não representam necessariamente as opiniões do International Energy Initiative e seu Conselho de Diretores.

Reprodução no todo ou parte do material apresentado é permitida desde que citada a fonte.

UMA AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES RECENTES DE P&D EM ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL E REFLEXÕES PARA O FUTURO

Resumo

500 palavras

Significativos volumes de recursos estão sendo disponibilizados no país para investimentos em pesquisa e desenvolvimento na área de energia. Concessionárias de eletricidade, fundos setoriais de energia, petróleo e gás, além dos tradicionais recursos do sistema público de fomento (CNPq, FAPs, FINEP) tem investido em projetos de P&D em energia. Este trabalho procura contabilizar a partir de informações existentes o volume que está sendo aplicado em anos recentes em 3 fontes renováveis e apresenta argumentos para delinear uma estratégia mais focada para auxiliar a mobilização da competência nacional e maior articulação com o setor empresarial. Isso é particularmente importante em um momento onde se sinaliza incentivos para fontes renováveis através do PROINFA e da Lei 10.438/2002, que estabelece a universalização dos serviços de energia. Ambas medidas devem ter um impacto positivo na criação de novos mercados para tecnologias de fontes renováveis. O trabalho chama a atenção para a necessidade de uma prospecção tecnológica ampla para a área de energia, aliada aos esforços de planejamento energético e conclui que a política energética deve assumir cada vez mais um papel de indutor de C,T&I no país.

Abstract

Brazil has managed to create mechanisms to provide stable and significant resources to fund energy research and development. Electricity utilities, Public Interest Funds along with traditional R&D funding are investing in the development of renewable energy technologies. This paper tries track the recent amounts that have been invested in solar, biomass and wind R&D projects and presents arguments for a more focused strategy to mobilize the existing technical and entrepreneurial community. This is particularly important when the government is creating strong incentives to market some renewable energy sources (wind, biomass and small hydro). The paper draws attention to the need for technological foresight exercises associated with government energy planning.

1. Introdução

Muito da discussão a cerca da matriz energética brasileira prega principalmente maior diversificação de fontes, em particular, para a geração de eletricidade. No entanto, esse debate é equivocado porque não se trata de discutir de maneira isolada as fontes de energia e sim as tecnologias de conversão e uso final de energia. São elas que permitem que determinadas fontes se tornem mais competitivas que outras. Tem sido assim em toda a história do desenvolvimento energético, do engenho a vapor às turbinas a gás, plataformas marinhas para extração de petróleo, motores a combustão interna, geradores eólicos e outras tantas tecnologias. Tecnologias que foram capazes de converter energia primária em serviços necessários, de maneira mais eficiente, com menores custos, entre

outros fatores, possibilitaram a gradual substituição do carvão pelo petróleo e do petróleo pelo gás natural, por exemplo. Na verdade são as tecnologias que competem e não as fontes de energia.

Focalizar o debate em torno de tema pesquisa e desenvolvimento tecnológico é especialmente importante no caso do aproveitamento do potencial de algumas fontes de energia disponíveis no país, em particular a energia solar, eólica e de biomassa. Essas fontes somente aumentarão sua participação na matriz energética nacional na medida em que as tecnologias de conversão e uso se tornarem disponíveis e forem comparativamente preferidas pelos provedores de serviços de energia e consumidores.

Esse artigo procura fazer um diagnóstico da situação de P&D das tecnologias das fontes de energia renováveis consideradas, apresenta um levantamento do financiamento recente das atividades em P&D no país, e um breve relato dos esforços para mapeamento de competências na área de energia. Finalmente, este artigo argumenta sobre a necessidade de maior coordenação e definição de metas através de programas de pesquisa, desenvolvimento, demonstração e comercialização.

2. Principais Tendências Tecnológicas e um Diagnóstico da Situação no País¹

2.1 Energia Solar

2.1.1 Geração de Eletricidade

Internacionalmente a geração de energia através da conversão fotovoltaica tem sido preferível à alternativa via térmica. A sua modularidade, favorecendo sistemas distribuídos já demonstra aplicações importantes para regiões isoladas e poderá ser crescentemente importante para aplicações de maior porte em 10-20 anos interconectadas à rede elétrica. O silício é o material predominantemente utilizado em sistemas fotovoltaicos no mundo e o país possui 90% das reservas mundiais economicamente aproveitáveis. A tecnologia hoje é baseada em “bolachas de silício” (*silicon wafers*), mas já existe uma segunda geração de tecnologias baseada nos chamados filmes finos (*thin films PV technologies*). É importante para o Brasil desenvolver uma estratégia de P&D para essa área visando: a) analisar as necessidades tecnológicas e viabilidade econômica para a produção de silício de grau solar (a indústria de painéis fotovoltaicos utiliza restos de silício de “grau eletrônico”, mais caro) no país; b) apoiar o desenvolvimento de células e painéis solares no país a partir de silício de “grau solar”; c) desenvolvimento e produção de componentes/ sistemas eletrônicos, conversores, inversores para painéis fotovoltaicos; d) desenvolvimento de mecanismos regulatórios e tarifários para incentivar a criação de um mercado para essa tecnologia (como é feito em diversos países), Internacionalmente se verifica um rápido deslocamento das vendas do setor rural para áreas urbanas, com menor, mais ainda com participação de subsídios públicos. (Cervantes, Naum Fraidenraich et al); e) criação de normas técnicas e padrões de qualidade.

¹ Seção baseada no documento Brasil, CGEE (2002).

Muito embora a energia solar termelétrica não tenha tido grandes aplicações comerciais, é recomendável manter estudos, sobretudo em tecnologias mais promissoras em início de operação na Europa e nos EUA, focalizando materiais (óticos, fluidos de trabalho), sistemas de rastreamento, sistemas de armazenagem térmica e melhoria de aquisição de dados solarimétricos (radiação direta, séries temporais especialmente) para regiões de maior potencial. Trabalhos em cooperação com o exterior devem ser incentivados e o país deve acompanhar os desenvolvimentos em andamento.

2.1.2 Usos Térmicos da Energia Solar

O uso de energia solar para aquecimento a baixas temperaturas é feito com tecnologias comerciais em todo o mundo, especialmente para o aquecimento de água. É também utilizado para processos de secagem e refrigeração (sistemas de absorção). As tecnologias utilizam, em sua maior parte, coletores solares planos fechados ou abertos dependendo da temperatura desejada. O Brasil possuía cerca de 1,5 milhão de m² de coletores solares em 2001. Esse setor possui grande potencial para expansão no país e os principais desenvolvimentos deverão se feitos compreendendo as seguintes áreas: a) redução de custos: manufatura, materiais, qualidade da automação; b) aumento da eficiência de conversão: películas, tintas, isolamento, novas coberturas; c) análise de componentes / sistemas completos; d) novos tipos de coletores (tubos evacuados, concentradores estáticos); e) suporte de engenharia a projetos: softwares, contratos de desempenho; f) demonstração no sistema de habitação; pré-aquecimento industrial, hotéis, escolas, etc; g) capacitação de profissionais.

2.2 Energia Eólica

A energia eólica apresenta um panorama bastante diferente da energia solar, já possuindo maturidade tecnológica e escala de produção industrial. Isso foi resultado de significativos investimentos em P&D e uma política de criação de mercado através de políticas de incentivos em vários países, especialmente na Alemanha, Dinamarca, EUA, e mais recentemente na Espanha, entre outros. Hoje essa tecnologia está preste a ser tornar economicamente viável para competir com as fontes tradicionais de geração de eletricidade, além de um existir um grande potencial eólico a ser explorado em diversos países. Existem oportunidades de melhoramentos tecnológicos bem identificados internacionalmente que deverão levar ainda a reduções de custo e permitem estabelecer metas bastante ambiciosas para instalação de sistemas de geração nos próximos 30 anos. No Brasil a capacidade instalada é de 22 MW com a participação de diversos grupos nacionais de universidades e grupos estrangeiros, especialmente da Alemanha e Dinamarca. O potencial eólico que está sendo inventariado por alguns grupos no país aponta um significativo potencial no país. A Aneel, até o ano de 2002, autorizou a construção de diversas usinas eólicas que totalizam mais de 4 GW de potência instalada, sendo a maior parte delas localizada nas regiões costeiras do NE (Terciete). Já existe inclusive a produção de turbinas eólicas no país. As áreas identificadas para um programa de P&D em energia eólica são: a) o desenvolvimento de máquinas para situações específicas no Brasil, observando o regime de ventos e melhoria de eficiências, b)

consolidação de dados de potencial eólico, c) integração de parques eólicos ao sistema interligado.

2.3 Biomassa

A utilização de biomassa para geração de energia é bastante interessante para o país, especialmente na direção de usos com maior conteúdo tecnológico como geração de eletricidade, produção de vapor e combustíveis para transporte. O fator mais importante para a redução de custos da energia de biomassa para os usos mencionados e, independentemente da tecnologia empregada, é a redução do custo da matéria prima (incluindo os custos de coleta e transporte). Hoje o Brasil possui a melhor tecnologia no mundo para a implantação, manejo e exploração de floresta de eucalipto, por exemplo. Os custos nacionais são extremamente vantajosos e todo o desenvolvimento nacional na área de papel e celulose oferece condições bastante competitivas para o uso energético de florestas plantadas e o desenvolvimento de tecnologias baseadas em biomassa. O custo da biomassa no país e alta eficiência de sistemas modernos de geração de eletricidade, especialmente através da gaseificação de biomassa e uso do gás em ciclos combinados, justificam maior atenção para o desenvolvimento dessas tecnologias no Brasil. É ainda necessário, no entanto, identificar o consumo da madeira com finalidade energética no país, bem como de resíduos agrícolas com potencial utilização energética. Como áreas de interesse para atividades de P&D em biomassa podem ser relacionadas: a) o desenvolvimento de processos mais eficientes para uso de madeira como energético no setor residencial; b) a recuperação dos produtos gasosos condensáveis na carbonização da madeira; c) melhorias de técnicas para a implementação e manejo de florestas energéticas em áreas marginais à agricultura para alimentos e de outras biomassas como a própria cana de açúcar, incluindo o melhoramento da produção da matéria prima (melhoramento genético, agronomia, equipamentos, etc); d) desenvolvimento de projetos de demonstração de gaseificadores de pequeno porte (até 1 MW) verificando eficiências, custos, impactos ambientais, desempenho e condições de operação em regiões isoladas do país; e) acompanhamento das atividades de demonstração no exterior com gaseificadores de grande porte (maior que 10 MW) e implementar um ou dois projetos de demonstração no país; f) desenvolver estudos da gaseificação de biomassa no país; g) para tecnologias já comerciais (co-geração, queima direta nos setores de papel e celulose e cana de açúcar) analisar o uso de combustíveis complementares.

O carvão vegetal tem sido uma componente importante da matriz energética nacional, sendo grande parte de seu consumo realizado na indústria de ferro e aço. O desenvolvimento tecnológico deverá ser feito na direção de identificar melhores processos de carvoejamento, com maiores eficiências e menores custos, além de busca de processos para utilização integral dos subprodutos (alcatrão e gases).

O etanol da cana de açúcar representa um caso de sucesso tecnológico para o país. A indústria da cana mantém o maior sistema de energia comercial de biomassa no mundo através da produção de etanol e do uso quase total de bagaço para geração de eletricidade. As necessidades de desenvolvimento tecnológico estão bem mapeadas pelo setor e compreendem as áreas: melhoramento genético da cana, produção (agronomia e

engenharia agrícola), processamento industrial e ampliação do mercado de usos de etanol no país. Existem oportunidades de desenvolvimentos para a produção de etanol por hidrólise de material lignocelulósicos no país, utilizando a hidrólise ácida e a enzimática. A evolução dessas tecnologias estará brevemente em fase de testes através de projetos pioneiros nos próximos anos. Os programas de pesquisa nos EUA visam reduzir substancialmente o custo das enzimas até 2005, mas reconhecidamente o maior peso é o custo da biomassa, onde o Brasil possui uma vantagem extraordinária. Já existem diversos grupos dispersos no país trabalhando no desenvolvimento das tecnologias (ácida, enzimática, solvente orgânico) e seria recomendável a elaboração de um programa coordenando essas atividades, tendo em vista o potencial de matéria prima a baixo custo no país.

O uso de óleos vegetais em motores diesel (bio-diesel) tem sido testado desde o surgimento desse tipo de motor no século 19. No Brasil houve uma série de desenvolvimentos e testes durante as décadas de 70 e 80 em várias instituições de pesquisa. Em 2002 houve a iniciativa de elaboração do programa Probiodiesel pelo MCT, que prevê o desenvolvimento tecnológico em quatro áreas: especificações técnicas, qualidade e aspectos legais; viabilidade sócio-ambiental e competitividade técnica; e viabilidade econômica. Há uma necessidade de forte atuação no desenvolvimento tecnológico para redução de custos da matéria prima e dos processos de produção do bio-diesel.

A tecnologia de produção de metanol a partir de biomassa evoluiu muito nos últimos anos, apresentando maior eficiência de conversão e menores custos, mas o conceito de integração completa da gaseificação, limpeza do gás e síntese do metanol não é ainda comercial. Para o Brasil, é recomendável aprofundar os a investigação em processos de gaseificação, para produção e eletricidade ou metanol.

A produção de biogás com formação/adaptação adequada de aterros sanitários está sendo promovida em larga escala inclusive para evitar a emissão de metano (estimada hoje em 20-60 milhões t/ano, no mundo). As tecnologias envolvem a preparação do aterro, coleta e tratamento do gás, limpeza do efluente, e o uso energético do gás (diretamente como gás de poder calorífico médio, ou transportado em gasodutos). Das tecnologias em discussão para aproveitamento energético de aterros sanitários, a incineração e o uso do biogás são comprovados, comerciais e sua utilização no país implicaria na transferência de alguns itens ainda não dominados no país (como as fornalhas de incineração), incluindo também o processo de compostagem sólida. Os usos de biogás também deverão ser beneficiados com o desenvolvimento de micro-turbinas a gás. O Brasil necessita maior desenvolvimento em processos de incineração de lixo urbano, avaliar os resíduos de metais pesados na tecnologia de compostagem sólida, e acompanhar a evolução da tecnologia para “celulignina” especificamente para o lixo. Há uma tecnologia em fase de desenvolvimento no Brasil, para uso com biomassa em geral, que se propõe para processar a fração orgânica do lixo; essencialmente, é uma pré-hidrólise ácida “leve”, hidrolisando a hemicelulose (destinada a produção de furfural) e deixando a mistura celulose/lignina para compactação e uso como combustível. Patentada em 1999, está em fase de testes em piloto de 1m³.

3. As Competências em P&D em Energia Renovável

Em um estudo realizado pela Secretaria Técnica do CTENERG² foi realizado um levantamento preliminar dos grupos de pesquisa atuantes nas regiões Norte e Nordeste do país. Foram identificados um total de 151 grupos de pesquisa, envolvendo um total de 661 pesquisadores, somente nessas duas regiões. Um total de 23 grupos se dedicam a temas diretamente relacionados com energia solar, eólica e biomassa, segundo as informações levantadas (Jannuzzi e Ribeiro, 2002). No entanto, diversos outros possuem atividades de interface. Esses números deverão ser significativamente aumentados com a inclusão dos grupos localizados nas demais regiões.

Embora um mapeamento de competências em energia no país seja ainda muito precário é possível afirmar que em muitas áreas já existe densidade e competência em nível internacional (Jannuzzi e Carmeis, 2002). No entanto, é ainda necessário melhorar a coleta de informações e criar novos indicadores para melhor avaliar a capacitação técnica dos grupos de pesquisas (Jannuzzi, Freitas e Andrade, 2003).

Um outro fato relevante é a coleta de informações sobre o setor empresarial. Existem indústrias que estão desenvolvendo atividades em P&D na área de fontes renováveis, seja isoladamente ou associada a grupos de centros de pesquisas. É muito provável que exista no país capacitação industrial para a produção de diversos componentes necessários para as tecnologias de energia renovável. Já existem também indústrias de equipamentos solares e de energia de biomassa que estão investindo em melhorias técnicas através de pesquisa e desenvolvimento. Equipamentos como coletores solares estão sendo certificados pelo grupo da PUC-Minas (Green Solar). No caso da energia eólica existe a intenção de estabelecer procedimentos para a certificação de aerogeradores no CBEE. Esse é um importante passo para aumento da qualidade técnica e eficiência dos equipamentos. No entanto, é necessário manter um suporte de P&D para garantir contínua melhoria dos padrões técnicos e suporte para o desenvolvimento industrial. Para isso será necessário determinar prioridades para P&D.

Na área de energia eólica, um grande fabricante internacional de turbinas eólicas possui instalações industriais no país e exporta seus produtos. Outros grupos importantes do cenário internacional também estão se fazendo presentes no país. Embora essa tecnologia já esteja comercialmente bastante avançada no mundo, é importante determinar quais adaptações são necessárias e verificar as oportunidades de aumentar a participação da indústria nacional para viabilizar sua utilização e integração ao sistema elétrico nacional. Na medida em que esses equipamentos sejam incorporados à rede convencional de energia, como tem sido a expectativa, será importante desenvolver sistemas de certificação e controle de qualidade, o que irá exigir infra-estrutura técnica e recursos humanos.

Além disso, existem no país cerca de 10 centros de referência em energias renováveis, que tem como objetivo principal coletar informações sobre tecnologias, atividades,

² Bases para a Prospecção Tecnológica Regional no Setor Elétrico – Regiões Norte e Nordeste.

projetos de pesquisa, dados estatísticos e pesquisadores. Vários desses centros também executam e coordenam projetos próprios de P&D em fontes renováveis, competindo em algumas situações entre si e com grupos de universidades. O Ministério da Ciência e Tecnologia tem sido um dos principais organizadores desses centros. Vários desses centros possuem atividades financiadas pelo CNPq, FINEP, Caixa Econômica Federal, e mais recentemente Fundos Setoriais (CTENERG). Em termos temáticos, é possível verificar pela Tabela 1, áreas de superposições e possibilidades de maior cooperação entre esses centros. Um papel importante que esses centros poderiam exercer seria a promoção de atividades em formato de redes temáticas dentro de programas de P&D. Existem importantes possibilidades de interação entre tecnologias solares e edificações, por exemplo. Outra área importante é a coleta de forma padronizada de dados meteorológicos, de confecção de mapas e inventários eólicos e solarimétricos. Existem diferentes metodologias (incluindo aí softwares e equipamentos de coleta de dados) sendo empregadas pelos diversos grupos, sejam eles dos centros de referência ou de outros grupos de pesquisa, dificultando e onerando a análise e levantamento do potencial de energia renovável no país.

Tabela 1: Centros de Referência relacionados a Energias Renováveis

GREEN SOLAR - Grupo de Estudos de Energia Solar (PUC Minas)	Energia solar térmica
CERBIO Centro de Referência em Biocombustíveis (TECPAR)	Biocombustíveis
CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa (USP)	Biomassa energética
CBEE Centro Brasileiro de Energia Eólica	Energia eólica
CERPCH Centro Nacional de Referência em Pequenos Aproveitamentos Hidroenergéticos	Energia hidroelétrica, PCHs
CENEH Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio (UNICAMP)	Energia do hidrogênio
NAPER - Núcleo de Apoio a Projetos de Energias Renováveis (UFPE)	Uso de energia solar nas áreas rurais do Nordeste brasileiro
GEDAÉ - Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (UFPA)	Energia eólica, energia solar e sistemas híbridos
CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica (CEPEL)	Energia solar e eólica
INFOHAB - Centro de Referência e Informação em Habitação (ANTAC)	Energia no ambiente construído

4. Os Investimentos Recentes em P&D em Fontes Renováveis

Recursos para investimentos em pesquisa e desenvolvimento para área de energia aumentaram significativamente a partir da criação dos chamados Fundos Setoriais, em particular os Fundos de Petróleo e Gás (CTPETRO) e de Energia (CTENERG). Esses dois fundos estão investindo em diversos projetos de P&D relevantes para o avanço das

atividades relacionadas a fontes renováveis. Além disso, deve-se mencionar que diversas concessionárias de eletricidade também estão investindo crescentemente em projetos de fontes renováveis, como parte dos investimentos compulsórios advindos da lei 9.991/2000, e sob a supervisão da ANEEL. É possível verificar um total de mais de R\$ 14 milhões investidos pelas concessionárias em projetos de P&D em fontes renováveis durante 1999-2002 (Tabela 2). Algumas concessionárias, especialmente as do Nordeste estão interessadas em energia eólica e sistemas de interconexão com a rede.

Tabela 2: Investimentos das concessionárias em projetos de P&D aprovados pela ANEEL para os ciclos 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002

Ciclo	Eficiência Energética	Energia Renovável	Geração de EE	Meio Ambiente	Pesquisa Estratégica	Total (R\$ milhões)
1998/1999 (R\$)	598.432,00 (5%)	-	-	349.177,00 (3%)	11.951.589,00 (92%)	12,9
1999/2000 (R\$ milhões)	4,64 (16%)	2,32 (8%)	2,90 (10%)	1,45 (5%)	17,69 (61%)	29
2000/2001 (R\$ milhões)	13,661 (13%)	5,3 (5%)	6,7 (6%)	6,9 (7%)	71,8 (69%)	104,4
2001/2002 ^a (R\$ milhões)	20,823 (16%)	7,173 (5%)	7,312 (5%)	10,723 (8%)	88,257 (66%)	134,3

Fontes: adaptado de ANEEL (2001) e M. Pompermyer (2003). Nota: ^(a) Dados preliminares, não incluem os dados das geradoras CHESF, Eletronorte e Furnas.

Nesta seção apresenta-se o desempenho do CTENERG em projetos relacionados a fontes renováveis. O CTPETRO também vem investindo em energia renovável, e muitos projetos apresentam contrapartida da PETROBRAS e do CENPES, mas não estão sendo contabilizados neste momento.

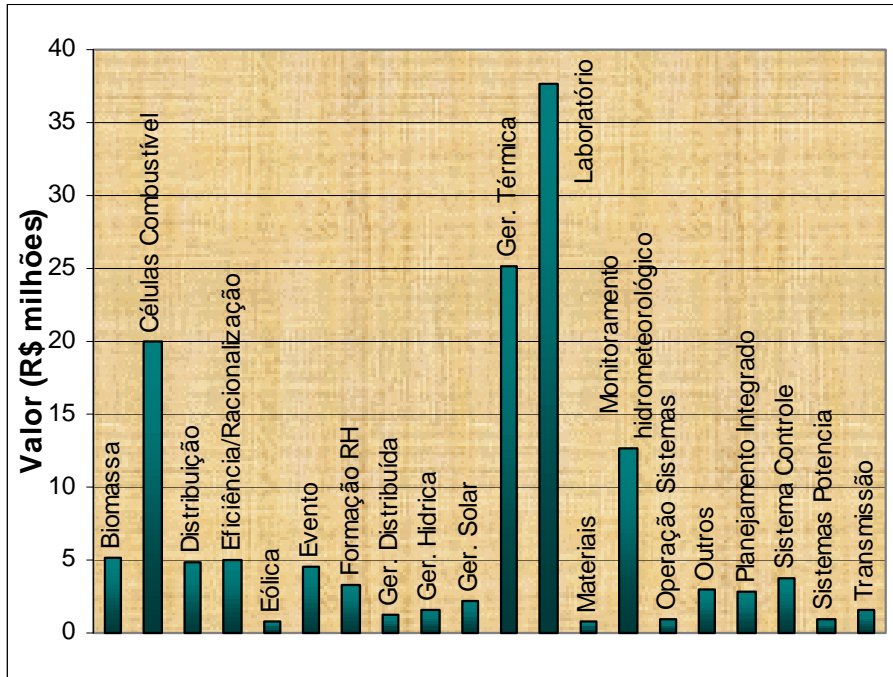
Durante os exercícios de 2001 e 2002 o CTENERG contratou um total de R\$ 137.536.005,87 a serem desembolsados até 2004. O total de recursos contratados para financiar projetos de biomassa, energia solar e eólica totalizaram cerca de R\$ 13 milhões, quase 10% do total de recursos investidos durante 2001-2002 pelo CTENERG.

Conforme pode ser observado, os grandes temas priorizados até o momento pelo CTENERG foram: Geração de energia elétrica a partir de Biomassa, Células a Combustível, Distribuição de eletricidade, Eficiência/Racionalização, Eventos, Formação de RH, Geração Térmica, Equipagem de Laboratórios, Monitoramento Hidrometeorológico, Planejamento e Sistemas de Controle. Esta distribuição mostra uma ampla abrangência de financiamento nos diversos setores vinculados à produção de energia elétrica conforme objetiva as diretrizes temáticas presentes nos documentos de Diretrizes Estratégicas do CTENERG.

Observa-se também uma grande ênfase na equipagem de laboratórios, o que mostra a opção do Comitê Gestor em consolidar uma infra-estrutura básica para a Pesquisa e

Desenvolvimento do setor elétrico no Brasil. Na 9ª. reunião do Comitê Gestor do CTENERG (CTENERG, 2002) foram propostas algumas ações relacionadas à fixação de pesquisadores vinculados ao setor elétrico nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, com um montante de recursos da ordem de R\$ 9 milhões (Resolução 004 do CTENERG), além de programas de apoio à participação e promoção de eventos com recursos de R\$ 3,5 milhões³. Isso deverá estimular a formação de recursos humanos na área de energia nessas regiões.

Figura 1: Os investimentos do CTENERG durante 2001-2002 por área temática



Além desses recursos o país dispõe das linhas tradicionais de fomento através dos organismos como CNPq e FAPs (Fundações de Amparo a Pesquisas Estaduais). Um levantamento realizado em março/2003 pela então Secretaria Técnica do CTENERG na base de dados do Prossiga apresentou os resultados apresentados na Tabela 3. São projetos desenvolvidos em diversas universidades do país, com valores relativamente muito menores que aqueles projetos que estão sendo financiados pelas concessionárias ou pelos Fundos Setoriais, mas seria muito importante aproveitar possíveis relações entre eles.

³ Ações ainda não implementadas até Julho/2003.

Tabela 3: CNPq: Fomento a atividades de pesquisa e formação de recursos humanos na área de fontes renováveis (2001-2003)

Fonte	CNPq Auxílio Individual/Integrado à Pesquisa (R\$)	CNPq número de Bolsas de Produtividade em Pesquisa	CNPq número de Bolsas de Mestrado e Doutorado ^(a)
Energia solar	1.588.000	11	13
Energia eólica	300.000	2	6
Biomassa	750.000	3	7
TOTAL	2.638.000	16	26

Fonte: Pesquisa realizada em março/2003 na Base de Dados do IBICT/Prossiga e Relatório Técnico CNPq – Edital Universal-Pronex 2001. Nota: (a) inclui informações da FAPESP disponíveis no sistema IBICT/Prossiga.

Esses dados nos permitem contabilizar um total de aproximadamente R\$ 30 milhões sendo investidos em projetos de energia solar, eólica e biomassa nos últimos quatro anos.

5. Conclusões: Necessidade de uma Estratégia Nacional

Existe uma certa dificuldade em conseguir maiores informações e detalhes sobre os projetos em andamento financiados por órgãos de fomento como CNPq, FINEP, e mesmo os programas de P&D das concessionárias. O sistema Prossiga é o único que busca consolidar informações das atividades de pesquisa acadêmica, mas ainda não temos segurança do grau de cobertura de seu banco de informações. No entanto, uma análise, ainda que superficial sobre os objetivos dos projetos financiados seja pelo CNPq, FINEP/CTENERG, ou pelas concessionárias, mostra uma clara pulverização de iniciativas e desnecessárias superposições ou duplicações de esforços. Os projetos financiados diferem muito em termos de porte, duração, participação de empresas com contrapartidas, e contribuições técnico-científicas.

O país começa a dispor pela primeira vez de recursos significativos para investimentos em atividades de P&D em energia. Pela primeira vez, a própria indústria de energia (concessionárias de eletricidade e a indústria de petróleo e gás) está participando desses investimentos, seja oferecendo contrapartida aos recursos dos fundos setoriais, seja através de seus próprios programas de P&D. ao mesmo tempo o país procura promover iniciativas para criar um mercado para algumas fontes renováveis através do PROINFA e da lei de universalização. Um dos requisitos básicos para o inventário do potencial de fontes renováveis é uma rede de coleta de informações climáticas/meteorológicas e nota-se nessa área ainda uma persistência de sistemas independentes e frequentemente incompatíveis, duplicando equipamentos e metodologias para coletas de informações de interesse para diversas fontes renováveis (solar, eólica e hidroeletricidade, principalmente). A falta de coordenação dessas iniciativas com uma política de P&D para fontes renováveis pode comprometer seriamente o avanço e a utilização eficiente dos recursos disponíveis, além de não mobilizar a competência técnica existente e não

promover articulação e capacitação industrial para suprir competitivamente componentes, partes, sistemas e software relacionados com essas tecnologias.

O Brasil vem importando desde 1990 cerca de US\$ 6 milhões ao ano somente em tecnologias relacionadas com energia solar fotovoltaica, tendo atingido quase US\$ 14 milhões em 1996 (Bicalho, Alveal *et al.*, 2003). Esse fato, apenas ilustra um quadro mais preocupante de crescente dependência externa de tecnologias e serviços tecnológicos nas áreas de energia elétrica, e o setor de petróleo e gás (Bicalho, Alveal *et al.*, 2003, Zeidan, 2003).

É importante ressaltar que no panorama internacional é cada vez mais evidente o viés que está assumindo a política energética: ela é cada vez mais uma questão de política de desenvolvimento tecnológico e industrial, entendida aqui com a abrangência necessária para delinear, inclusive, estratégias de transformação de mercados de energia para promover a difusão das novas tecnologias.

No caso brasileiro, o passo inicial é continuar os exercícios de prospecção tecnológica iniciados com o programa PROSPECTAR⁴, procurando aperfeiçoamentos para identificar prioridades em temas que permitam compor um conjunto de atividades de P&D em energia que mais rapidamente permitam o acesso a tecnologias de energia renováveis com menores custos e maiores eficiências. Esse exercício deve produzir conjuntos de portfólios de projetos/programas de P&D em energia que devem ser analisados segundo critérios de riscos, retorno social, impactos econômicos, aderência a objetivos mais gerais de políticas governamentais, etc.

A partir desse panorama prospectivo, será possível dimensionar programas de P&D específicos para as áreas de energia solar, eólica e biomassa, contendo metas (produtos e prazos), possíveis formação de redes de pesquisa congregando pesquisadores e laboratórios associados, de maneira a mobilizar e criar competências onde necessário, e promover a necessária articulação com o setor empresarial desde a concepção dos programas.

6. Bibliografia

- Brasil, Fundo Setorial de Energia. Secretaria Técnica. "Estado Da Arte E Tendências Das Tecnologias Para Energia". 90 p. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), 2003. Disponível (23/06/2003) no endereço: http://www.prossiga.br/ctenerg/est_tec/Estado_da_arte_e_tendencias.pdf.
- M. Pompermayer. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Comunicação pessoal em 17/06/2003.
- Jannuzzi, G. M., A. F. Gomes, *et al.* Mapeamento de Competências e Infra-estrutura para P&D: indicadores para auxílio à prospecção tecnológica na área de energia. International Energy Initiative. Campinas: Junho, p.11p. 2003. (Energy Discussion

⁴ O Programa PROSPECTAR foi conduzido pelo MCT e tinha com objetivo realizar uma ampla prospecção tecnológica em diversos setores, inclusive energia. Os relatórios finais foram completados em julho 2003. Para maiores informações consultar www.mct.gov.br.

Paper no. 2.62-02/03).

Bicalho, R. G., C. Alveal, *et al.* Impactos nas transações correntes das importações e das remessas de divisas associadas a bens, serviços e tecnologias relacionadas ao setor elétrico. Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Maio, p.56. 2003

Jannuzzi, G. D. M. e D. R. Ribeiro. Bases para a Prospecção Tecnológica Regional no Setor Elétrico. Regiões Norte e Nordeste. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília. 2002

Jannuzzi, G. M. e D. Carmeis. Passos iniciais do mapeamento de competências e infraestrutura na área de energia: síntese dos resultados obtidos de agosto-novembro/02. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos em Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: 2002, p.13. 2002

Zeidan, R. Déficit externo do setor de petróleo e gás: uma mensuração qualitativa. Projeto Tendências Tecnológicas. Instituto Nacional de Tecnologia. Rio de Janeiro: Janeiro, p.32. 2003. (Nota Técnica no. 4)

CTENERG, Ata da 9ª. Reunião, 20/11/2002. Disponível em <http://www.prossiga.br/ev-ctenerg>.



What is IEI?

- A Southern-conceived, Southern-led and Southern-located South-South-North partnership.
- A small, independent, international non-governmental public-purpose organization led by internationally recognized energy experts, and with regional offices, staff and programmes in Latin America, Africa and Asia.

What is IEI's Mission?

- To build local capacity and analysis, and to engage locally and globally, so as to promote energy for sustainable development.

What is IEI's strategy?

- Focusing on developing countries
- disseminating an approach to energy, in which the level and quality of energy *services* is taken as the measure of development, rather than the magnitude of energy consumption and supply
- improving energy services through end-use efficiency measures and the increased use of environmentally cleaner new and renewable energy technologies
- ensuring that market restructuring and/or liberalization in the electricity and petroleum industries focuses on measures that expand the provision of public benefits
- addressing policies, regulation, institutions, financing and management issues to promote sustainable energy practices
- initiating and strengthening capability in energy analysis, information, advocacy, and implementation in developing countries

IEI Regional Offices

Africa

Prof Anton Eberhard
University of Cape Town,
Private Bag Rondebosch 7701, South Africa
[Tel: +27-21-406 1922; Fax: +27-21-406 1412]
E-mail: eberhard@gsb.uct.ac.za

India

Antonette D'Sa
25/5 Borebank Road, Benson Town,
Bangalore 560 046 India
[Tel/Fax: +91-80-353 8426]
Email: ieiblr@vsnl.com

Latin America

Prof Gilberto Jannuzzi
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
C.P. 6122 13083-970 Campinas SP BRAZIL
[tel/fax: +55-19-3788-3282
fax/ans.mach.+55-19-3289-2038/3722]
E-mail: jannuzzi@fem.unicamp.br