



Estudo Prospectivo para  
**Energia Fotovoltaica**



Relatório de Abertura do Estudo

**Potencial produtivo brasileiro e  
macro dimensões estratégicas**

Uma primeira abordagem



Brasília, DF  
Outubro, 2008

# Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

## **Presidenta**

*Lúcia Carvalho Pinto de Melo*

## **Diretor Executivo**

*Marcio de Miranda Santos*

## **Diretores**

*Antonio Carlos Figueira Galvão*

*Fernando Cosme Rizzo Assunção*

Projeto Gráfico  
*Equipe Design CGEE*

Estudo Prospectivo para Energia Fotovoltaica: 2008. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008  
140 p : il.

1. Energia – Brasil. 2. Energia Solar – Brasil. I. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. II. Título.

*Centro de Gestão e Estudos Estratégicos  
SCN Qd 2, Bl. A, Ed. Corporate Financial Center sala 1102  
70712-900, Brasília, DF  
Telefone: (61) 3424.9600  
[Http://www.cgEE.org.br](http://www.cgEE.org.br)*

Este documento é parte integrante do Estudo Prospectivo para Energia Fotovoltaica com amparo na Sub-ação 2 da Ação 51.21 denominada *Tecnologias Críticas e Sensíveis em Setores Prioritários* orientada pelo Contrato de Gestão do CGEE/MCT/2008.

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.

# **Estudo Prospectivo para Energia Fotovoltaica**

## **Supervisão**

*Fernando Cosme Rizzo Assunção (Diretor CGEE)*

## **Equipe técnica do CGEE**

*Elyas Ferreira de Medeiros (Coordenador)*

*Rafael Amaral Shayani (Pesquisador)*

*Bernardo Godoy de Castro (Assistente)*

## **Comitê de Coordenação do Estudo**

ABDI

BNDES

CEMIG, CEPEL, CETEC, CETEM, CGEE, CNI, CTI

FINEP

IEE-USP, IFI-UNICAMP, IME, INMETRO, INPI

MCT, MDIC, MME, MRE

PETROBRAS, PUCRS, UFSC



# Sumário

<b>Resumo Executivo</b>		07
<b>Conclusão</b>		11
<b>Palavra de abertura do Estudo</b>		12
<b>Capítulo 1</b>	<b>Potencial produtivo do Brasil em energia fotovoltaica</b>	14
1.1	Aspectos favoráveis à participação brasileira	14
1.2	Dificuldades à sustentabilidade do Brasil no mercado	16
<b>Capítulo 2</b>	<b>Características do cenário mundial</b>	18
<b>Capítulo 3</b>	<b>Recomendações de especialistas</b>	23
<b>APÊNDICES</b>		
<b>A</b>	<b>Elementos retrospectivos</b>	27
<b>B</b>	<b>Situação atual de segmentos do setor</b>	30
<b>C</b>	<b>Especialistas participantes</b>	39
<b>D</b>	<b>Falas editadas dos especialistas</b>	41
	<i>Ado Jório / INMETRO</i>	41
	<i>Angela Vogel / KONERGY</i>	42
	<i>Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz / CEMIG</i>	43
	<i>Arthur José Gerbasi da Silva / PETROBRAS</i>	48
	<i>Antonio Granadeiro / KYOCERA</i>	51
	<i>Claudia Valle / MPX</i>	54
	<i>Eduardo Soriano / MCT</i>	57
	<i>Francisco das Chagas Marques / UNICAMP</i>	62
	<i>Homero Schneider / CTI</i>	65
	<i>Izete Zanesco / PUC-RS</i>	68
	<i>Laercio de Sequeira / FINEP</i>	72
	<i>Luciana Nunes / CNI</i>	73
	<i>João Alves Sampaio / CETEM</i>	75
	<i>José Roberto Branco / CETEC</i>	78
	<i>Marcos Torrizela / HELIODINÂMICA</i>	81
	<i>Marco Antonio Esteves Galdino / CEPEL</i>	83
	<i>Mauro Passos / INSTITUTO IDEAL</i>	85
	<i>Paulo Malamud / MDIC</i>	88
	<i>Roberto Ferreira Santos / INPI</i>	90
	<i>Roberto Zilles / IEE-USP</i>	92
	<i>Thomas Lehmann / MANFERROSTAAL</i>	95
	<i>Wagner Anacleto Pinheiro / IME</i>	100
<b>E</b>	<b>Fala de encerramento da Reunião</b>	104
	<i>Fernando Rizzo / CGEE</i>	
<b>F</b>	<b>Recortes das falas dos especialistas</b>	106
	<b>Referências</b>	138

## **ABORDAGEM ESTRATÉGICA PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA**

### **Fase 1 – Panorama para perspectivas de ações**

#### **Síntese da Reunião Inaugural do Comitê de Coordenação**

Este relatório apresenta a síntese das apresentações audiovisuais feitas na reunião de instalação do Comitê de Coordenação do Estudo Prospectivo para Energia Fotovoltaica transcorrida nas salas 1 e 2 do CGEE, no dia 05/08/2008, das 09h00 às 16h00, no Edifício Corporate Center, Brasília, DF.

O relatório objetiva facilitar o tratamento e ampliação das questões e contribuições primárias desenvolvidas durante esse primeiro evento do Estudo.

Os participantes da reunião, os representantes do Comitê e convidados (especialistas, assessores e executivos de segmentos públicos e privados do país) são, em primeira instância, o público alvo deste documento.

Esperam-se, da leitura desse material, reflexões para novas contribuições que ajudem a nortear e a validar os exercícios de prospecção, no horizonte de 2025, para o traçado de recomendações sistêmicas, nos âmbitos de governo, empresas e academia, que garantam ao Brasil um papel de relevância estratégica e de mercado na matriz energética internacional.

Brasília, Outubro 2008



## Resumo Executivo

Prevê-se<sup>1</sup> para 2050 que 50% da geração de energia no mundo virão de fontes renováveis. Dessa demanda, 25% serão supridos pela energia solar fotovoltaica. Populações do fim do século dependerão em até 90% das renováveis, dos quais 70% de fotovoltaica.

O custo atual de uma usina de 100 MW anuais de energia fotovoltaica<sup>2</sup>, suficientes para abastecer em 60.000 residências, atinge 380 milhões de dólares, considerada toda a cadeia produtiva, com origem no insumo primário (quartzo) ao produto final (módulo) passando pela fabricação dos wafers de silício grau solar.

O tema *módulos geradores de energia solar fotovoltaica* se insere no rol de prioridades do CGEE por conta de sua explicitação em Estudos, como o de Materiais Avançados e Energias do Futuro, e outros, que transcorrem no próprio Centro e em instituições congêneres no mundo. O entendimento de sua relevância, compartilhado pelo MCT, somado ao engajamento de instituições de C&T no País, priorizam a necessidade de construção de estratégias de apoio à tomada de decisão nos âmbitos de governo, de empresas e da academia.

Em 05/08/2008, o CGEE colocou às considerações de especialistas, executivos e gestores públicos, reunidos por ocasião da inauguração deste Estudo Prospectivo para Energia Fotovoltaica (2025), duas questões de base prospectiva:

- Quais os pontos fortes e fracos do potencial produtivo brasileiro para atuar competitivamente através dos próximos 15 anos?
- Quais as características da sociedade brasileira e de mercado internacional que justifiquem no País um programa intensivo e coordenado entre governo, empresas e academia?

Esta publicação contém destaques e íntegras das abordagens pelos especialistas na *Reunião Inaugural*. Dos resultados da reunião, analisados pela equipe que coordena o Estudo, destacam-se os *pontos fortes*:

- O Brasil possui uma das maiores reservas de quartzo para produção de silício grau solar.
- O potencial de insolação territorial brasileiro é elevado, se comparado aos países que atualmente lideram a produção fotovoltaica.
- Instituições de P&D nacionais como o CB-SOLAR, LABSOLAR, CETEC, CETEM, IME, INMETRO e INPI podem dar contribuições significativas à cadeia produtiva

<sup>1</sup> WBGU German Advisory Council on Global Change

<sup>2</sup> SPIRE Corporation

de energia fotovoltaica, pois essas articulam potenciais e competências em: prospecção, caracterização e descontaminação de quartzo para produção de silício metalúrgico e grau solar; desenvolvimento de planta pré-industrial de células e módulos; desenvolvimento de coletores solares e análise do desempenho de instalações autônomas ou interligadas à rede elétrica; capacidade certificadora em módulos, inversores e baterias; levantamento de competências na tecnologia de módulos fotovoltaicos para auxiliar roadmaps; competência para integração de sistemas fotovoltaicos, relacionado a edificações e ao design; e, estudos avançados para desenvolvimento de novas tecnologias como filmes finos.

- No Brasil, os sistemas autônomos são econômicos, se comparados aos custos da eletrificação convencional estendido a longas distâncias.
- Há importante mercado de equipamentos para o Brasil em se tratando de desenvolvimentos para sistemas autônomos ou mesmo os conectados à rede
- Existem interesses de grupos industriais no Brasil atuantes em: comercialização do silício grau solar; comercialização de lâminas (wafers); comercialização de sistemas fotovoltaicos completos; e, usina geradora de energia fotovoltaica.

Os *pontos fracos* a serem superados para atuação sustentável do País na geração de energia fotovoltaica, conforme abrangidos pelas fronteiras iniciais do Estudo, são:

- Até hoje não se tem no Brasil uma indústria de silício grau solar.
- O processo de scale-up da P&D para a venda de tecnologias não é setorialmente dominado no Brasil.
- A importação de insumos e produtos químicos é um processo demorado, complexo, e que atrasa o ciclo de desenvolvimento de tecnologias comerciais.
- A logística para eletrificação fotovoltaica rural do Programa Luz para Todos é antieconômica para as concessionárias.
- Não há infra-estrutura de produção de equipamentos nacionais que atenda ao mercado.
- Os grupos de P&D estão muito focados apenas no material. Não há no Brasil um laboratório que faça a caracterização elétrica e micro estrutural completa do silício.
- Há grave escassez de engenheiros, químicos, biólogos, e de uma série de outras especialidades necessárias ao empreendimento fotovoltaico.

- Os sistemas interligados à rede são tecnologias emergentes e caras. Não temos necessidade dela ainda no sistema elétrico brasileiro.
- As empresas investidoras de fotovoltaicos, que trabalham com sistemas conectados à rede, esbarram na regulamentação que o Brasil ainda não tem.
- O desenvolvimento de baterias e células fotovoltaicas requer investimentos multimilionários.

O capítulo 2 destaca as principais *características da sociedade* brasileira e do mercado internacional que podem apoiar a construção de um programa intensivo e coordenado entre governo, empresas e academia. São informações sobre tendências e fatos portadores de futuro no tocante ao meio ambiente, aos avanços tecnológicos, aos aspectos político-institucionais, sócio-demográfico e de mercado.

Das falas registradas, o Estudo destaca as seguintes *recomendações* de especialistas, que devem ser consideradas pelo leitor como preliminares e sujeitas aos debates e validações que transcorrerão:

- Instituir políticas de desenvolvimento tecnológico e de investimentos em P&D para o silício grau solar e sistemas fotovoltaicos. Atentar para as atividades da Secretaria de Planejamento Energético do MME, que vem trabalhando proposta de uma política de utilização da geração fotovoltaica conectada à rede.
- Buscar a redução dos custos de produção dentro da cadeia produtiva, de modo a aumentar a competitividade em energia solar fotovoltaica.
- Estabelecer um programa de difusão da geração distribuída com sistemas conectados, no contexto residencial, comercial, industrial e de prédios públicos, associado a uma estratégia de desenvolvimento industrial e utilizando as tarifas-prêmio.
- Fomentar o desenvolvimento de uma indústria nacional de equipamentos de sistemas produtivos com alta integração, inclusive de recursos para metrologia dinâmica e automação.
- Modernizar os laboratórios.
- Promover intercâmbio com centros de referência, para troca de experiências, normatizações, medições e suporte.
- Identificar tecnologias complementares para compor com a tecnologia de geração fotovoltaica.
- Localizar e estudar o quartzo oriundo de áreas de alto grau de metamorfismo.

- É importante que as indústrias nacionais considerem o mercado de células e módulos, lâminas, inversores, controladores e toda esta parte de componentes. Isso requer uma política de longo prazo para a geração de energia fotovoltaica, associado a um programa de desenvolvimento industrial.
- O mercado, sendo altamente inovador e globalizado, requer desenvolvimento de recursos humanos para inovação e formação de mão-de-obra de grau técnico, para instalar, operar e manter os sistemas fotovoltaicos.

\_\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_\_

## Conclusão

Esta publicação é oferecida aos participantes da reunião de inauguração do *Estudo Prospectivo para Energia Fotovoltaica (2025)*, dos quais a Coordenação do Estudo conta receber contribuições no sentido da revisão e adequação (que se fizer necessária) de posicionamentos relativos às duas questões de base que foram, então, apresentadas:

- Os pontos fortes e fracos do potencial produtivo brasileiro para atuar competitivamente nos próximos 15 anos; e
- As características da sociedade brasileira e de mercado internacional que justifiquem no País um programa intensivo e coordenado entre os tomadores-de-decisão, públicos e privados.

Assim, a Coordenação, ao processar as contribuições adicionais (esperadas da parte dos leitores), promoverá outros eventos e debates visando ao avanço do processo de construção de estratégias a serem oferecidas às instituições representadas no Comitê de Coordenação, notadamente ao MCT, solicitante do Estudo.

A síntese, às respostas sobre as condições iniciais para a implantação e sustentação da cadeia produtiva para energia fotovoltaica no Brasil, é oferecida nas necessidades destacadas abaixo:

- Desenvolvimento de processos para purificação de silício;
- Desenvolvimento de processos de obtenção de lâminas de silício;
- Desenvolvimento de processos industriais de fabricação de células solares com várias tecnologias;
- Desenvolvimento de equipamentos para fabricação de células solares e de módulos fotovoltaicos;
- Regulamentação clara e atualizada para a instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica; e
- Lançamento de um programa de incentivo ao usuário para a instalação de sistemas fotovoltaicos.

CGEE, Outubro de 2008

## Palavra de abertura do Estudo

*No conjunto de atividades do CGEE algumas se destacam pela urgência de se gerar uma agenda estratégica para o País. O CGEE, por missão, se propõe, neste Estudo, a construir com a sociedade essa agenda de subsídios a políticas-públicas em ciência, tecnologia e inovação que materialize avanços importantes e prementes no tema de energia solar fotovoltaica no Brasil.*

*Esses subsídios são aferidos em função da capacidade de serem espontaneamente incorporados nos processos decisórios públicos e privados de forma sinérgica, ganhando consistência e adesão frente a oportunidades e desafios que se descortinam em horizontes não muito distantes.*

*O tema 'geradores fotovoltaicos' se insere no rol de prioridades do próprio Centro por conta de sua explicitação em estudos em fases mais conclusivas, como o de Materiais Avançados e Energias do Futuro. Já o reconhecimento de sua relevância pelo MCT, somado ao engajamento de instituições de pesquisa e desenvolvimento em C&T no País e no mundo, dão a essa construção de estratégias um valor institucional muito especial e oportuno.*

*A discussão sobre a problemática de fontes alternativas de energia está pautando a própria agenda de candidaturas políticas importantes no cenário mundial, como a que ocorre nos Estados Unidos. Na Alemanha, Japão e diversos outros países (que dispõem de recursos naturais mais modestos que os do Brasil) se persegue agressivamente uma agenda de sustentabilidade de suas matrizes energéticas. O Brasil, pelos diferenciais de insolação territorial, matéria-prima e capital político que possui, tem o dever de dar resposta à altura de seus anseios e possibilidades.*

*É possível antecipar que em um conjunto de estratégias do Estudo, se destaquem não só muitas articulações de âmbito científico e tecnológico, mas, e principalmente, iniciativas de grandes investimentos decorrentes de uma cadeia de micro, pequenas, médias e grandes empresas – todos dispostos a competir no imenso mercado de energias não agressivas ao meio ambiente.*

*Portanto, é preciso estar atento a este mercado de consumo de massa que tem características que demandam não apenas tecnologias de*

*ponta, ou investimentos de vulto, mas, e, sobretudo, respostas com eficácia e rapidez para o aproveitamento de algumas oportunidades de liderança em temas prioritários para o País.*

*Este Estudo traduz, assim, um convite às contribuições dos âmbitos do conhecimento tecnológico, do de geração de mercado, e do apontamento de abordagens estratégicas para políticas públicas concatenadas com o futuro do Brasil.*

*Obrigada e bom trabalho a todos.*

**Lucia Carvalho Pinto de Melo**

Presidenta, CGEE

## Capítulo 1      Potencial produtivo do Brasil em energia fotovoltaica

### 1.1 Aspectos favoráveis à participação brasileira

A seguir, informações destacadas pelo Estudo sobre o potencial de participação do Brasil na geração de energia solar fotovoltaica.

As informações numeradas referem-se aos aspectos favoráveis quanto à cadeia produtiva, à infra-estrutura de P&D e aos aspectos facilitadores de mercado. A lista tem origem apenas no conteúdo da reunião de 05/08/2008, no CGEE. Esses destaques serão revistos e complementados, no decorrer do Estudo, com o auxílio de especialistas e gestores públicos que voluntariarem contribuições.

1. O Brasil possui uma das maiores *reservas de quartzo* para produção de silício grau solar.
2. O *potencial solar* no Brasil é suficiente para viabilizar qualquer projeto.
3. O CB-SOLAR da PUC-RS está desenvolvendo uma *planta pré-industrial* para fabricar células e módulos fotovoltaicos.
4. O LABSOLAR da UFSC desenvolve pesquisas em coletores solares e análise do *desempenho de instalações* fotovoltaicas autônomas, para locais remotos, ou interligados à rede elétrica [informação de página na internet].
5. O Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da USP-IEE é capacitado para qualificação e ensaios de módulos fotovoltaicos com equipamentos tipo simulador solar e câmara climática.
6. O INMETRO tem *certificação* para apoiar a indústria de módulos, inversores e baterias. O Instituto tem laboratórios para apoiar P&D de tecnologias chaves da indústria de energia fotovoltaica.
7. O INPI pode fazer o levantamento de todo o desenvolvimento da tecnologia de células fotovoltaicas, [podendo auxiliar no roadmap do empreendimento].
8. O CETEC e a CEMIG têm um papel importante na área de *integração de sistemas* fotovoltaicos, relacionado às edificações e ao design.
9. O IME tem trabalhado com *filmes finos* para células solares há mais de 20 anos, e atualmente, com telureto de cádmio.



10. No Brasil, os *sistemas autônomos* são econômicos, se comparados aos custos da eletrificação convencional estendido a longas distâncias.
11. O Brasil tem *regulamentação* na Lei 10.438 para sistemas solares fotovoltaicos isolados e que, portanto, permite a eletrificação fotovoltaica rural.
12. Recursos para *eletrificação rural* no Brasil estão equacionados pelo programa *Luz para Todos*.
13. Há importante *mercado de equipamentos* para o Brasil em se tratando de desenvolvimentos para sistemas autônomos ou mesmo os conectados à rede.
14. A PETROBRAS planeja instalar uma *unidade de produção* de lâminas de silício monocristalino a partir de silício de grau metalúrgico através da rota Siemens.
15. *Grupos industriais*: a DOW CORNING está comercializando silício policristalino purificado, grau solar. E a RIMA, prevê comercialização de lâminas, ou silício, para 2010. A CONERGY comercializa sistemas fotovoltaicos em todo o País. A planta solar da MPX, que está sendo construída no município de Tauá, no Ceará operará, em janeiro de 2009, produzindo 1 MW; no primeiro trimestre de 2010, 5 MW.

## 1.2 Dificuldades à sustentabilidade do Brasil no mercado

A seguir, informações destacadas pelo Estudo sobre dificuldades quanto à participação do Brasil na geração de energia solar fotovoltaica e, em particular, sua sustentabilidade industrial no mercado.

As informações numeradas referem-se a pontos fracos relativos à CADEIA PRODUTIVA, à INFRA-ESTRUTURA de P&D e a MERCADO. Os colchetes inserem conclusões da Coordenação do Estudo.

A lista tem origem apenas no conteúdo da reunião de 05/08/2008, no CGEE. Como na Seção 1.2, os destaques serão amadurecidos no decorrer do Estudo com auxílio voluntário de especialistas e gestores públicos. A íntegra das falas encontra-se no Apêndice D.

### Dificuldades quanto à CADEIA PRODUTIVA

1. O maior desafio da energia solar fotovoltaica é não repetir o passado. É necessário ter o *domínio tecnológico* de toda a cadeia produtiva.
2. A *logística* do Programa Luz para Todos é antieconômica para as concessionárias.
3. *Importação de insumos e produtos químicos* é um processo demorado, complexo, e que atrasa o ciclo de desenvolvimento [de produtos].
4. O processo de *scale-up da P&D* para a venda de tecnologias não é [´culturalmente´ dominado no Brasil].
5. Até hoje não se tem no Brasil uma *indústria de silício [grau solar]*.
6. Não há [infra-estrutura de produção] de equipamentos nacionais que atenda ao mercado. O País é muito dependente de *importação de equipamentos [e componentes]*.
7. Os sistemas de eletrificação rural a partir de geradores fotovoltaicos sofrem um problema de gestão por não haver suficiente *mão-de-obra* para projeto, inspeção e manutenção.
8. Os atuais 20 MW de fotovoltaicos produzidos e a perspectiva de outros 80 mil sistemas individuais não dão *escala de mercado*.

### Dificuldades quanto à INFRA-ESTRUTURA DE P&D

9. Os grupos [de P&D] estão muito focados apenas no material. Não há no Brasil um laboratório que faça a *caracterização elétrica e micro estrutural* completa [do silício].
10. Há grave *escassez de engenheiros, químicos, biólogos*, e de uma série de outras especialidades necessárias ao empreendimento fotovoltaico.
11. Estamos uns vinte anos atrasados em domínio de tecnologias se comparado ao primeiro mundo, em especial, quanto à *eficiência de sistemas* energéticos.
12. Temos várias iniciativas isoladas, mas há necessidade de maior *integração entre os centros de pesquisa e as empresas*.
13. [A tecnologia fotovoltaica requer *P&D na indústria*]. Não é uma característica [do Brasil] a questão da P&D [pré-competitivo e competitivo] estar configurada dentro das empresas.

### Dificuldades quanto ao MERCADO

14. Nós não vamos cumprir a universalização [do *Programa Luz para Todos*] até 2010. As concessionárias não são obrigadas a cumprir se o custo for superior a três vezes à referência da ANEEL.
15. Os sistemas interligados à rede são uma tecnologia emergente [e cara]. Nós não temos necessidade dela ainda no sistema elétrico brasileiro. A população não vai querer pagar os *subsídios da conexão à rede*. O caminho mais econômico passa pelos sistemas autônomos.
16. No Brasil, o panorama pelo lado econômico é complexo, relativamente aos demais países, cujos *subsídios* são voltados aos sistemas conectados à rede e em larga escala.
17. As empresas investidoras de fotovoltaicos [que buscam sistemas conectados à rede] esbarram na *regulamentação* que o Brasil não tem.
18. O desenvolvimento de baterias e células fotovoltaicas requer *investimentos multimilionários*.
19. Enquanto 10 MW ou 20 MW interessam a países da América do Sul (Uruguai, Argentina), na Eletrobrás, no BNDES, nos Ministérios, ninguém escuta. É uma questão de escala [ou de *investimento estratégico*].
20. É preciso resolver os entraves legais para a comercialização da *produção independente*.

## Capítulo 2 Características do cenário mundial

A seguir, informações destacadas pelo Estudo sobre características do cenário brasileiro e internacional, como tendências e fatos portadores de futuro, no tocante ao meio ambiente, avanços tecnológicos, aspectos político-institucionais, sócio-demográfico e de mercado visando facilitar à tomada decisão no País em energia solar fotovoltaica.

A lista numerada tem origem apenas no conteúdo da reunião de 05/08/2008, ocorrida no CGEE. Esses destaques serão revistos e complementados, no decorrer do Estudo, com o auxílio de especialistas e gestores públicos que voluntariarem contribuições.

### Dados do MEIO AMBIENTE em auxílio à tomada de decisão

1. A demanda por eletricidade solar já é grande, ligada ao *apelo eco-econômico*.
2. Após instalado o sistema fotovoltaico, o *impacto ambiental* é desprezível. Durante o processo de produção de células solares, ele é baixo.
3. A fonte de energia é o sol, que chega a todos democraticamente e intensamente, em qualquer parte do Brasil [melhores índices de *radiação solar*].
4. O investimento em *usinas hidrelétricas*, hoje em dia, é muito caro, econômica e ecologicamente.
5. A inserção do Brasil, em termos de mercado e produção de módulos fotovoltaicos, deve ajudar ainda mais a *credibilidade política* do País em renováveis.

### Oportunidades/desafios em TECNOLOGIA para auxílio à tomada de decisão

6. Interligar milhares de sistemas fotovoltaicos à rede injeta *flickers* e *harmônicos indesejáveis* às áreas industriais principalmente. Há desafios para os especialistas em sistemas de potência.
7. Um dos principais problemas para se instalar uma indústria fotovoltaica é o *silício grau solar*. É um insumo de cinco nozes de pureza (99,999 %), por isso ele é importado.
8. O custo do silício cristalino abriu espaço para as outras tecnologias. As *células de alta eficiência* incorporam essas novas tecnologias.

9. As tecnologias baseadas em *semicondutores orgânicos* terão outros nichos de oportunidades. Não deverão ser utilizadas em energia elétrica devido aos aspectos de degradação.
10. [A energia solar fotovoltaica] é muito *compacta e modular*. Faz-se em etapas e dilui-se o investimento.
11. Quase 90% do mercado mundial é *silício cristalino, mono cristalino e multi cristalino*. As outras tecnologias dividem da ordem de 10% o mercado.
12. A expectativa em torno de 30 GW de geração, nos próximos 15 a 20 anos demandaria cinco vezes a quantidade de silício em produção. Então existem vários desafios tecnológicos com relação à *matéria-prima*.
13. Os fundamentos da energia solar no mundo, hoje, estão sólidos; os módulos são confiáveis; a *vida-útil dos módulos* é acima de 20 anos.
14. Nos últimos anos a produção de células fotovoltaicas tem crescido a taxas médias de 50% ao ano. Já os *filmes finos* chegam a 100% de crescimento anualmente.
15. A proposta seria a produção mais barata de silício solar, que poderá ser obtido usando pó de quartzo de alta pureza, suprimindo algumas etapas do *refino químico do silício metalúrgico*.

### **Aspectos SÓCIO-DEMOGRÁFICOS para auxílio à tomada de decisão**

16. Pelo viés do benefício sócio-econômico da energia fotovoltaica, a oportunidade está no conceito BIPV (*Building Integrated Photovoltaic*), de integração dos painéis de energia às edificações.
17. A Energia fotovoltaica em locais muito ensolarados, rurais e secos (sertão) viabiliza *sistemas de irrigação*.
18. A *redução da pobreza* vem sendo considerada por empresas transnacionais pelo viés das oportunidades de mercado para os sistemas fotovoltaicos.
19. Empreendimentos fotovoltaicos, no final de 2007, contabilizaram 17 mil *empregos* diretos na Espanha; e 40 mil na Alemanha.

### Aspectos POLÍTICO-REGULATÓRIOS para auxílio à tomada de decisão

20. Apesar de não haver mais *subsídios* no Japão, se tem um mercado de quase 50.000 residências, o que sustenta toda a cadeia produtiva japonesa.
21. Provavelmente o *subsídio* voltará no Japão para se atingir a meta de crescimento para 53 GW de energia solar fotovoltaica.
22. Para atrair a indústria para o Brasil são necessários *subsídios*, como na Alemanha, na Índia, na Austrália, e nos Estados Unidos. No Brasil, o subsídio é fundamental para a indústria devido a disparidade de custo hidroelétrico.
23. Há projeção que prevê em 2017 a energia fotovoltaica em paridade de preço com a convencional. Então, não será mais necessário o *subsídio*.
24. Existem 16 projetos na Câmara dos Deputados [em energias renováveis]. Possivelmente, até o final do ano [2008], haja a produção de uma *lei de incentivos*.

### Aspectos e oportunidades de MERCADO para auxílio à tomada de decisão

25. Tivemos no mundo inteiro, entre 1993 e 2006, 5,8 GW instalados de energia solar. 90% disso são *sistemas conectados* à rede.
26. De 1992 a 2007, o *número de instalações* saltou de 5,8 GW para 8,5 GW. Significa que mais de 3 GW foram instalados em 2007.
27. A Europa continua crescendo, mas o crescimento maior é no *resto do mundo* (Índia, Austrália, e China). A produção saltou de 687 MW para quase 1,5 GW.
28. Em um estudo sobre a *demanda mundial* até 2020, vemos que a Europa aparece com 13 GW, o Japão com 6 GW, a Ásia com 16 GW e os Estados Unidos com 9 GW.
29. Em 2007, o mercado mundial cresceu a uma taxa de 69% com a comercialização de 4300 MW. Isto corresponde a, aproximadamente, 5 *turbinas de Itaipú por ano*.
30. A *Comunidade Européia* está investindo 120 bilhões de dólares para alcançar, até o ano de 2010, 12% da sua demanda energética decorrente de fontes renováveis. Isso, gerará 2 milhões de empregos nos próximos 10 anos.
31. A *China* deverá ser um dos maiores produtores de energia fotovoltaica.

32. A *China* tem atualmente 13 fábricas que comercializam para o mercado interno, mas, principalmente, para exportação.
33. Espera-se que em 2009 novos *fabricantes de silício* entrem no mercado e alguns fabricantes aumentem a sua capacidade. E, então, a partir de 2009, se comece a ter uma oferta maior.
34. Prevê-se para 2050 que 50% da geração de energia serão de fontes renováveis; 25% será energia solar. Em 2100, 90% serão de renováveis, dos quais 70% de *fotovoltaica*.
35. Estima-se que na parte mediterrânea dos países europeus, e eventualmente ao norte da *África*, que a energia solar substitua, até 2050, toda a geração de energia fóssil.
36. A empresa *First Solar* acaba de inaugurar uma fábrica na Malásia, um país produtor. Eles têm fábricas nos EUA e Alemanha, que são dois mercados consumidores.
37. Uma fábrica de grande escala não se destina a atender a um mercado de um país apenas, mas, ao mercado mundial. E esse *investimento* é da ordem de centenas de milhões de dólares.
38. Qualquer ligeira modificação de redução de preço do painel solar impacta positivamente na *demanda global de painéis*, que é altamente elástica em relação ao preço.
39. Qualquer indústria de silício que se instalar hoje no Brasil vai conseguir vender seu produto. Há *falta de silício no mercado*.
40. De uma forma geral, o que se quer com a energia fotovoltaica é a *redução de custos*, pois ela é uma energia cara.
41. A *recuperação da energia* investida desde a purificação do silício até a obtenção do módulo é da ordem de 3 a 4 anos. Considera-se que o sistema tem uma durabilidade superior a 30 anos.
42. Em médio prazo a *escassez de silício* barato para atender a expansão da demanda poderá ameaçar a posição do silício como material principal da célula solar.
43. A energia fotovoltaica ligada à rede tem uma característica que é sua *conexão na ponta da rede*, onde a energia é mais cara. Porém nesse caso o mercado paga mais caro por ela.

44. A energia renovável vai além de uma política pública para o Brasil. Ela é uma *política de integração regional*. E é assim que ela tem que ser olhada. Porque não tem sentido pensar no mercado do Brasil sem ter um mercado vizinho, também ávido por energia renovável.
45. Nota-se grande *interesse de grupos privados* virem para o País e explorar tanto o lado da geração de energia como a produção de equipamentos.
46. Quando se fala em P&D, temos que ter sempre em vista qual o ponto que podemos nos apoiar para começar a desenvolver alguma coisa para, eventualmente, não ter que pagar *royalties* sobre uma tecnologia que ainda tem dono.
47. Pelo lado da eficiência versus custo dos módulos fotovoltaicos, o futuro indica haver oportunidades nas *células de terceira geração* - 50 cents de dólar por watt.
48. A Sharp, com filmes finos, inaugurará uma fábrica de 1 GW até 2010, empregando *silício amorfo e filmes finos*. Essa é uma tendência mundial devido às flutuações de tecnologias.
49. As tendências indicam que os preços devem cair e deve haver aumento da demanda dado a redução custo/eficiência dos *filmes finos*.

\_\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_\_



## Capítulo 3      **Recomendações de especialistas**

Este capítulo contém recomendações dos especialistas participantes da reunião de inauguração do Estudo ocorrida no CGEE em 05/08/2008. No conjunto de especialistas estão incluídos os representantes das instituições que compõem o Comitê de Coordenação do Estudo e demais representantes de empresas e centros de P&D presentes à reunião.

Semelhante aos parágrafos dos capítulos anteriores, os trechos a seguir derivaram de recortes das falas dos especialistas, cuja transcrição textual editada encontra-se no Apêndice D, permitindo consulta a maiores detalhes que suportam esses parágrafos de recomendação.

A Coordenação do Estudo sugere que essas recomendações sejam recebidas pelo leitor como material preliminar, a ser tratado no decorrer do Estudo e validado pelo Comitê de Coordenação. É previsto que algumas dessas recomendações não se materializem em ações estratégicas. Outras, porém, podem oferecer maior substância para os objetivos do Estudo: oferecer aos tomadores-de-decisão, nos âmbitos de P&D, empresarial e de gestão pública, subsídios de ação em concerto com a visão de futuro e as macroestratégias de sustentabilidade do empreendimento fotovoltaico no País.

### **Recomendações de especialistas quanto à CADEIA PRODUTIVA**

1. *Estabelecer um programa de difusão da geração distribuída com sistemas conectados, no contexto residencial, comercial, industrial e de prédios públicos, associado a uma estratégia de desenvolvimento industrial e utilizando as tarifas-prêmio.*
2. *É necessário fomentar desenvolvimento de uma indústria nacional de equipamentos e insumos.*
3. *Para viabilizar a cadeia produtiva para energia fotovoltaica será preciso vencer as barreiras tecnológica e comercial.*
4. *Concentrar esforços em equipamentos de sistemas produtivos com alta integração, inclusive de recursos para metrologia dinâmica e automação.*

5. Uma melhor concepção da *integração de sistemas com edificações* contribuirá para a redução de custos e valoração da energia.
6. *Buscar a redução dos custos de produção* dentro da cadeia produtiva, de modo a aumentar a competitividade em energia solar fotovoltaica.
7. Atentar para a necessidade de *desenvolvimento de equipamentos periféricos*, como baterias, inversores, controladores.
8. A alternativa prioritária e de curto prazo é *produzir o silício grau solar*, com pureza menor, e utilizá-lo em células solares.

### **Recomendações de especialistas quanto à INFRA-ESTRUTURA DE P&D**

9. *Fomentar a cooperação entre todas as instituições de P&D*, considerando suas vocações e opções em ciência e tecnologia.
10. Estimular a *cooperação entre os grupos de P&D em hidrogênio e fotovoltaica* considerando ser esta uma combinação com grande potencial de futuro para a matriz energética.
11. Aumentar o número de projetos focando [*P&D em desempenho de equipamentos*].
12. É necessário termos um instituto de metrologia forte, como o NIST, a fim de o País *obter a necessária credibilidade certificadora* internacional.
13. *Modernizar os laboratórios*.
14. Promover *intercâmbio com centros de referência*, para troca de experiências, normatizações, medições e suporte.
15. *Identificar tecnologias complementares* para compor com a tecnologia de geração fotovoltaica.
16. *Localizar e estudar o quartzo oriundo de áreas de alto grau de metamorfismo*.
17. *Controlar a matéria-prima*, para a produção do silício grau solar; e investir em recursos humanos para P&D.
18. Atentar para o *fomento a projetos associativos entre empresas e instituições de P&D*.
19. *Instituir políticas de desenvolvimento tecnológico e de investimentos em P&D para o silício grau solar e sistemas*.

### Recomendações de especialistas quanto a INVESTIMENTOS

20. Serão necessários *financiamentos para implantação do mercado* brasileiro e atração de indústrias em fotovoltaicos. Uma vez implantadas, a cadeia produtiva, seja do silício, seja das células ou módulos, se viabiliza em curto prazo.
21. Seria muito interessante para a MPX que já houvesse uma *política de purificação do silício grau solar* aqui no Brasil.
22. Instituir uma *política focada em algumas aplicações industriais* para viabilizar a cadeia produtiva.
23. São necessários *investimentos na produção de inversores* para sistemas conectados à rede. É um mercado que vai crescer.
24. Para a sustentabilidade do empreendimento, é necessário *identificar os potenciais atores do lado da indústria e os investidores* que teríamos no Brasil, com a preocupação de se aperfeiçoar uma visão de mercado.
25. É importante que as indústrias nacionais considerem o mercado de células e módulos, lâminas, inversores, controladores e toda esta parte de componentes. Isso requer uma *política de longo prazo para a geração de energia*, associado a um programa de desenvolvimento industrial.
26. Fomentar *campanhas e divulgação dos benefícios da energia solar fotovoltaica* como uma energia limpa e renovável, com grandes benefícios ambientais.

### Recomendações de especialistas quanto a MARCO REGULATÓRIO

27. Atentar para as atividades da Secretaria de Planejamento Energético do MME, que vem trabalhando proposta de uma *política de utilização da geração fotovoltaica conectada à rede*. Está em discussão o desenvolvimento e difusão da geração distribuída com sistemas fotovoltaicos.
28. A questão de regulamentação é importante principalmente na *questão de conexão dos painéis de energia solar à rede*, e na possibilidade de se ter a geração realmente distribuída. Se conectarmos diretamente à rede, também haverá aumento de mercado. Ou seja, havendo uma política brasileira de criação de mercados e desenvolvimento industrial. Isso vai atrair investimentos de fábricas de silício no Brasil.

29. Fazer uma prospecção de longo prazo; e, tentar algo mais com caráter piloto; *integração das políticas de energia e de microeletrônica*. E novas políticas, como a de regulação, poder de compras.
30. Introduzir facilitações e *incentivos ao produtor independente* para conexão à rede e venda de energia às concessionárias.

### **Recomendações de especialistas quanto a RECURSOS HUMANOS**

31. O mercado é altamente inovador e globalizado. Se não houver essa atividade de *desenvolvimento de recursos humanos para inovação*, o tempo de vida da indústria no Brasil será difícil de ser prognosticado.
32. Atentar para a priorização da *formação de mão-de-obra de grau técnico*, para instalar, operar e manter os sistemas fotovoltaicos.

\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_

## APÊNDICE A Elementos retrospectivos

### Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz

CEMIG

*Além dos projetos de pesquisa em aplicações, nós começamos, 8 anos atrás, o projeto de desenvolvimento do silício, que foi em parceria com CETEC, para purificar silício e fazer células solares de baixo custo no País, por causa da identificação desta carência no mercado. Esta parceria nossa já envolveu em torno de 6 milhões de reais. Das duas instituições, se contar o que o CETEC contribuiu, a gente já chega a quase 10 milhões. As duas instituições investiram, na purificação do silício, recursos de pesquisa significativos.*

### Eduardo Soriano

MCT

*Em maio de 2005, tomando por base o II SNESF (Simpósio Nacional de Energia Solar Fotovoltaica), extraímos algumas conclusões.*

*A primeira conclusão foi que existem importantes grupos de P&D para energia fotovoltaica no Brasil. Um estudo encomendado ao CEPEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica) mostrou que a maioria dos que trabalham com fotovoltaica tinha (e tem) maior foco em aplicações. Poucos trabalham fortemente em pesquisas de silício, de produção de células e módulos.*

*Dizia-se que havia recursos humanos suficientes. Na verdade, notamos que na base da pesquisa são poucos os recursos humanos; poucos os grupos de pesquisa.*

*O Estudo mostrou que existem oportunidades de fabricação de componentes de sistemas fotovoltaicos no Brasil.*

*Uns dizia haver uma estrutura de regulação. Outros indicaram faltar marcos regulatórios.*

*Havia indicações de que o Programa Luz para Todos poderia gerar um mercado. Mas que faltaria quantificar quanto esse Programa conseguiria mobilizar desse mercado.*

*Criou-se também a expectativa de que o MCT instituiria uma política para energia renovável, uma vez que este havia encomendado ao CEPEL um estudo sobre energia renovável.*

*Também, houve a idéia de se fazer uma rede para tecnologias fotovoltaicas. Vários entendimentos decorreram, mas não foram vistos avanços concretos.*

*Recomendações desse II SNESF apontaram para a montagem de uma rede de pesquisa para uma série de produtos: células e até módulos para aplicação aeroespacial. Outras indicavam que teria que haver ações na área de mercado e de indústrias, bem como de implantação de rede de pesquisa, e uma maior divulgação.*

### **Francisco das Chagas Marques**

UNICAMP

*Dificuldades na pesquisa, nós temos tido. O financiamento reduzido no passado foi um fator muito impeditivo. Houve um boom na década de 1980 para tecnologias fotovoltaicas e bastante investimento. Porém, a partir de 1990, o investimento em energia fotovoltaica e em células solares praticamente parou.*

*A conseqüência é que isso afetou a produção dos laboratórios. Alguns pararam de fabricar células solares; outros reduziram grande parte de seus estudos em células solares. Na UNICAMP, paramos praticamente. Sucateamos o laboratório para poder utilizar os equipamentos em outras pesquisas. Não conseguíamos dinheiro para trabalhar com células solares. Chegamos a ouvir comentários de representantes de órgão financiador, dizendo: Para que células solares? Pra usar em brinquedos?*

*No passado, mais ou menos na década de 80, nós [UNICAMP] fabricamos células solares de silício cristalino, amorfo - heterojunções. Conseguimos atingir 16% de eficiência. Trabalhamos em várias tecnologias: com técnica convencional, policristalino, heterojunções de SNO<sub>2</sub> a 13%. Com silício amorfo produzimos as primeiras células solares amorfas da América Latina e atingimos 7% de eficiência.*

*A USP trabalha com células solares de sistemas amorfos desde a década de 1970. O INPE e a USP fizeram juntos células solares para aplicações espaciais.*

**Marcos Torrizella**

## Heliodinâmica

*A Heliodinâmica foi uma empresa inaugurada em março de 1980, porém há dois anos está parada.*

*Quando iniciamos em 1980, havia um cliente, o Grupo Telebrás. Então, a Heliodinâmica teve sua fase boa até o final da década dos anos 1980. No governo Collor, todas as oportunidades foram abertas. A Heliodinâmica começou a perder e iniciou o fechamento e passou esse período todo sofrendo sem clientes.*

*Nos anos 1980 a gente exportava bastante – para Índia, Alemanha, etc, mas, lâminas; nunca módulos ou células. E o nosso custo começou a ficar alto, por conta do custo não-projetado do desenvolvimento de novos maquinários.*

*Paralelamente, tínhamos um cliente brasileiro que era o Grupo Telebrás. De forma que as “teles” que instalamos no Brasil inteiro sustentavam a Heliodinâmica. Após isso, com o Governo Collor assumindo, o Grupo Telebrás também deixou de investir em nosso core business.*

*Nós estaríamos em outra configuração, que não a atual, se tivéssemos o silício, com certeza, o custo seria bem menor.*

*O que aconteceu com a Heliodinâmica foi exemplo típico de uma empresa que investiu no Brasil e tinha um mercado restrito. Quando esse mercado acabou, ela não teve mais condições de existir como empresa.*

## APÊNDICE B Situação atual de segmentos do setor

### Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz

CEMIG

*[A CEMIG] já tem o Down Jones Sustainability Index por 8 anos. A gente já tinha essa visão de que precisava de tecnologias complementares à rede elétrica.*

*Hoje a CEMIG tem 5 mil sistemas instalados dos quais, 3 mil apenas em eletrificação rural. Dos quais mil em escolas rurais, pois nós universalizamos as escolas rurais em Minas. E também em sinalização noturna. Temos muita aplicação para energia fotovoltaica além da eletrificação rural para sistemas isolados, que é a aplicação madura no País hoje. Sinalização, seja de usinas, de torres de transmissão, de distribuição; seja nas telecomunicações, nas estações remotas para controle. Porque toda a comunicação com os eletricistas é feita via satélite. Sinalização das usinas, para evitar áreas invadidas. Linhas de transmissão. Isto tudo é feito com energia fotovoltaica.*

*O CETEC é o nosso parceiro no desenvolvimento de materiais, da célula solar. Para desenvolver componentes e aplicações, nós temos várias outras instituições no Estado e, inclusive, fora do Estado, que a CEMIG tem parcerias. Então nós temos patentes em protótipos de controladores de carga, inversores, que nós desenvolvemos em projetos de pesquisa.*

...

*Hoje você não deriva mais, não faz derivação em rede de distribuição para fazer sinalização, como a gente fazia no passado. A gente tem a tecnologia fotovoltaica desenvolvida até para fazer abertura, funcionar como uma chave, seccionar a linha para dar manutenção.*

*Sobre purificação do silício. Nós [CEMIG] estamos, com o CETEC, na rota química. Mas eu acho que temos muitas outras rotas que podem, também, ser estimuladas. O IPT está investindo em outras rotas. Nós temos a Unicamp, com a Petrobrás. Eu acho que a gente não pode ficar somente nesta. A rota química é a mais cara, mas não é dominada, isto é um segredo tecnológico! Nós estamos pesquisando há 6 anos, nós temos hoje, nós conseguimos purificar silício em escala laboratorial, mas foram 6 anos de investimentos pesados, e de dedicação da equipe do José Roberto Branco com a nossa.*



**Arthur José Gerbasi da Silva**  
PETROBRAS

*A PETROBRÁS possui projetos em purificação de silício, produção de módulos fotovoltaicos, novas rotas de produção de células, que seriam as células de segunda geração, medição da radiação solar e aplicações solares fotovoltaicas.*

*A PETROBRÁS possui planta piloto de módulos fotovoltaicos, em parceria com a PUC do Rio Grande do Sul. Estamos implantando, em fase pré industrial, um processo de fabricação de módulos fotovoltaicos empregando tecnologia nacional de baixo custo e alta eficiência. Esta planta está produzindo módulos acabados a partir de lâminas de silício monocristalino e, uma vez concluído, o projeto atenderá a comunidade brasileira de pesquisa e desenvolvimento em energia solar fotovoltaica.*

*Nessa área de novas rotas de produção de células, a PETROBRÁS pretende estudar filmes finos de silício cristalino através da utilização de um reator CVD. A instituição parceira ainda está em definição.*

*A PETROBRÁS está desenvolvendo células de CdTe, Telureto de Cádmio, com o pessoal do IME. O objetivo é fabricar uma célula de Telureto de Cádmio e todas as camadas envolvidas neste processo. Estamos com o objetivo de aumentar a eficiência; a última que tenho notícia é de 4,4%, e expandir a capacidade do laboratório em pesquisa e desenvolvimento.*

*A PETROBRÁS também está atuando na área de células solares sensibilizadas por corantes. Reabilitamos o projeto com a USP, estamos fazendo levantamento do estado da arte nestas células, aprimorando os processos produtivos, identificando as principais barreiras tecnológicas, as possíveis soluções para uma produção em maior escala, estabelecendo parâmetros tecnológicos que visa posterior transferência para fabricação de módulos e embasamento de linhas de pesquisa, com a professora Neide, da USP.*

*Na parte de corte, estamos [PETROBRÁS] desenvolvendo tecnologia para separar e transferir lâminas finas de silício monocristalinos para substratos de baixo custo, que possibilitem reduzir os custos de produção de dispositivos fotovoltaicos, agregando as vantagens do silício cristalino, que seria maior eficiência de conversão, com a redução de custos proporcionados pela tecnologia de filmes finos. É um projeto em*

*parceria com UFRGS, o professor Paulo Fisher está trabalhando com a gente.*

*Temos o programa de medição da radiação solar, que vai começar em breve. A PETROBRÁS quer instalar 5 estações de medição da radiação solar em regiões de grande potencial estabelecendo convênios com universidades, institutos que já possuem dados de radiação medida. Vamos ganhar um banco de dados, modelos matemáticos, estamos praticamente fechando este acordo.*

*Na área de aplicações solares, a PETROBRÁS está construindo um sistema fotovoltaico de 44 kWpico em Guamaré no Rio Grande do Norte, ao lado de uma planta piloto de biodiesel. Neste sistema o objetivo não é só gerar energia, é estudar a montagem deste tipo de sistema, então estamos utilizando módulos de 6 fabricantes diferentes, sendo 4 de silício amorfo, 1 de Disseleneto de Cobre, Índio e Gálio (CIGS) e 1 de Telureto de Cádmiio, da First Solar. Estamos também utilizando 2 tipos de inversores, de fabricantes diferentes. Esta combinação de módulos diferentes, com inversores diferentes, gera 19 subsistemas com a potência total de 44 kW. Este tem mais um objetivo de pesquisa, não é só gerar energia, a gente está estudando como otimizar esta geração.*

*A PETROBRÁS também pretende avaliar o desempenho dos diferentes fabricantes e diferentes módulos fotovoltaicos em condições de clima tropical e diferentes fatores de carregamento dos inversores. É um projeto com a parceria da UFSC.*

*A PETROBRÁS também está instalando sistemas fotovoltaicos, para associar sua imagem à energia solar, instalando sistemas em postos. Inicialmente estamos fazendo isto na Ilha do Fundão, porque o Cenpes fica lá, então é mais fácil gerenciar isto. São módulos da UniSolar, de silício amorfo e junção tripla. Vamos instalar um sistema de 10,7 kW no posto Cenpes, que é um posto BR que tem em frente ao Cenpes, e 9,5 aproximadamente no posto ecotecnológico que esta sendo construído na ampliação do Cenpes. No caso do posto Cenpes, a montagem vai ser sobre a verificação de serviço, e no posto ecotecnológico, como estão sendo projetados agora, os painéis serão integrados à cobertura do posto. O projeto também é conduzido em parceria com a UFSC.*

*A PETROBRÁS possui também o projeto que construiu uma unidade de bombeio acionada com energia fotovoltaica. Trabalhar o desempenho técnico-econômico deste tipo de acionamento, e também ligar a imagem*

da Petrobrás à energia solar, e capacitar os técnicos do Cenpes e da unidade de negócios do RN e CE, que é a unidade de negócios responsável pela produção de petróleo terrestre, nesta área de energia fotovoltaica. Também em parceria com a UFSC.

A PETROBRÁS tem também um ônibus híbrido elétrico-biodiesel-solar. Estamos estudando a utilização de veículos híbridos, que está crescendo no mundo. A parte fotovoltaica é pequena, mas a gente não quer só estudar isto, queremos estudar como o veículo híbrido se comporta. Na fase I instalamos 1 kW de painéis, que equivale a 1,5% da potência do gerador diesel. Esta fase está mais ou menos concluída, só fazer alguns testes de emissão e consumo. Na fase II vamos substituir as matrizes de chumbo-ácido e o moto-gerador por matriz mais avançada, por ser um veículo plug-in. E então pretendemos recarregar ele utilizando energia fotovoltaica.

A Petrobrás, tradicionalmente, vem utilizando energia fotovoltaica nas suas operações há muitos anos, desde a década de 70, que tenho notícia. Já tem plataformas de produção marítima no RN que utilizam energia fotovoltaica. Tem bóias de sinalização, telemetria em posto terrestre, telemetria em controle de vazão. Isto é utilizado no mundo inteiro porque, nesta área, a energia fotovoltaica é a mais recomendada.

### **Claudia do Valle**

MPX

"A empresa MPX está construindo uma planta solar o município de Tauá, no Ceará. Começará produzindo 1MW em janeiro de 2009. No primeiro trimestre de 2010, 5MW. A meta é de alcançar 50 MW até 2011. O roadmap de desenvolvimento da fábrica prevê, para 30 MW, um investimento de US\$ 6,75 milhões na fase 2. A terceira fase da fábrica prevê a integração das células. Para trabalhar com os módulos, com as células em linhas, e com os wafles, tudo em 30MW, está previsto um investimento de US\$ 50,25 milhões. O projeto está em fase do desenho do projeto básico. Já iniciou o pedido de autorização na ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e de licença prévia. Adicionalmente, espera-se viabilizar a fábrica de módulos solares, com produção prevista entre 60 MW e 100 MW, visa à exportação e consumo nacional, caso haja mercado".

**Eduardo Soriano**

MCT

*O CTI é a instituição encarregada dessa empreitada (de apoio à decisão para o curto prazo). E já dispõe de recursos para a produção de resultados. A idéia passa pela compra de estudos internacionais para uma apropriação de experiências bem sucedidas.*

*Também a cargo do CTI fica o mapeamento de competências para a identificação de atores, até então não conhecidos pelos órgãos de fomento.*

*Já, sobre a criação da rede de tecnologias fotovoltaicas, optamos por amadurecer o projeto antes da aplicação de recursos. Uma rede não se cria por decreto, mas sim aos poucos, a exemplo da de carvão e a do biodiesel.*

*Há três encomendas de R\$ 1 milhão:*

- 1. O CTI vai desenvolver competência no final da cadeia de fotovoltaica, i.e., desenvolvimento da competência em eletroeletrônica, encapsulamento, testes e RH.*
- 2. O CETEC deverá construir um laboratório central para a cadeia produtiva de energia fotovoltaica, dada a dispersão geográfica dos atuais laboratórios.*
- 3. O CB-Solar – quanto à infraestrutura laboratorial, estudos de mercado e RH.*

*Será lançado um edital de reforço de R\$ 4 milhões aos grupos de pesquisa. Este recurso contempla o início da formação de rede de PD&I de tecnologias aplicadas à energia solar fotovoltaica.*

*Estão previstos outros seminários, como um dedicado ao silício, e outro aos semicondutores orgânicos.*

*Estão previstos, também, atendimentos às empresas com recursos a serem definidos.*

**Francisco das Chagas Marques**

UNICAMP

*O Instituto de Química da Unicamp trabalha com células orgânicas. Além de células solares, nós trabalhamos na produção e purificação do silício e*

*chegamos a fabricar células solares feitas em silício policristalino nacional purificado a partir de silício metalúrgico nacional e chegamos a células com eficiência da ordem de 5,5%.*

*No Instituto de Química [da UNICAMP] foi sintetizado também o POCIO3 que é o dopante utilizado para fazer a difusão de fósforo - que é um elemento fundamental em células de silício cristalino.*

*A Unicamp tem atuação intensa em células e sistemas. A PUC do Rio Grande do Sul tem feito um excelente trabalho em células, módulo e planta piloto. O IME trabalha em outros materiais inorgânicos como o CdTe e o sulfeto de cádmio. A USP e a Universidade Federal do Ceará também trabalham em células de corantes. O CETEC e o IPT também trabalham em purificação de silício e vários outros centros.*

*Além de várias aplicações e sistemas, no Instituto de Física, na faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp, produzimos um carro movido à energia solar e testamos integração de sistemas PV com a rede.*

### **Izete ZanESCO**

PUC-RS

*Temos o CB-Solar (Centro Brasileiro para Desenvolvimento da Energia Solar Fotovoltaica, sediado na PUC - RS) que foi implantado e é resultado de entendimentos entre o Ministério de Ciência e Tecnologia, Secretarias Estaduais, Secretarias Municipais, a ACE e a PUC-RS. A gestão do CB-Solar conta com um Comitê Gestor, uma Secretaria Executiva, dois comitês assessores e membros associados. Temos empresas que estão financiando hoje projetos de P&D na área.*

*Ao total são 7 projetos de desenvolvimento tecnológico, principalmente em células solares e módulos fotovoltaicos. O CB-Solar e o NT-Solar, dentro da Universidade, possuem uma infraestrutura laboratorial de 950 m<sup>2</sup>, sendo 210 m<sup>2</sup> de sala limpa para produção e desenvolvimento de processos industriais de células solares e módulos fotovoltaicos. E também de processos de laboratório de maior eficiência.*

*Como resultados da planta piloto de produção de módulos fotovoltaicos [do CB-Solar], em termos de tecnologias, temos: tecnologias de módulos fotovoltaicos com dois tipos de células.*

*As primeiras são células industriais, é um processo industrial. A eficiência máxima é de 13,4%, é um processo de menor custo. Em uma*

*distribuição de produção de 150 células solares, a eficiência média é em torno de 12,6 a 12,9%, sendo que a máxima chega a 13,4%.*

*No outro processo, um pouco mais caro, porém de maior eficiência, também de células grandes de 8x8cm, a eficiência máxima é de 15,6%, e a mesma tecnologia industrial em células pequenas tem eficiência máxima de 16%.*

*Estas duas tecnologias estão prontas para entrada em uma indústria.*

*Outro exemplo a citar é a planta piloto de produção de módulos fotovoltaicos. Ela é resultado de uma articulação nacional, iniciada há 3 anos, com a Rede Brasileira de Tecnologia (MCT-FINEP), e com as empresas CEE, EletroSul e Petrobrás. A planta tem três marcas características: (1) inovações tecnológicas: células solares eficientes com insumos de baixo custo. (2) ambiente: processos industriais dentro de universidade brasileira. E o (3) gerenciamento: ela é gerenciada por um comitê gestor em que as empresas, a FINEP e o MCT fazem parte da tomada de decisões para a continuidade. A cada 4 meses ocorrem reuniões técnicas e de gerenciamento do projeto.*

*[Contribuições via e-mail posterior à reunião de 05/08/2008]*

*O CB-Solar está desenvolvendo uma planta pré-industrial para fabricar células solares e módulos fotovoltaicos.*

*No Brasil, não há indústrias de células solares no momento. A Heliodinâmica operou no passado. Somente temos representantes de empresas estrangeiras que comercializam módulos fotovoltaicos.*

*As empresas com atividades em quartzo e silício metalúrgico, conforme apresentei, são a Rima e a Dow Corning, Porém nenhuma comercializa lâminas de silício.*

*O cenário mundial é bem diferente. Em países como Alemanha, Japão, Espanha, EUA, etc. há programas nacionais para o desenvolvimento de tecnologias em células solares, módulos fotovoltaicos, sistemas fotovoltaicos e programas de incentivo para a instalação de sistemas fotovoltaicos para os usuários.*

*A importância a esta tecnologia é dada, pois trata de produção e energia elétrica com preservação do meio ambiente. Estes programas são específicos de energia solar fotovoltaica e não estão relacionados com programas na área de semicondutores.*

*Para citar um exemplo. Quando assinamos o convênio "Planta Piloto para Produção de Módulos Fotovoltaicos com Tecnologia Nacional", na Bélgica existia o IMEC com atividades no desenvolvimento de processos industriais de células solares. Agora, Alemanha, Estados Unidos e Singapura possuem centros de P&D&I em processos industriais em células solares.*

*No nosso projeto da Planta Piloto está prevista a transferência de tecnologia e a distribuição da propriedade intelectual.*

*No Brasil existem vários laboratórios de pesquisa em todas as áreas da energia solar fotovoltaica, sendo vários deles, representados na reunião. Há um programa do Inmetro para a etiquetagem/certificação dos componentes de sistemas fotovoltaicos autônomos.*

*Em relação ao Brasil, acreditamos que as maiores necessidades sejam:*

- desenvolvimento de processos para purificação de silício;*
- desenvolvimento de processos de obtenção de lâminas de silício (90 % do mercado mundial, e com este tipo de material, o silício);*
- desenvolvimento de processos industriais de fabricação de células solares com várias tecnologias;*
- desenvolvimento de equipamentos para fabricação de células solares e módulos fotovoltaicos;*
- regulamentação mais clara para a instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica de baixa potência. A Aneel diz ter uma regulamentação;*
- programa de incentivo ao usuário para a instalação de sistemas fotovoltaicos.*

### **Marcos Torrizella**

Heliodinâmica

*"A experiência da Heliodinâmica é ilustrativa da necessidade de estratégias de Governo: não tem mercado, não tem empresa".  
(MT/Heliodinâmica)*

*"A Heliodinâmica existe ainda, no nome, mas operacionalmente não tem produzido nada".*

*"[Pergunta] O que impede hoje a Heliodinâmica de restabelecer a fábrica? [MT]: Financiamento. Gastamos o que tínhamos. Se voltássemos a funcionar, nosso maquinário não seria nada competitivo no mercado".*

**Roberto Zilles / IEE-USP**

*A COELBA tem aproximadamente 18 mil sistemas. É um dado deles - parte é do programa "Luz Para Todos". A CEMIG também tem. Só para dar exemplos: Estão fazendo coisas, a Eletro - São Paulo - está utilizando o fotovoltaico.*

*O Instituto Ideal e a UFSC possuem um estudo sobre paridade tarifária. O LabSolar de Santa Catarina tem o estudo bem detalhado para o Brasil.*

*Exemplos de sistemas interligados à rede: Esta [slide da apresentação] é a primeira instalação integrada à edificação, na UFSC; em que, 50% da energia deste prédio é fornecida por sistemas fotovoltaicos, com o conhecimento da EletroPaulo. Nós trabalhamos com ela, tem 8 anos de operação. O estacionamento, também no instituto onde eu trabalho, tem parte de integração.*



## APÊNDICE C Especialistas participantes

Lista de especialistas e participantes da reunião inaugural do Estudo, em 05/08/2008, no CGEE

1. CEMIG / Antonia Sônia Alves Cardoso Diniz
2. CEPEL / Marco Antonio Esteves Galdino
3. CETEC / José Roberto Branco
4. CETEM / João Sampaio
5. CGEE / Lucia Carvalho Pinto de Melo
6. CGEE / Fernando Cosme Rizzo Assunção
7. CGEE / Maria Elenita Nascimento
8. CGEE / Elyas Ferreira de Medeiros
9. CNI / Luciana dos Santos Nunes
10. CNPQ / Flavio de Queiroz Costa
11. CONERGY / Angela Vogel
12. CONERGY / Catia Stoyan
13. CTI / Homero Schneider
14. FINEP / Laercio de Sequeira
15. HELIODINÂMICA / Marcos Torrizella
16. IEE-USP / Roberto Zilles
17. UNICAMP-IFI / Francisco das Chagas Marques
18. IME / Wagner Anacleto Pinheiro
19. INMETRO / Ado Jório de Vasconcelos
20. INPI / Roberto Ferreira Santos
21. INSTITUTO IDEAL / Mauro Passos
22. KYOCERA SOLAR BRASIL / Antônio Granadeiro
23. MANFERROSTAAL / Thomas Lehmann
24. MCT / Eduardo Soriano
25. MCT / Jairo Coura
26. MDIC / Paulo Malamud
27. MME / Henrique Camões
28. MPX / Claudia do Valle
29. PETROBRAS / Arthur José Gerbasi da Silva
30. PETROBRAS / José Geraldo Abrão
31. PETROBRAS / Ricardo Mascarenhas
32. PETROBRAS / William Frederic Schmidt
33. PUCRS / Izete Zanesco
34. QUALICITY / Ivonice Campos

35. SUFRAMA / Jorge Wilson F Corrêa

36. UNITRON / Ricardo Diez

\_\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_\_

## APÊNDICE D Falas editadas dos especialistas

A seguir, as falas editadas da Reunião Inaugural do Comitê de Coordenação do Estudo Prospectivo para Energia Fotovoltaica (2025), conduzida em 05 de agosto de 2008, das 09h00min às 17h00min, no CGEE, Corporate Financial Center, Sala 1102, SCN Q. 2, Bl. A, Brasília, DF.

Recorda-se que o evento objetivou identificar:

- Os pontos fortes e fracos da capacidade brasileira para atuar competitivamente através dos próximos 15 anos.
- As características da sociedade brasileira e de mercado internacional que justifiquem um programa intensivo e coordenado de governo, de empresas e da academia.

### **Ado Jório / INMETRO**

Substituo, excepcionalmente, neste Encontro o Marco Cremona, um especialista desta área. Atuo no Inmetro como coordenador da área de metrologia e materiais. Para o exercício deste Encontro, talvez minha contribuição seja satisfatória.

Gostaria de compartilhar com vocês sobre uma transformação ocorrendo no Inmetro nos últimos 5 anos. Trata do desafio de o Brasil entrar no mercado globalizado. Para tanto é necessário termos um instituto de metrologia forte, como o NIST (National Institute of Standards and Technology, do governo americano), a fim de obtermos a necessária credibilidade internacional.

Por conta disso, o Inmetro tem um parque técnico bem constituído e que está localizado em Duque de Caxias, RJ. A infra-estrutura do Inmetro contém laboratórios específicos para áreas chaves de P&D.

A área de materiais do Inmetro abraça os tópicos de interesse desta reunião. E também: nanotubos de carbono, semicondutores orgânicos, nanopós, biocombustíveis, energia e minerais.

É importante considerar e reconhecer o Inmetro em nível internacional para que a credibilidade do produto nacional seja notória. Para tanto, investimentos vultosos têm sido realizados nos últimos anos.

Em materiais, o Inmetro investiu 20 milhões de reais. Também em nanotubos os investimentos são significativos. Nessa área o Brasil tem dado contribuições importantes. Também na área de ótica, os meios e resultados são importantes.

Em semicondutores orgânicos, o Inmetro tem infraestrutura para produção de OLEDs e células fotovoltaicas orgânicas. A infraestrutura tem fins metrológicos, para dar credibilidade a valores de eficiência de produtos nacionais.

Na área de energia, o Inmetro tem instalado praticamente todos os recursos para análise de superfície (AFPM, XPS, STM, microscopia). Tudo isso instalado nos últimos 3 anos, para a parte de catálise, que é muito importante para a área de energia.

O Inmetro tem também equipamentos para nanofabricação com precisão de até 10 (dez) nanômetros.

Em microscopia eletrônica, a instituição tem equipamento com resolução sub-angstrom, sendo o primeiro a operar no hemisfério sul.

De forma que, nesta rápida apresentação, a idéia foi mostrar que o Inmetro pode respaldar e dar credibilidade aos desenvolvimentos em C&T nacionais a exemplo de grandes instituições como o NIST.

Além dos investimentos em máquinas e equipamentos, o Inmetro está se revitalizando por meio da contratação de recursos humanos.

*[Comentários de participante da reunião]*

O Inmetro teve uma importante participação no grupo de trabalho GT-FOT, que criou a certificação de equipamentos fotovoltaicos. Temos certificação para módulos, inversores, baterias. E isto tem ajudado muito o mercado de fotovoltaicos. Portanto, reconhecemos com ênfase este trabalho do Inmetro.

Obrigado.

*Ado Jório / INMETRO*

### **Angela Vogel / CONERGY**

A Conergy Energia Solar, como o nome já diz, só trabalha com energia solar fotovoltaica. Ela comercializa e instala sistemas fotovoltaicos em todo o Brasil.

O "Luz para Todos", ou a eletrificação rural, é interessante. É, em si, um bom programa. Só que é complicado, são áreas remotas, o planejamento é difícil, a instalação é complicada. Todo o sistema de logística, para chegar aos lugares, é, em certos casos, até inviável, porque praticamente você tem que pagar em cima.

A outra parte, que seria a telecomunicação, onde o programa de universalização é mais privado, já é melhor. Só que a concorrência é grande. Também complica um pouco. O que falta, aqui no Brasil, é a indústria e a demanda particular. E isto em

todos os tamanhos de instalação, seja pequena, na casa, seja na indústria, seja como um sistema de back-up. Porque realmente a eletricidade é uma necessidade.

Uma vez que este mercado esteja implantado, acho que a cadeia produtiva, seja do silício, seja da fabricação das células ou dos módulos, se viabiliza rápido. Porque vai ser interessante, vai ser um mercado sério. E eu acho que todo mundo vai estar disposto a investir nele. Para isso seria a solução brasileira do incentivo, que eu acho que dá para aprender de todas as experiências que vimos na Europa, no Japão, Estados Unidos. Cada um tem um sistema, cada um tem suas experiências. São histórias de 10, 15 anos. Não foi fácil, como foi falado, na Espanha, em 2003 tinha 10, 15 MW instalados, a maior parte, também, remota, e agora já passou 1 GW. Ou seja, com um bom incentivo, com uma vontade de fazer, o mercado não tem nenhum problema.

O Brasil tem uma situação favorável, por causa da matriz energética, mas também tem uma necessidade. Eu acho que, especialmente na parte da contribuição de cada um, seria a geração distribuída, não? Cada um pode contribuir com a sua própria parte.

Obrigada.

*Angela Vogel / CONERGY*

### **Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz / CEMIG**

Eu retirei desta apresentação tudo que vocês já falaram. Inclusive, retirei o que a CEMIG faz. Então, por isso mesmo falta apenas a parte de esclarecer o interesse da CEMIG. Por que nós temos 20 anos utilizando esta tecnologia em uma empresa de energia elétrica?

Nós já temos o *Down Jones Sustainability Index* por 8 anos. A gente já tinha essa visão de que precisava de tecnologias complementares à rede elétrica.

Então a necessidade de começarmos projetos de demonstração não foi apenas na eletrificação rural. Hoje a CEMIG tem 5 mil sistemas instalados dos quais, 3 mil apenas em eletrificação rural. Dos quais mil em escolas rurais, pois nós universalizamos as escolas rurais em Minas.

Temos muita aplicação para energia fotovoltaica além da eletrificação rural para sistemas isolados, que é a aplicação madura no País hoje. Sinalização, seja de usinas, de torres de transmissão, de distribuição; seja nas telecomunicações, nas estações remotas para controle. Porque toda a comunicação com os eletricistas é

feita via satélite. Sinalização das usinas, para evitar áreas invadidas. Linhas de transmissão. Isto tudo é feito com energia fotovoltaica.

Hoje você não deriva mais, não faz derivação em rede de distribuição para fazer sinalização, como a gente fazia no passado. A gente tem a tecnologia fotovoltaica desenvolvida até para fazer abertura, funcionar como uma chave, seccionar a linha para dar manutenção.

A aplicação de sistema fotovoltaico é apenas isolada para eletrificação rural ou interligada à rede? Não! Existe uma gama muito grande, principalmente no setor elétrico, de aplicação de sistemas fotovoltaicos.

Outro ponto importante: porque a CEMIG atua na cadeia produtiva e não ficou apenas nas aplicações, se este é o nosso principal foco? Se nós utilizamos tanto uma tecnologia, ela é tão importante para o desenvolvimento da empresa e do setor, nós temos uma obrigação: de contribuir para o desenvolvimento da mesma no País.

Além dos projetos de pesquisa em aplicações, começamos, há 8 anos, o projeto de desenvolvimento do silício, que foi em parceria com o CETEC, para purificar silício e fazer células solares de baixo custo no país, por causa da identificação desta carência do mercado.

Esta parceria nossa já envolveu em torno de 6 milhões; ao longo desse tempo foi aplicado este montante até o momento. Das duas instituições, se contar o que o CETEC contribuiu, a gente já chega a quase 10 milhões. As duas instituições investiram, na purificação do silício, recursos de pesquisa significativos.

Mas não nos atemos só a isto. Apesar do excelente parceiro, nós temos focos de parceria. O CETEC é o nosso parceiro no desenvolvimento de materiais, da célula solar. Para desenvolver componentes e aplicações, nós temos várias outras instituições no Estado e, inclusive, fora do Estado. Então nós temos patentes em protótipos de controladores de carga, inversores, que desenvolvemos em projetos de pesquisa.

Qual é nosso maior desafio? Eu considero que o maior desafio da energia solar fotovoltaica é, principalmente, não repetir os erros do passado. Nós temos que ter o domínio tecnológico da cadeia produtiva toda. Conforme vários falaram aqui, nós temos sim a competência no País para fechar esta cadeia. O que está nos faltando mesmo eram fóruns como este para todos demonstrarem seu conhecimento e trabalharmos unidos.

Somos o setor que fornece mão-de-obra. Nós mesmos, neste projeto CETEC, somos fornecedores de mão-de-obra. Terminamos de formar um pós-doutor, ele

está um profissional pronto para o mercado. Daqui a 2 meses provavelmente não teremos mais ele. Por quê? Porque o mercado é dinâmico. Então, a gente contribui para a capacitação e a transferência tecnológica também através desta movimentação de mão-de-obra.

Como eu falei, as aplicações isoladas estão maduras, é a aplicação que mais tem no País. Mas nós temos muito desenvolvimento a fazer.

Não temos equipamentos nacionais que atendam ao mercado. Temos inversores nacionais, temos alguns controladores, temos baterias, mas a produção não é suficiente para atender ao mercado.

Em muitas de nossas licitações nós ainda estamos importando equipamentos, que são equipamentos fundamentais. Eles estão em área rural. O Galdir falou: acabei de vir do interior do Piauí, o outro, o Zilles vai lá para o Amazonas. Nós, em MG, temos sistemas a mil quilômetros de Belo Horizonte. O Granadeiro está aqui mostrando o sistema que é dentro de uma pedra. Como a gente põe rede elétrica para uma família que vive em um quilombo, que vive dentro, incrustada dentro das montanhas? É uma caverna. Temos gente morando em caverna!

Nós temos muito a atuar em toda a cadeia produtiva. Aqui tem algumas sugestões.

Purificação do silício. Nós estamos, com o CETEC, na rota química. Mas eu acho que temos muitas outras rotas que podem, também, ser estimuladas. O IPT está investindo em outras rotas. Nós temos a Unicamp, com a Petrobrás. Eu acho que a gente não pode ficar somente nesta. A rota química é a mais cara, mas não é dominada, isto é um segredo tecnológico! Nós estamos pesquisando há 6 anos, nós temos hoje, conseguimos purificar silício em escala laboratorial, mas foram 6 anos de investimentos pesados, e de dedicação da equipe do José Roberto com a nossa.

Desenvolvemos em escala laboratorial. Estamos montando nossa planta piloto? Estamos. Vamos demorar mais algum tempo até nós termos os nossos 500 kg, 1 tonelada que estamos propondo na planta piloto. Isto não é coisa que se clica o dedo e fala "Amanhã o Brasil vai ter todo este domínio tecnológico". Por isso que eu falo: o importante é a gente olhar o nosso passado e voltar toda esta tecnologia, este conhecimento que está aí, como a Unicamp falou.

Oportunidades? Existem inúmeras. Temos aqui vários grupos que investem. Nós estamos investindo nas células de junção de filme fino. Estamos no silício. Vamos continuar no silício porque é uma tendência do Estado de Minas Gerais. Nós exportamos silício de grau metalúrgico, queremos valor agregado, estamos estimulando a indústria semicondutora no Estado. Para a gente é importante que

haja este conhecimento no Estado. Por isso que estamos na rota de silício. No entanto, há outras.

Eu mesma fiz doutorado no CIS, disseleneto de cobre e índio. Quer dizer que é uma tecnologia hoje que está no mercado, uma das mais eficientes, atingindo 22% já.

Outras instituições, eu acho que a gente tem que se unir. Não pode só, vamos citar, ficar em 3 instituições e esquecer que outras tem este conhecimento. Eu acho que nós temos muito dinheiro de pesquisa no setor, como nunca tivemos. A FINEP mesmo fala: temos muito dinheiro do fundo setorial de energia. A gente precisa estimular os outros grupos. Acho que é hora de se fomentar esta energia solar e reviver esta força que tinha no final dos anos 1980.

Outras coisas que eu acho importantes sobre células solares não é só a questão de materiais. Nós temos novos *designs* de células, novos modelamentos de células que precisam também ser focados. Os grupos estão muito focados apenas no material. Mas nós temos outros pontos importantes em uma célula solar que precisam ser tratados.

Há necessidade também na caracterização elétrica e micro estrutural. Temos muita ênfase na célula na parte de material, mas da célula solar, caracterização dela, poucos grupos tem todos estes equipamentos que podem ser feitos. Nós não temos no Brasil um laboratório que consiga fazer a caracterização elétrica e microestrutural completa. Se nós juntarmos, todos nossos esforços, podemos juntar e ter, mas no momento a gente não tem em um lugar único.

E, principalmente, em termo de sistema solar, nós temos esta sinergia do solar com o hidrogênio. Eu acho que vamos ter que chamar o pessoal do hidrogênio, nos aproximarmos deles. A energia solar com hidrogênio é a energia do futuro. Também precisamos estimular estes grupos a começarem a pesquisar esta sinergia.

Módulos fotovoltaicos, principalmente visando ao desempenho... O Zilles, com o Ricardo, tem trabalhado muito em desempenho de equipamentos. Nós temos simulador solar nacional. Estamos agora equipados a trabalhar de uma forma mais consistente. Mas nós temos que aumentar o número de projetos de pesquisa focando nisso. Apesar de que nós já temos a certificação, temos alguns módulos no País, mas para produzir estes módulos aqui, ainda tem um caminho longo a ser seguido.

Equipamento de balanço do sistema: Para sistemas isolados, nós precisamos desenvolver componentes, inversores, controladores, novas baterias. Para o



peçoal da eletrônica que fabrica os inversores, precisamos de novas opções, de novas faixas de potência.

Eletrificação rural: a potência é baixa. Temos aplicação de potência elevada. Não temos no mercado nacional. Então temos todas as variedades de problemas.

Baterias: As baterias de baixa capacidade nós temos. Temos um grande mercado que está se abrindo. Energia solar para armazenamento de grande porte, que é o que as concessionárias necessitam para aplinar a curva de carga, isto não temos no País.

Finalmente, os equipamentos para interligação do sistema: Interligar um sistema fotovoltaico de pequeno porte, pode ser até à revelia da concessionária. Vou lá e ponho o meu sistema, de 3 kW, de 1 kW. Mas quando isto é grande, um grande número, temos problemas elétricos. Nós temos *flicker*, temos harmônicos injetados no sistema devido a esta questão eletrônica. Que é o grande problema do Japão hoje. É a grande injeção de harmônicos na rede elétrica, podendo os sistemas fotovoltaicos não se estabelecerem em área industrial. Então temos várias questões de sistemas elétricos a serem focadas. Existe aqui, para o pessoal de sistemas de potência, um grande espaço.

Eu discordo de alguns que falaram que o mercado fotovoltaico isolado vende até 2010. Nós não vamos cumprir a universalização até 2010, mesmo porque as concessionárias não são obrigadas a fazê-lo. Se passar de 3 vezes do custo de referência da ANEEL, nós não somos obrigados a fazer. Portanto, daquelas 12 milhões de pessoas que estão sem eletricidade, nós vamos eletrificar 4 ou 5 milhões. O resto vai ficar sem energia elétrica. Do jeito que está hoje, este mercado ainda vai continuar, eu acredito, vamos ter mais uns 10 anos até toda a população brasileira ter eletricidade.

Nessa sinergia, eu acho que os sistemas interligados à rede são uma tecnologia emergente. Vai ser lento. Nós não temos necessidade dela ainda no sistema elétrico. A nossa matriz energética é limpa. A Europa e o Japão usam carvão. Eles têm a pressão do tratado de Kyoto sobre eles. Nós não temos. Então vamos ter que comer pelas beiradas. Aplicação interligada à rede, a população brasileira não vai pagar por isto, dentro da modicidade tarifária. Vai ter que ter outros mecanismos.

Obrigada.

*Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz / CEMIG*

**Arthur José Gerbasi da Silva / PETROBRAS**

Então, vou falar um pouco sobre o que a gente está fazendo nessa área. A gente tem projetos em purificação de silício, produção de módulos fotovoltaicos, novas rotas de produção de células, que seriam as células de segunda geração, medição da radiação solar e aplicações solares fotovoltaicas.

A nossa gerência, por ser relativamente nova, ela começou em 2000, a gente não tem ainda uma área com laboratórios de pesquisa, então a gente procura desenvolver os projetos todos em parceria com universidades e outras instituições.

Então, em purificação de silício, estamos estudando a rota química. Pretendemos instalar uma unidade de produção de lâminas de silício monocristalino a partir de silício de grau metalúrgico através da rota Siemens. Estamos estudando com que instituição vamos fazer isso.

Isto é uma foto do sistema Siemens de purificação de silício, onde é depositado o silício e purificado.

Na rota metalúrgica nós estamos querendo desenvolver a purificação de silício por esta rota utilizando um forno com feixe de elétrons. Estamos com parceria com a Unicamp nesta área.

Nós temos também a planta piloto de módulos fotovoltaicos em parceria com a Dra. Izete, o pessoal da PUC do Rio Grande do Sul. Que a gente está implantando em fase pré industrial um processo de fabricação de módulos fotovoltaicos empregando tecnologia nacional de baixo custo e alta eficiência. Esta planta está produzindo módulos acabados a partir de lâminas de silício monocristalino e, uma vez terminado, o projeto atenderá a comunidade brasileira de pesquisa e desenvolvimento em energia solar fotovoltaica.

Isto é uma foto lá do prédio onde está instalada a planta piloto.

Nessa área de novas rotas de produção de células a gente está estudando, pretende estudar, filmes finos de silício cristalino através da utilização de um reator CVD. A instituição parceira ainda está em definição.

Também estamos desenvolvendo células de CdTe, Telureto de Cádmio, com o pessoal do IME, com capitão Wagner que trabalha com a professora Leila, que foi quem iniciou o projeto com a gente. Então, o objetivo é fabricar uma célula de Telureto de Cádmio e todas as camadas envolvidas neste processo. A gente agora está com o objetivo de aumentar a eficiência; a última que tenho notícia é de 4,4%, e expandir a capacidade do laboratório em pesquisa e desenvolvimento.

Isto é uma foto do equipamento utilizado lá no IME.

Também estamos atuando nesta área de células solares sensibilizadas por corantes. Reabilitamos o projeto com a USP, estamos fazendo levantamento do estado da arte nestas células, aprimorando os processos produtivos, identificando as principais barreiras tecnológicas, as possíveis soluções para uma produção em maior escala, estabelecendo parâmetros tecnológicos que visa posterior transferência para fabricação de módulos e embasamento de linhas de pesquisa, com a professora Neide, lá da USP.

E na parte de corte e (...) estamos desenvolvendo esta tecnologia para separar e transferir lâminas finas de silício monocristalinos para substratos de baixo custo, que possibilitem reduzir os custos de produção de dispositivos fotovoltaicos, agregando as vantagens do silício cristalino, que seria maior eficiência de conversão, com a redução de custos proporcionados pela tecnologia de filmes finos. É um projeto em parceria com UFRGS, o professor Paulo Fisher está trabalhando com a gente.

E temos o programa de medição da radiação solar, que vai começar em breve. A gente quer instalar 5 estações de medição da radiação solar em regiões de grande potencial estabelecendo convênios com universidades, institutos que já possuem dados de radiação medida. A gente vai ganhar um banco de dados, modelos matemáticos, estamos praticamente fechando este acordo.

E na área de aplicações solares, nós estamos construindo um sistema fotovoltaico de 44 kWpico em Guamaré no Rio Grande do Norte, ao lado de uma planta piloto de biodiesel. Neste sistema o objetivo dele não é só gerar energia, é estudar a montagem deste tipo de sistema, então estamos utilizando módulos de 6 fabricantes diferentes, sendo 4 de silício amorfo, 1 de Disseleneto de Cobre, Índio e Gálio (CIGS) e 1 de Telureto de Cádmiu, da First Solar. Estamos também utilizando 2 tipos de inversores, de fabricantes diferentes. Então esta combinação de módulos diferentes, com inversores diferentes, gera 19 subsistemas com a potencia total de 44 kW. E será o maior sistema nacional se a gente conseguir colocar antes da Cláudia, senão vai ficar pequenininho perto do dela (risos). Só que este tem mais um objetivo de pesquisa, não é só gerar energia, a gente está estudando como otimizar esta geração.

A gente também pretende avaliar o desempenho dos diferentes fabricantes e diferentes módulos fotovoltaicos em condições de clima tropical e diferentes fatores de carregamento dos inversores. É um projeto com a parceria da UFSC, com o professor Ricardo Ruther.

E a gente também está instalando sistemas fotovoltaicos. É mais para associar a imagem da Petrobrás à energia solar, instalando sistemas em postos, inicialmente

estamos fazendo isto na Ilha do Fundão porque o Cenpes fica na Ilha do fundão, então é mais fácil a gente gerenciar isto. São módulos da UniSolar, de silício amorfo e junção tripla. A gente vai botar um sistema de 10,7 kW no posto Cenpes, que é um posto BR que tem em frente ao Cenpes, e 9,5 aproximadamente no posto ecotecnológico que esta sendo construído na ampliação do Cenpes. O Cenpes está sendo ampliado, vai quase dobrar o tamanho dele, e ai vai ter um posto novo nesta parte ampliada. No caso do posto Cenpes, a montagem vai ser sobre a verificação de serviço, e no posto ecotecnológico, como está sendo projetada agora, os painéis estão sendo integrados à cobertura do posto. O projeto também está sendo conduzido em parceria com a UFSC.

Temos também o projeto que construiu uma unidade de bombeio acionada com energia fotovoltaica. Trabalhar o desempenho técnico-econômico deste tipo de acionamento, e também ligar a imagem da Petrobrás à energia solar, e capacitar os técnicos do Cenpes e da unidade de negócios do RN e CE, que é a unidade de negócios responsável pela produção de petróleo terrestre, nesta área de energia fotovoltaica. Também em parceria com a UFSC.

Esta é uma foto do poço onde está instalado o sistema. O sistema está nesta cobertura, e o cavalo-de-pau que está sendo acionado está no canto esquerdo, aquele verde-amarelo. Quase não dá para ver na foto.

E temos também um ônibus híbrido elétrico-biodiesel-solar. Estamos estudando a utilização de veículos híbridos, que está crescendo no mundo. A parte fotovoltaica é pequena, mas a gente não quer só estudar isto, a gente quer estudar como o veículo híbrido também se comporta.

Na fase I instalamos 1 kW de painéis, que equivale a 1,5% da potência do gerador diesel. Esta fase está mais ou menos concluída, só fazer alguns testes de emissão e consumo.

E na fase II a gente vai substituir as matrizes de chumbo-ácido e o moto-gerador por matriz mais avançada, por ser um veículo plug-in. E ai a gente pretende recarregar ele utilizando energia fotovoltaica.

Esta é uma foto do ônibus que saiu nesta revista híbrida. Está no Pão-de-Açúcar. Ficou bonita esta foto.

A Petrobrás, tradicionalmente, vem utilizando energia fotovoltaica nas suas operações há muitos anos, desde, sei lá, da década de 70 que tenho notícia. Já tem plataformas de produção marítima no RN que utilizam energia fotovoltaica. Tem bóias de sinalização, telemetria em posto terrestre, telemetria em controle de

vazão. Isto é utilizado no mundo inteiro porque, nesta área, a energia fotovoltaica é a mais recomendada.

Obrigado,

*Arthur José Gerbasi da Silva / PETROBRAS*

### **Antonio Granadeiro / KYOCERA**

Vou basear minha apresentação sobre o que está acontecendo no mundo em termos de produção e em termos de mercado.

É um assunto peculiar para mim porque trabalho com energia solar desde 1981. Imaginem a quantidade de *não* que eu ouvi na minha vida: "Não, é muito caro"; "Não, nós temos hidroelétricas"; "Não, nós não precisamos"; "Não, nós não poluímos".

[*Fazendo referência ao conteúdo do slide de apresentação...*] Aqui temos o que foi instalado no mundo de 1993 a 2006. Tivemos no mundo inteiro 5,8 GW instalados de energia solar. 90% disso são sistemas conectados à rede. O Japão responde por 1,7 GW; a Alemanha, 2,6 GW; Estados Unidos, 610 MW, e o resto do mundo 867 MW. Isso até dezembro de 2006.

De 2001 a 2006, o mundo produziu 2,5 GW. O Japão foi número um nessa época, com quase 900 MW; a Europa com 657 MW; os Estados Unidos 200 MW, e o resto do mundo 714 MW.

Isso é um dado muito significativo. De 1992 a 2007, o número de instalações saltou de 5,8 GW para 8,5 GW. Significa que mais de 3 GW foram instalados em 2007. A Alemanha (disparada) número 1, com 4 GW; o Japão com 2 GW; os Estados Unidos com 844 MW e, para surpresa, o resto do mundo 1,5 GW.

Em termos de produção houve um salto significativo. Foram 3,7 GW produzidos entre 2001 e 2007. A Europa continua crescendo, mas o crescimento maior é no resto do mundo. Você vê que ele saltou a produção de 687 MW para quase 1,5 GW. O resto do mundo significa: a entrada da Índia, da Austrália, e da China. Países que agora estão crescendo e vocês podem ver pela taxa de crescimento que é superior a taxa de crescimento do Japão, da Europa e dos Estados Unidos.

Em um estudo sobre a demanda mundial até 2020, vemos que a Europa aparece com 13 GW, o Japão com 6 GW, a Ásia com 16 GW e os Estados Unidos com 9 GW. Ainda não se avista o Brasil.

Essa demanda está fazendo com que cada vez mais produtores surjam no mercado. Cada vez mais novos países iniciam a produção. E isto justifica, aliás, é a causa da falta de silício no mundo.

Hoje em dia a produção de silício não atende a demanda. Espera-se que em 2009 novos fabricantes entrem no mercado e alguns fabricantes aumentem a sua capacidade. E, então, a partir de 2009, se comece a ter uma oferta maior.

Por curiosidade, hoje no *mercado spot*, um quilo de silício grau solar custa US\$ 500.00. Para se conseguir hoje silício, é necessário contrato de longo prazo, a um preço médio que garanta a compra, se não, inviabiliza o processo.

O Japão começou em 1994 um programa para fortalecer sua industrialização. Houve reunião com a Sharp, Kyocera, Sanyo, Mitsubish e outras empresas japonesas. Houve um comprometimento das empresas com o investimento forte na industrialização da tecnologia fotovoltaica. Foi um programa do governo, subsidiado, que durou de 1996 a 2006.

De 2005 para 2006, já tiveram uma redução do subsídio. E caíram de quase 73.000 residências em 2005 para 62.000 residências em 2006. E, em 2007, 49.000 residências.

O importante é perceber que apesar de não ter mais subsídios no Japão se tem um mercado significativo de quase 50.000 residências - o que sustenta a industrialização do Japão e ainda faz com que ele seja o número um na produção.

Há a possibilidade de o Japão perder, em breve, sua posição de liderança. A China deverá ultrapassar o Japão e ele não será mais o maior produtor.

Mas, medidas no Japão já estão sendo tomadas para corrigir essa ameaça na competitividade. Mesmo sem subsídio, o mercado japonês existe e é bem importante. E só não é maior porque, infelizmente, a indústria não conseguiu reduzir os preços dado que, no momento em que os subsidios cessaram, o silício estava custando uma fortuna e não permitia que o fabricante baixasse o preço do módulo. O preço vai baixar, no entanto, a partir de 2009 ou 2010.

No novo mapa desenhado pelo atual Governo Japonês, tinha-se uma meta ambiciosa de 83 GW em 2030. A meta foi reavaliada e eles estão trabalhando agora, para 2030, com 53 GW. Ainda não se fala em subsídio, mas provavelmente voltará a ter algum subsídio do governo japonês para se atingir esse crescimento industrial. A meta de 53 GW é uma industrialização bastante forte.

De uma empresa de consultoria alemã, prevê-se, para 2050, que 50% da geração de energia serão de fontes renováveis. 25% será energia solar. Em 2100, estimam que 90% serão de *renováveis*, dos quais 70% de fotovoltaica.

Essas são as tendências que o Brasil precisa observar se ele quiser ser um player em un mercado desses. Se quiser ser player, tem que pensar sério; tem que trazer mercado. Trazendo mercado a indústria vem.

Falou-se aqui do Governo Collor, porém foi quando o Collor abriu para a importação de automóveis que a indústria brasileira reagiu para ter hoje automóvel de qualidade. De forma que sou favorável a que se fortaleça o mercado. Tem que se criar mercado para atrair a indústria.

A indústria está de olho no Brasil. O nosso colega mencionou muito bem hoje que o mundo está de olho no Brasil. Alguns aqui participaram da conferência mundial em Glasgow, e havia representantes do governo brasileiro lá. O mundo inteiro está começando a olhar o Brasil na espera que nós façamos alguma coisa. Na hora que o Brasil acenar com mercado, a indústria chegará no Brasil.

Mais alguns exemplos; Isso aqui é uma planta de 13,8 MW na Espanha [*fazendo referência a um prédio com janelas e paredes solares*]. E esse aqui é um estádio de futebol na Suíça que gera 1,35 GW. São sistemas conectados à rede. O estádio fica a semana inteira sem utilização, mas produtivo, gerando energia. O estádio é uma mini usina no centro da cidade.

Essas fotos no Japão estão mostrando residências que tem no teto um sistema de mais ou menos 4 KW gerando energia diretamente conectada à rede.

Para mim, se o Brasil quer pensar em ser um país industrial forte, ele tem que adotar esse sistema de conexão à rede. Não é *Luz para Todos*, não são programas pontuais.

A demanda por eletricidade solar já é grande. Várias empresas têm nos procurado querendo colocar energia solar. São empresas estrangeiras radicadas no Brasil e que precisam ter a imagem ligada ao apelo ecológico. São empresas que estão colocando postes para iluminação pública; buscando sistemas conectados à rede.

Mas essas empresas clientes de fotovoltaicos esbarram na regulamentação que o Brasil não tem. Mas eu não tenho dúvida que assim que for regulamentado (o sistema conectado a rede) vamos ter um mercado que não vai depender do governo.

Podemos seguir o exemplo do Japão. Um mercado, por exemplo, de 100 MW em 10 a 20 anos. A Índia lançou um programa de 50 MW até 2011. E é por isso que a Índia já tem dois grandes fabricantes lá.

[*Pergunta de participante*] O que diferencia o Brasil da Europa em termos de incentivos? Por que no Brasil a questão de incentivos não é importante o suficiente para gerar o mercado enquanto na Europa é tão importante?

[*Resposta do palestrante*] Mas para o Brasil incentivo é importante.

[*Pergunta*] Eu entendi que você falou que, independente de incentivos, haveria um mercado aqui no Brasil.

[*Resposta*] Para atrair a indústria para o Brasil é necessário ter incentivos como se tem no Japão, na Alemanha, na Índia, na Austrália, nos Estados Unidos. Não se consegue fazer isso sem subsídio porque a energia que nós temos hoje (o enfoque hidroelétrico) é mais barata do que a energia solar. E a concessionária não vai querer pagar mais caro só porque é solar. Se se tem a CESP gerando barato, por que ela vai comprar da "padaria da esquina" que está com 4 KW conectados à rede. Então, no início, você precisa de um incentivo. Agora, quando você tem volume o preço cai. E ao cair o preço o incentivo deixa de ser importante.

Temos uma projeção que prevê que em 2017 a energia solar vai estar o mesmo preço da energia convencional. Uma tem uma curva ascendente (porque é obvio que no Brasil e no resto do mundo a energia está ficando cara) e a outra tem uma curva descendente.

Está previsto um ponto de cruzamento dessas curvas em 2017. Então, não será mais necessário o incentivo. Mas vamos ficar sentados até 2017? E começar a dar partida em 2017? Ou vamos dar a partida hoje? Se quisermos chegar como um player em 2017, nós temos que dar a partida hoje. Esse é o ponto de vista meu e da empresa que eu represento.

Obrigado,

*Antonio Granadeiro / KYOCERA*

**Claudia Valle / MPX**

Vou falar do projeto de uma planta solar que a MPX está construindo no município de Tauá no Ceará e uma fábrica de módulos fotovoltaicos, essa, ainda em projeto.

A planta solar começará já, em janeiro de 2009, produzindo 1MW. E no primeiro trimestre de 2010, 5MW.



O projeto tem a cooperação da Yingli, uma empresa chinesa fabricante de módulos fotovoltaicos, e que já era parceira do Grupo MPX.

O custo de instalação aproximado será de US\$ 33,6 milhões e está saindo a US\$ 6,72 Watt/pico.

A meta é de alcançarmos 50 MW até 2011, que não acontecerão com um passe de mágica. Esperamos que com a fábrica e com a usina do Tauá (um demonstrativo de viabilidade) a gente consiga alavancar no país alguma forma de subsídio; alguma forma de ver como se negocia esses 50 MW. Inclusive, para se viabilizar também a fábrica de luz solar.

A fábrica de módulos solares com produção prevista entre 60 MW e 100 MW, visa à exportação e consumo nacional, caso haja mercado.

A planta fica no município de Tauá. A nossa usina fica ao lado de uma subestação da Chesf [*Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - é uma empresa do Governo Federal que possui o maior parque gerador de energia elétrica do País*].

A extensão do terreno permite a construção para esses 50 MW. Investimentos já estão sendo feitos para esses 50 MW, inclusive para a ligação da planta solar com a subestação. Faremos o tronco prevendo esses 50 MW, e não somente os 5 MW.

Como vai funcionar? Inicialmente, são 20 painéis ligados em série. Esse conjunto será agrupado em 23 unidades em série, de forma a produzir um conjunto de 100 KW. Cada conjunto de 100 será agrupado em unidades de 10 formando um grupo de 1 MW. E finalmente 5 grupos de 1 MW formando então os 5 MW iniciais.

O projeto agora está em fase do desenho do projeto básico. Já iniciamos o pedido de autorização na ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e de licença prévia.

Na questão da fábrica de módulos solares, nós estamos ainda trabalhando as especificações. Temos duas opções. Uma seria trabalhar desde os lingotes até os módulos. A outra é importar as células e montar os módulos aqui no Brasil. A princípio seria uma parceria com a Yingli, mas isso ainda está em negociação.

Estivemos negociando com alguns players nacionais a possibilidade da fabricação do silício e montagem de uma posição já verticalizada, mas tivemos certa dificuldade.

O silício no Brasil é de grau metalúrgico. Você necessita misturar com silícios de graus de pureza maiores.

Na possibilidade de não conseguirmos o silício, talvez a gente importe, no primeiro momento as células.

Então seria muito interessante para a MPX que já houvesse uma política de purificação do silício; ter silício de grau solar aqui no Brasil. Isso seria muito interessante para a fábrica em construção.

A primeira fase foi feita – a de aumentar a conscientização para a energia solar; construir a infraestrutura; efetivar as parcerias de desenvolvimento do projeto; e realizar o estudo de identificação dos mecanismos financeiros necessários para a implantação da energia solar no Brasil.

O *roadmap* de desenvolvimento da fábrica prevê, para 30 MW, um investimento de US\$ 6,75 milhões na fase 2.

A terceira fase da fábrica prevê a integração das células. Para trabalhar com os módulos, com as células em linhas, e com os wafles, tudo em 30MW, está previsto um investimento de US\$ 50,25 milhões.

E para atingir 100MW integrados, US\$ 190 milhões.

Em termos de visão estratégica, a empresa acha que houve um crescimento muito grande na produção de painéis fotovoltaicos no mundo.

Existem países que têm incentivos e logicamente esse crescimento ocorreu exatamente porque existe incentivo em determinados países. Aqui no Brasil, estamos convencidos que para realmente termos crescimento é necessário incentivo.

À medida novos fabricantes entram no mercado e haja aumento gradativo da capacidade de produção global haverá, sim, redução de preços. Vários estudos de fontes diversas indicam isso. Os custos da energia convencional estão subindo. Os da energia solar, descendo.

Qualquer ligeira modificação de redução de preço do painel solar impacta positivamente na demanda global de painéis, que é altamente elástica em relação ao preço.

O custo de investimento de um sistema de energia solar é o principal componente dos custos de geração. Depreciação e custo de capital são os dois mais importantes componentes dos custos, e ambos são determinados pelo custo dos módulos do painel fotovoltaico.

Custos de operação são da ordem de 0,2% do CAPEX [NT: *CAPEX ou Capital Expenditure, significa o capital utilizado para adquirir ou melhorar os bens físicos de uma empresa, tais como equipamentos, propriedades e imóveis*].

Pequenas alterações nos preços do módulo do painel fotovoltaico impactam significativamente na taxa de retorno do investimento. Fizemos várias simulações com preços. E observamos que existe uma demanda. No Brasil (embora ele não esteja entre os melhores potenciais mundialmente) existe uma demanda significativa, e esse potencial pode ser aproveitado.

O custo atual da energia fotovoltaica, dentro das nossas simulações, está saindo a R\$ 600,00 a R\$ 700,00 por MW/hora. O custo de energia do mercado regulado é R\$ 150,00, e isso no leilão de reserva.

Então vocês vêem que existe uma diferença muito grande. É preciso o estabelecimento de uma política de apoio à energia solar fotovoltaica com ênfase na criação de mercado e no desenvolvimento industrial.

A questão de regulamentação é importante principalmente na questão de conexão dos painéis de energia solar à rede, e na possibilidade de você ter a geração realmente distribuída.

Se conectarmos diretamente à rede, também haverá aumento de mercado. Ou seja, havendo uma política brasileira de criação de mercados e desenvolvimento industrial, vai atrair investimentos de fábricas de silício no Brasil, e isso é algo valioso.

Concluindo, oferecemos algumas ênfases para estratégias:

- Atrair investimentos para a instalação de fábricas de silício no Brasil;
- Atrair investimentos para a instalação de fábricas de módulos no Brasil, para fornecimento ao mercado nacional e internacional;
- Mobilizar a comunidade científica nacional para atuar em tecnologias de geração solar (fotovoltaica e termosolar);
- Desenvolver aplicações de geração de energia solar representativas no Brasil, que permitam a futura participação da energia fotovoltaica na matriz energética nacional.

Obrigado,

*Claudia Valle / MPX*

### **Eduardo Soriano / MCT**

Vou fazer uma exposição um pouco diferente; um histórico do que está sendo feito. Acho que vários especialistas vão apresentar tecnologias, idéias. Então, vou me concentrar no que está na base retrospectiva desse Estudo.

Começamos em maio de 2005 tomando por base o II SNESF (Simpósio Nacional de Energia Solar Fotovoltaica), onde participaram 205 pessoas. De forma que nossas conclusões devam ser bastante representativas da comunidade de pesquisadores.

A primeira conclusão foi que existem importantes grupos no Brasil. Notamos em um estudo encomendado ao CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da Eletrobrás, que a maioria dos que trabalham com fotovoltaica tem maior foco em aplicações. Poucos trabalham fortemente em pesquisas silício, produção de células e módulos.

Dizia-se que havia recursos humanos suficientes. Na verdade, notamos que na base da pesquisa são poucos os recursos humanos; poucos os grupos de pesquisa.

Que existiriam oportunidades de fabricação de componentes de sistemas fotovoltaicos no Brasil. Alguns já são, de fato, fabricados. Temos aqui, para exemplo, o representante da Unitron. Isso demonstra a existência da perspectiva de mercado para componentes.

Alguns indicaram a existência de uma estrutura de regulação. Outros indicaram haver falta de regulamentações.

E, ainda, que o Programa Luz para Todos poderia gerar um mercado. Mas que faltaria quantificar quanto o "Luz para Todos" conseguiria mobilizar desse mercado.

Tinha-se também a expectativa de que o MCT criaria uma política para energia renovável, uma vez que este havia encomendado ao CEPEL um estudo sobre energia renovável. Tudo isso acontecia, de fato, na época.

Também, houve a idéia de se fazer uma rede para tecnologias fotovoltaicas. Vários entendimentos decorreram, mas não se viram avanços concretos.

Recomendações desse II SNESF apontaram para a montagem de uma rede de pesquisa para uma série de produtos: células e até módulos para aplicação aeroespacial.

Outtras indicavam que teria que haver ações na área de mercado e de indústrias, bem como de implantação de rede de pesquisa, e uma maior divulgação.

Então partimos, mais recentemente, e do entendimento dessa retrospectiva para fazer o trabalho do MCT. Associado a isso, ao estudo que o CEPEL fez, e em atendimento a uma solicitação expressa do Ministro Sérgio Resende, começamos a atual empreitada.

Em abril de 2008, fizemos uma reunião setorial em fotovoltaica quando foram convidados alguns especialistas, para uma amostra inicial dos debates. Envolvermos pessoas do MCT, CETEM, CTI, PUC e CEMIG. Não foram chamadas empresas fabris,

tipo a Kyocera e outras. A idéia era buscar um entendimento de base para ações mais abrangentes.

As primeiras avaliações obtidas desses recentes contatos indicaram que o Brasil poderia ser um importante player na área de fotovoltaica e, também, em silício grau solar.

Outra constatação interessante foi que o setor de fotovoltaica e de microeletrônica estavam disjuntos. Daí, a primeira providência no Ministério foi buscar a junção interna desses temas no MCT. Ou seja, a junção da SEPIN (política de informática) com a SETEC (política energética e recursos minerais).

Agregando justamente nesse esforço, o CTI (ex-CenPRA) entrou no assunto de forma mais presente. Convidamos também uma pessoa do CEITEC, no Rio Grande do Sul – a pouco aprovada como uma empresa pública do MCT.

Notamos que apesar do setor ser pequeno, não havia suficiente integração com outros setores mais tradicionais. Não se sabia ao certo quais eram os laboratórios, e qual capacidade que o CEITEC teria para fazer análises, por exemplo.

Percebeu-se a necessidade de se atuar na cadeia produtiva inteira; não a partir do silício grau metalúrgico, mas a partir da matéria-prima - dado a possibilidade de existirem rotas nacionais que poderiam ser fomentadas.

E, também, que deveríamos promover mais eventos. Que apesar do II SNESF ter integrado vários atores, ele não foi capaz de mobilizar a sociedade, os setores públicos e privados, em um esforço para energia fotovoltaica a partir de silício nacional.

Ainda, a necessidade de definições de estratégias e metas para formação de uma política-pública para a cadeia produtiva.

E mais, que existe carência de recursos humanos e que muitos dos existentes estão sendo absorvidos por outros setores. No Brasil há uma falta grave de engenheiros, químicos, biólogos, e de uma série de outras especialidades. Os existentes são absorvidos por outros setores que não o fotovoltaico – dado sua fragilidade na geração de empregos.

Baseado nisso produzimos algumas recomendações. Uma delas é este estudo prospectivo pelo CGEE. Como esta é uma atividade que deve amadurecer em oito a dez meses, entendemos lançar uma atividade de apoio à decisão para o curto prazo.

O CTI é a instituição encarregada dessa empreitada. E já dispõe de recursos para produção de resultados. A idéia passa pela compra de estudos internacionais para uma apropriação de experiências bem sucedidas.

Também a cargo do CTI fica o mapeamento de competências para a identificação de atores até então não conhecidos pelos órgãos de fomento. Desconhecíamos por exemplo o potencial do pessoal de Pernambuco.

Desejamos um evento no CETEM para debater a cadeia produtiva até o silício de grau metalúrgico. E queremos realizar outros eventos nessa linha.

O MCT investirá em 2008 (por conta de recursos já liberados) em ações de "pouco arrependimento", significando a injeção de ânimo em ações mais tradicionais e apoio àquelas de maior potencial de sucesso.

Estamos ainda considerando fomentar capacitações para fazer gestões dos planos de ação. São gestões que necessitarão integrar as políticas de energia e de microeletrônica.

Já sobre a criação da rede de tecnologias fotovoltaicas, optamos, à época, amadurecer o projeto preliminarmente à aplicação de recursos. Uma rede não se cria por decreto, mas sim aos poucos, a exemplo da de carvão e a do biodiesel.

Nessa época, havia ações paralelas que contaram com nosso apoio e acompanhamento. O CTI já vinha trabalhando a integração de áreas ligadas à política de informática e à de energia (apesar de nosso desconhecimento). Um evento foi, então, realizado em formato compatível, e contou com a participação de especialistas de peso nacional e internacional nas duas frentes.

Algumas das recomendações e conclusões do evento no CTI estão aqui presentes:

- Existem oportunidades para componentes diversos do tipo inversores de corrente, outros componentes, e algo de microeletrônica;
- Também, que a produção de silício de grau solar deve se constituir em grande oportunidade;
- Que a tecnologia de silício tem que ser mantida, mas que deveremos escolher uma cesta de tecnologias, até quatro talvez. Mas não diversificar em excesso, evitando-se a falta de prioridade frente aos recursos limitados;
- Que deveríamos apoiar a cooperação internacional;
- Que deveríamos reforçar alguns centros de competência, e não pulverizar recursos;

- Trabalhar o fomento aos recursos humanos;
- Fazer uma prospecção de longo prazo; e tentar algo mais com caráter piloto. Foi discutido algo mais como integração das políticas de energia e de microeletrônica. E novas políticas, como a de regulação, poder de compras, etc.

Para tanto o MCT comprometeu-se com as seguintes ações:

- Três encomendas de R\$ 1 milhão contemplando: o CTI, para desenvolver competência no final da cadeia de fotovoltaica, i.e., desenvolvimento da competência em eletroeletrônica, encapsulamento, testes e RH.
- O CETEC para a construção de laboratório central para a cadeia produtiva de energia fotovoltaica, dada a dispersão geográfica dos atuais laboratórios.
- E um reforço no CB-Solar – quanto à infraestrutura laboratorial, estudos de mercado e RH.
- O CTI estará a cargo também, com um adicional de R\$ 250 mil, da prospecção de curto prazo, patentes, e visita técnica à Europa.
- Será lançado um edital de reforço de R\$ 4 milhões aos grupos de pesquisa. Este recurso contempla o início da formação de rede de PD&I de tecnologias aplicadas à energia solar fotovoltaica.
- Estão previstos outros seminários, como um dedicado ao silício, e outro aos semicondutores orgânicos.
- Estão previstos também atendimentos às empresas com recursos a serem definidos.

De forma que minha fala objetivou apresentar informações de nivelamento das ações no âmbito de MCT transcorridas nesses últimos 4 meses. Ressalto que o apoio de grupos de trabalho representativos dos institutos de pesquisas e de parte do empresariado têm sido fundamental para o sucesso amplo dessas ações.

Obrigado,

*Eduardo Soriano / MCT*

**Francisco das Chagas Marques / UNICAMP**

Trago, nesta fala, uma retrospectiva do que foi feito na UNICAMP em energia fotovoltaica. No passado, mais ou menos na década de 80, nós fabricávamos células solares de silício cristalino, amorfo - heterojunções. Conseguimos atingir sistemas com 16% de eficiência.

Trabalhamos em várias tecnologias: com técnica convencional, policristalino, heterojunções de  $\text{SnO}_2$  a 13%. Com silício amorfo produzimos as primeiras células solares amorfas da América Latina e atingimos 7% de eficiência.

O Instituto de Química da Unicamp trabalha em células orgânicas. Além de células solares, nós trabalhamos na produção e purificação do silício e chegamos a fabricar células solares feitas em silício policristalino nacional purificado a partir de silício metalúrgico nacional e chegamos a células com eficiência da ordem de 5,5%.

No Instituto de Química foi sintetizado também o  $\text{POCl}_3$  que é o dopante utilizado para fazer a difusão de fósforo - que é um elemento fundamental em células de silício cristalino.

Além de várias aplicações e sistemas, no Instituto de Física, na faculdade de Engenharia Mecânica, produzimos um carro movido à energia solar e testamos integração de sistemas PV com a rede.

Esse, então, é o panorama na Unicamp, mas, evidentemente, que o Brasil tem muitas universidades e centros de pesquisa trabalhando em várias dessas áreas.

A Unicamp, então, tem atuação intensa em células e sistemas. A PUC do Rio Grande do Sul tem feito um excelente trabalho em células, módulo e planta piloto. A USP também trabalha com células solares de sistemas amorfos desde a década de 1970. O INPE e a USP fizeram juntos células solares para aplicações espaciais. O IME trabalha em outros materiais inorgânicos como o CdTe e o sulfeto de cádmio. A USP e a Universidade Federal do Ceará também trabalham em células de corantes. O CETEC e o IPT também trabalham em purificação de silício e vários outros centros. Vários outros, que não me recordo agora (ou desconheço), trabalham também em sistemas.

Logo, este é um panorama que demonstra que o Brasil tem grandes centros de pesquisa atuantes no tema, um interessante potencial para ser explorado nessas universidades.

Entretanto, estamos uns vinte anos atrasados em domínio de tecnologias se comparado ao primeiro mundo.



Vejamos, por exemplo, a evolução da eficiência de células cristalinas de silício. Já nas décadas de 1960 e 1970, se fabricava células convencionais com eficiência da ordem de 14%, 15%, 16%. Com um pouco mais de sofisticação, fizemos uma célula com 16% de eficiência e o pessoal da PUC do Rio Grande do Sul e, também, da USP, chegaram a 17%.

E o Brasil estacionou neste patamar dos 16%, enquanto que o mundo avançou para os atuais 25%. Embora pareça pouco, esse avanço consumiu mais de vinte anos de P&D.

Essa diferença de nível de maturidade tecnológica requer várias etapas de P&D que nós não dominamos. Não há muitas dificuldades nesse diferencial entre Brasil e mundo; há, contudo, necessidade de muito trabalho.

Não se trata só de equipar um laboratório; se requer muita dedicação de pesquisadores capazes para atingir este estágio de eficiência de sistema.

Dificuldades na pesquisa nós temos tido como sempre, todos sabem. Mas, existem outras, como já mencionado em outras falas. O financiamento reduzido no passado foi um fator muito impeditivo.

Houve um boom na década de 1980 para tecnologias fotovoltaicas e bastante investimento. Porém, a partir de 1990, o investimento em energia fotovoltaica e em células solares praticamente parou. A consequência é que isso afetou a produção dos laboratórios. Alguns pararam de fabricar células solares; outros, reduziram grande parte de seus estudos em células solares.

Na UNICAMP, paramos praticamente. Sucateamos o laboratório para poder utilizar os equipamentos em outras pesquisas. Não conseguíamos dinheiro para trabalhar em células solares. Chegamos a ouvir bobagens de representantes de órgão financiador, dizendo: Para que células solares? Pra usar em brinquedos?

Felizmente, alguns laboratórios da academia conseguiram sobreviver. A PUC do Rio Grande do Sul começou mais recentemente e parece estar muito bem na atualidade.

Há problemas também com os produtos químicos, que são todos ou quase todos importados e controlados. Antigamente, a gente até podia comprar com certa facilidade. Hoje tem controle do Exército, da Polícia Federal e tem até controle estratégico dos Estados Unidos.

O Brasil tem forte dependência externa de equipamentos e serviços. Compramos quase todos os equipamentos; serviços também, como: reparo de equipamento, manutenção, calibração etc.

Os problemas burocráticos não são poucos. Isso afeta qualquer setor. Importação é um processo demorado, complicado, e que atrasa todo o ciclo de desenvolvimento.

Bom, um dos principais problemas para se instalar uma indústria fotovoltaica é o silício. [*Palestrante mostra uma lâmina de silício no tela do PowerPoint*] Aqui tem uma lâmina de silício, como vocês podem ver, está cheia de circuitos integrados.

Em uma única lâmina de silício você pode fazer centenas de circuitos integrados. Cada circuito integrado pode ter centenas ou milhares de transistores. Mas tudo isso aqui só dá para fazer uma célula solar que vai ser usada em um painel, ou seja, quase nada em termos de painel fotovoltaico. O problema é que esse silício tem uma pureza de *sete noves* (99,99999%) e é importado.

Outro ponto fraco nosso é não termos dominado esse processo que já é conhecido há décadas. O *Processo Siemens* é conhecido há décadas. Até hoje não se tem no Brasil uma indústria de silício.

Qualquer indústria de silício que se instalar hoje no Brasil vai conseguir vender seu produto. Há falta de silício no mercado.

Então, no avançado da hora para o País, a alternativa de curto prazo é produzir o chamado silício grau solar, com pureza menor, e utilizá-lo em células solares.

Bom, isso na verdade apesar de ser uma dificuldade para nós, pode ser também uma oportunidade porque todos os trabalhos feitos em silício cristalino e em células solares certamente irão ajudar a indústria de microeletrônicos no Brasil pela produção de outros suportes e pela produção de máquinas, equipamentos etc.

Logo, qual é a função possível da universidade, então, nesse panorama?

- *Formar gente*. Formar mão-de-obra qualificada: físicos, engenheiros, pesquisadores etc. E mandatório formar esse pessoal. Essa é função básica da universidade.
- *Desenvolver tecnologias novas* também é uma função da universidade. E é o que o pesquisador gosta de fazer: ciência e tecnologias novas, inovações. Já quando chega em tecnologia estabelecida não é muito a vocação da universidade, embora ela faça. Com alguma motivação, você compra equipamentos para o laboratório para o pesquisador fazer também pesquisas inovadoras e aí ele faz também pesquisas já estabelecidas. O problema é porque isso não dá publicações e etc. Mas se tiver um pró-labore as coisas funcionam melhor. Mas é difícil acontecer.
- *Transferências de tecnologias* através de assessoria, empresas incubadas, spin-offs, etc.

Outras possíveis ações que podem ser desencadeadas no País:

- *Coordenar a pesquisa.* O País tem vários centros atuantes, mas cada um está agindo de forma independente. É preciso uma coordenação para integrar todos esses centros e focalizar o trabalho que é feito.
- *Ações do governo.* O Governo precisa atuar porque é ele que tem o dinheiro da P&D pública
- *Modernização dos laboratórios*
- *Intercâmbio com Centros de Referência,* para troca de experiências, normatizações, medições e suporte. E, por último,
- *Desenvolvimento local de equipamentos e insumos.*

Obrigado.

*Francisco Marques / UNICAMP*

### **Homero Schneider / CTI**

Para contribuir, gostaria de dar enfoque a alguns desafios para a implantação de uma cadeia produtiva em fotovoltaicos no Brasil.

Creio que o momento já é um pouco avançado para nos limitarmos a identificar condições para a criação de uma cadeia produtiva. Dependemos muito de definir uma estratégia para que a cadeia produtiva seja implantada de uma forma induzida garantindo a sua estruturação.

Há fatores que influenciam na formação da cadeia produtiva e que merecem atenção especial. Esses fatores estão em geral bem interligados. Pretendo abordar os efeitos de dois desses fatores: o mercado e a pesquisa, e como eles interferem na formação de uma cadeia produtiva.

Não pretendo tratar de questões que já foram abordadas, como a questão de recursos humanos - até por conta da limitação do tempo de exposição.

Como pano-de-fundo vejamos algumas características da tecnologia fotovoltaica, e, então, aquilo que vai ter reflexo sobre a implantação de uma cadeia produtiva.

As tecnologias fotovoltaicas são bastante diversificadas. Temos dois grandes grupos que são as tecnologias inorgânicas e as orgânicas. Dentro das inorgânicas, há subclasses. E dentro de silício há subdivisões por tecnologias com as quais se desenvolvem dispositivos. Há também dispositivos que são construídos com tecnologias híbridas.

Apesar dessa variedade de tecnologias fotovoltaicas, cada uma tem características próprias no tocante a eficiência, custo e aplicação. Esses são aspectos definidores de uma estratégia para o Brasil no tema.

De uma forma geral, o que se quer com a energia fotovoltaica é a redução de custos, pois ela é uma energia cara.

E para essa redução de custos importa identificar alguns fatores. O fator eficiência é importante. O fator custo é outro. Em geral, uma célula de alta eficiência tem alto custo, e vice-versa. Tem a questão do custo do material, e a economia de escala.

A pesquisa para a cadeia produtiva entra justamente para reduzir o custo da tecnologia fotovoltaica.

É importante lembrar que a variedade de tecnologias está em estágios diferentes de desenvolvimento. Isso não significa que as disparidades sejam devidas apenas ao tempo decorrido de cada tecnologia.

O silício cristalino e o silício amorfo, por exemplo, têm praticamente o mesmo tempo de desenvolvimento. Importa, contudo, saber o estágio de desenvolvimento atual dessas tecnologias.

A tecnologia do silício cristalino recebeu forte impulso devido à indústria eletrônica. Essa tomou conta do mercado nos últimos 30 anos. Mais recentemente, o custo do silício cristalino abriu espaço para as outras tecnologias. As células de alta eficiência (50% a 60%) incorporam essas novas tecnologias.

Esse cenário das novas tecnologias versus a do silício cristalino impõe ao estudo estratégico definir o curso a tomar. Uma série de oportunidades também surge desse cenário, como veremos mais adiante.

A aplicação da tecnologia também é questão importante, pois tecnologia e aplicação estão fortemente imbricadas.

A tecnologia do silício cristalino é propensa à aplicação em energia elétrica.

As tecnologias baseadas em semicondutores orgânicos terão, provavelmente, um nicho restrito em eletrônica. Não deverão ser utilizadas em energia elétrica devido aos aspectos de degradação.

Posteriormente, poderíamos explorar as correlações entre tecnologias versus aplicação para identificação de diversos tipos de oportunidades.

No caso das tecnologias para produção de energia elétrica é importante considerar o custo relativo da tecnologia. A menos que se tenha uma tecnologia fotovoltaica

que compita com as formas tradicionais de energia elétrica, não haverá espaço para a cadeia fotovoltaica.

Quando a questão a considerar for o benefício da energia fotovoltaica, aí sim surge algum espaço interessante de oportunidade. BIPV (Building Integrated Photovoltaic) é um conceito da energia fotovoltaica integrada à construção civil para o qual chamo a atenção do Estudo.

O perfil de oportunidades ao longo das próximas décadas tende a prestigiar as aplicações não integradas à rede de distribuição, mas sim à eletrificação rural, por exemplo.

Voltando a abordagem da cadeia produtiva, podemos, primeiramente, identificar os atores dessa cadeia.

Na parte de baixo da cadeia estão a P&D e, em ordem ascendente, os insumos e substratos, os componentes, os sistemas e, no topo, as aplicações.

As aplicações da cadeia produtiva consideram, obviamente, o mercado, com destaque para: energia para dispositivos eletrônicos, energia doméstica, e energia em larga escala.

Os atores da cadeia produtiva são integrados. E há uma tendência para o fluxo de inovação ocorrer de baixo para cima. Porém, mas raramente, inovações podem originar no mercado e atingir a P&D na base, no sentido top-down.

Gostaria, a seguir, de focar a inovação que é induzida pela P&D, e, em particular pelo investimento em P&D.

A tendência do investimento em P&D é de gerar resultados patenteáveis e industrializáveis com geração de novas indústrias. Essa tendência sobe na cadeia, mas, não necessariamente, atinge o mercado devido ao custo da tecnologia.

Isso chama atenção para o fator de incentivo ao mercado e seus efeitos de geração de mercado. No caso da energia fotovoltaica o resultado do investimento em P&D atinge, via de regra, o nível dos sistemas fotovoltaicos. E estes induzem para baixo na cadeia, fomentando o nível dos componentes.

Um problema no Brasil é que não temos uma política de investimento em P&D focada no desenvolvimento industrial. Isso gera uma distorção. E, por isso, eu recomendo que tenhamos uma política focada em algumas aplicações para viabilizar essa cadeia produtiva.

Existem desafios na relação empresa-academia que devem ser considerados. Se se trata de empresa bem estabelecida essa relação é por meio de contratos ou

licenças. Em havendo um forte enfoque na pesquisa é possível a geração de spin-offs para novas tecnologias.

Só que isso não é trivial de acontecer. Quando se leva em conta o processo de implantação de uma nova empresa, o desafio é muito grande. O processo de escalada entre a P&D e a venda da tecnologia não é simples, devido às barreiras naturais de percurso.

Então, se fizermos uma análise deste tipo de desenvolvimento da cadeia, veremos que há dois tipos de barreiras. Uma é a tecnológica em função das patentes que são requisitadas. E a outra é uma barreira comercial, em função das novas empresas que estão sendo implantadas.

Assim, para se viabilizar a cadeia produtiva para energia fotovoltaica será preciso vencer as barreiras tecnológica e comercial. Isto requer um trabalho de grande sistematização, envolvendo não só um trabalho de identificação de problemas, mas também o estabelecimento de uma estratégia de aproveitamento de oportunidades e superação de dificuldades.

Obrigado,

*Homero Schneider / CTI-RA*

### **Izete Zanesco / PUC-RS**

Coordenamos o Centro Brasileiro para Desenvolvimento da Energia Solar Fotovoltaica, que está sediado na PUC-RS. Nesta minha rápida apresentação, inicialmente gostaria de destacar os pontos fortes da energia solar fotovoltaica em um panorama mundial e também em um panorama nacional. E depois os pontos fracos, ou seja, as perspectivas e o que nós deveríamos pensar como soluções.

Como aspectos positivos desta tecnologia, um deles é social. A energia fotovoltaica contribui (como foi comentado aqui) para o pessoal que não possui hoje energia elétrica. O Brasil tem este problema hoje. Então contribui para o desenvolvimento econômico, cultural e social, ou seja, para a qualidade de vida. Diz-se que (com os sistemas fotovoltaicos em locais em que nós temos muito sol, e não temos água) podemos fazer sistemas de irrigação.

Inovação: inovação no sistema da matriz energética brasileira, tendo uma descentralização, em que o usuário se torna também um produtor de energia. Acho que este é um dos pontos fortes de inovação.

Tecnológica: desenvolvimento de tecnologias nacionais para células solares, silício, tanto lâminas quanto purificação do silício, e sistemas fotovoltaicos com seus componentes.

Do ponto de vista ambiental, acho que é um ponto importante da energia solar fotovoltaica. Depois de instalado o sistema, o impacto ambiental é desprezível. Durante o processo de produção de células solares, o impacto ambiental é baixo. Como uma indústria, toda indústria tem seu impacto ambiental, mas é baixo.

A recuperação da energia investida desde a purificação do silício até a obtenção do módulo é da ordem de 3 a 4 anos, baseado em estudos para a Europa. Considera-se que o sistema tem uma durabilidade hoje superior a 30 anos. Então com 3, 4 anos recuperamos toda a energia investida em fabricá-lo.

Um ponto importantíssimo: a fonte de energia é o Sol: inesgotável, não poluente e chega para todos democraticamente, em qualquer parte do País.

Ela é compacta e modular. Tivemos um exemplo aqui da estratégia da MPX. É modular. Faz-se em etapas e dilui-se o investimento. E ela é muito compacta. Se nós comparamos com lagos de centrais hidrelétricas, produzimos mais energia com sistemas fotovoltaicos, considerando que só temos sol durante o dia.

Do ponto de vista mundial, dos pontos fortes do mercado: No ano passado, cresceu a uma taxa de 69% com a comercialização de 4300 MW. Isto corresponde a, aproximadamente, 5 turbinas de Itaipú por ano. Neste mercado não temos problemas de custo. Até agora falamos que na energia solar fotovoltaica, o problema é o custo, mas o mercado está crescendo, independente do custo. Então ela depende, sim, de estratégias para que o custo não seja impedimento. E aí nós temos um resultado mundial.

Em termos de tecnologia: praticamente 87% do mercado é silício, cristalino, mono cristalino e multi cristalino. E as outras tecnologias dividem o restante do mercado. Estes são dados de março deste ano, pela revista *Fotón International*, uma revista europeia específica do mercado fotovoltaico.

Agora cito alguns exemplos que são pontos positivos. A China, hoje em dia, está despontando na área fotovoltaica. Tem atualmente 13 fábricas que comercializam para o mercado interno e, principalmente, para o mercado de exportação. Elas estão centradas nestas cidades que aparecem no mapa [*slides de powerpoint*], e temos um exemplo, que é a SANNTER, que começou em 2002. Em 2007 comercializou da ordem de 270 MW, e a previsão para 2010 é 1 GW. Hoje é a 3ª maior produtora de módulos fotovoltaicos do mundo. Isto é um exemplo, a China; começou e acho que podemos conseguir ali alguma inspiração.

Aspectos positivos do panorama nacional: Sobre a capacidade intelectual da academia brasileira, eu coloco alguns exemplos apenas na área de células solares. Nós vemos várias entidades nacionais que trabalham com silício cristalino. Estes são resultados, é o que existe hoje! Em silício amorfo, policristalino, materiais como sulfeto de cádmio, telureto de cádmio, etc, células solares com corantes ou materiais orgânicos, tudo isto existe hoje na academia brasileira, com competência tecnológica para desenvolver. E veja que estão distribuídos em várias partes do País, não é só Sul e Centro-Oeste, mas vai até o Nordeste.

Também, como aspecto positivo do ponto de vista nacional, na publicação da *Fotón International* de maio deste ano, aparecem 2 empresas nacionais na área de silício. A DOWNCORN comercializando já silício policristalino purificado, grau solar. E a RIMA, que prevê comercialização de lâminas, ou silício, para, creio, 2010. O mercado de silício cresce também a uma taxa bastante elevada, da mesma forma que o mercado fotovoltaico.

No Brasil nós temos o CB-Solar, que foi implantado e foi uma articulação também do Ministério da Ciência e Tecnologia, Secretarias Estaduais, Secretarias Municipais, ACE e PUC-RS, composto por comitê gestor, uma secretaria executiva, dois comitês ou assessor do comitê associado, e os membros associados. Nós temos empresas que estão financiando hoje projetos de P&D nesta área. Ao total são 7 projetos de desenvolvimento tecnológico, principalmente em células solares e módulos fotovoltaicos.

Estes são alguns dos laboratórios do CB-Solar e NT-Solar, dentro da Universidade. Possuem uma infraestrutura laboratorial de 950 m<sup>2</sup>, sendo 210 m<sup>2</sup> de sala limpa para produção e desenvolvimento de processos industriais de células solares e módulos fotovoltaicos. E também de processos de laboratório de maior eficiência.

Um exemplo, como resultado de uma articulação nacional iniciada pela Rede Brasileira de Tecnologia-MCT-FINEP, e com as empresas CEE, EletroSul e Petrobrás, também financiando o projeto que começou há 3 anos atrás, é a planta piloto de produção de módulos fotovoltaicos. Sobre as inovações, posso destacar: tecnológicas - células solares eficientes com insumos de baixo custo. Ambiente - processos industriais dentro da universidade nacional, brasileira. E o gerenciamento - ela é gerenciada por um comitê gestor em que as empresas, a FINEP e o MCT fazem parte da tomada de decisões da continuidade. A cada 4 meses ocorrem reuniões técnicas e de gerenciamento do projeto.

Resultados - alguns dos resultados mais importantes são: em 2006 o projeto foi premiado pelo Banco Real, que faz uma avaliação das universidades brasileiras, destacam cursos, etc, e é para projetos de P&D. O título em 2006 era



Sustentabilidade e Inovação, e a planta piloto foi premiada. Dentre 170 projetos no Brasil, ela foi premiada.

Resultados em termos de tecnologias: temos tecnologias de módulos fotovoltaicos com dois tipos de células. As primeiras, que estão à esquerda [*do slide apresentado*], são células industriais; é um processo industrial. A eficiência máxima é de 13,4%, é um processo de menor custo. Embaixo temos uma distribuição de produção de 150 células solares. A eficiência média dá em torno de 12,6 a 12,9%, sendo que a máxima chega a 13,4%.

Neste outro processo, um pouco mais caro, porém de maior eficiência, que está à direita [*no slide*], também de células grandes, de 8x8cm, a eficiência máxima é de 15,6%, e a mesma tecnologia industrial em células pequenas tem eficiência máxima de 16%. Estas duas tecnologias estão prontas para, digamos, poder entrar em uma indústria.

A seguir seguem perspectivas, ou seja, os pontos que seriam fracos hoje e que deveríamos, acho, pensar, e como sugestões para discutirmos.

Primeiro; sobre desenvolvimento tecnológico: Nós precisamos sim investir em desenvolvimento tecnológico, principalmente nas 3 grandes partes da energia solar fotovoltaica: células solares e módulos fotovoltaicos, na purificação do silício e na obtenção de lâminas, e nos componentes do sistema fotovoltaico: inversores, controlares e outros componentes. Inversores para sistemas conectados à rede é um mercado que vai crescer. Esperamos que cresça no Brasil, e precisamos de investimentos nesta área.

Outro ponto: acho que deve ser pensado é a articulação e os incentivos para a implantação de indústrias no País. É extremamente importante termos indústrias no País. A China tem 13 indústrias. Hoje, no Brasil, nós não temos nenhuma. A Índia tem 3 ou 4 indústrias. Nós não temos nenhuma. Bom, tem que ter incentivo sim. Também tem que ter articulação política. E que sejam implantadas indústrias para fabricar células, *wafers* e também na parte dos componentes do sistema fotovoltaico.

E a legislação? Essa nós temos que ter. Temos que pensar e trabalhar em uma legislação com incentivos econômicos para instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. Porque este é o grande mercado.

E com isso encerro.

Acho que tem um detalhe a mais: temos que pensar que energia não é só uma questão de custo, é uma questão de necessidade da sociedade, de qualquer

sociedade. Então energia não é só custo, ela é sim uma necessidade estratégica. É nisto que nós temos que considerar.

Obrigada.

*Izete Zanesco / PUC-RS*

### **Laercio de Sequeira / FINEP**

Antes do advento dos fundos setoriais fingia-se que havia financiamento e os pesquisadores fingiam que pesquisavam. Porque não havia recursos financeiros. Era um negócio absolutamente tragicômico.

Um marco importante foi o advento dos fundos setoriais, especificamente o fundo setorial de energia (que foi o terceiro a aparecer), e aí se começou, então, a se falar em novos investimentos, na busca de fontes alternativas de financiamentos.

Pretendo comentar sobre o quanto investimos após 2001. Mesmo com o advento dos fundos setoriais, veremos que de 2001 para cá muito pouco se investiu em fotovoltaica, muito pouco. Isso decorre, no meu entendimento, da falta de políticas-públicas para o tema.

Não se tem uma definição (do ponto de vista energético) do caminho estratégico que vamos percorrer. Então fica muita coisa solta. Os investimentos feitos (não só em fotovoltaica) não é exatamente segundo uma política de Estado. Infelizmente, não é assim que as coisas funcionam, mas é como deveriam funcionar – com políticas claras e efetivas.

Observando o gráfico [*referindo-se aos slides Powerpoint*], podemos observar que de setembro de 2001 em diante, foram 16 projetos, totalizando R\$ 7 milhões. A região sudeste e a região sul, apesar de, mais ou menos, terem o mesmo número de projetos das regiões norte e nordeste, principalmente a nordeste, elas, na verdade, foram recipientes de uma parte muito expressiva desses R\$ 7 milhões - O que é muito pouco. É muito pouco para um país que pretende desenvolver uma política de diversificação da matriz energética.

De lá para cá, temos percebido que existem algumas questões fundamentais que devem ser resolvidas, e se tratam do aproveitamento da energia solar através das células fotovoltaicas. Como prioridade, eu sugeriria esforços institucionais para se ter no Brasil um marco regulatório dessa componente energética. Não há regulamento algum.

Do ponto de vista de desenvolvimento tecnológico percebemos, pelo trânsito na FINEP, que um ou dois projetos de pequena monta foram dirigidos, por exemplo, para o desenvolvimento de baterias que é uma questão bastante importante.

Não se tem também grande estudo, pelo menos que tenhamos conhecimento na FINEP, da interligação da geração fotovoltaica à rede. Em uma primeira análise, a interligação de alguma central fotovoltaica às redes sul e sudeste não implicariam grande diferença, pois são redes robustas.

Já, se se põe uma central fotovoltaica um pouco mais potente na rede nordestina, pode-se derrubar a rede. Será necessário estudar uma interligação desse tipo com muito critério técnico.

Porém, um projeto dessa magnitude representa um nicho de mercado importante. Importante inclusive para FINEP, pois poderíamos fomentar financiamentos a empresas que podem trabalhar em consórcios com instituição de pesquisa.

Penso, também, que existem alguns periféricos, como até já foram colocados aqui, tipos conversores, que representam boas oportunidades para mercado.

Portanto, do ponto de vista da FINEP, estamos abertos e tentando participar, e até influenciar, no sentido de que essa fonte de energia realmente comece a deslançar através de financiamentos absolutamente favoráveis.

Estamos participando, e fazemos questão de atuar em fóruns dessa natureza. Temos recursos atualmente para tocar projetos nessa área. Gostaríamos imensamente que o setor industrial procurasse também trabalhar junto com instituições de pesquisas no desenvolvimento e na solução desses gaps tecnológicos para o aproveitamento da matéria-prima, tanto energética quanto mineral.

Obrigado,

*Laercio de Sequeira / FINEP*

### **Luciana Nunes / CNI**

A CNI não trabalhava, até ontem, especificamente com energia solar. Tenho que parabenizar o CGEE. Está espetacular discussão. Não esperava o alto nível que estou vendo aqui, da discussão de energia solar.

O mais importante que a CNI tem a contribuir neste Comitê, acho que isto vai ser alcançado facilmente pela qualidade da discussão aqui, são propostas de políticas públicas que possamos levar ao Congresso Nacional.

Atualmente tem uma comissão especial de fontes renováveis discutindo o assunto na Câmara dos Deputados. Amanhã a gente tem uma audiência pública, onde o vice-presidente da CNI vai estar discutindo o tema.

A energia solar está incluída nestas fontes alternativas. Solar e eólica são as principais, inclusive, nas propostas de políticas públicas que estão sendo analisadas no Congresso Nacional.

Com as discussões que tivemos aqui, as propostas de políticas públicas, a contribuição que o setor pode dar é muito maior. Eu relatei uma lista de propostas que a gente pode levar, como regular a conexão à rede, que já é discutida há bastante tempo; a criação de mercado; um programa de longo prazo; um PROINFA solar, o que seria o ideal para o setor; a purificação do silício nacional, que parece que, falando de tecnologia, é um grande mercado, que a gente pode virar um exportador. Tem potencial até para exportar e ser referência mundial na purificação do silício metalúrgico para grau solar; a questão dos incentivos, tanto para o desenvolvimento da indústria como para a implantação de projetos de geração de energia através de fotovoltaica.

A CNI atua principalmente na questão industrial. Então, benefícios fiscais para as indústrias que quiserem investir na cadeia de equipamentos podem ser o foco de políticas públicas para este lado. É importante que as indústrias nacionais se voltem para células e módulos, lâminas, inversores, controladores e toda esta parte de componentes.

Então, um programa de longo prazo para a geração de energia, associado a um programa de desenvolvimento de política industrial, pode levar o Brasil a alcançar isto, uma política bem desenhada.

Além disso, eu anotei: incentivos econômicos para os sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Então, juntando tudo isto, e a questão dos fundos setoriais, a gestão dos recursos públicos na pesquisa, a questão da FINEP, isso tudo pode ser discutido. A gente pode tentar agrupar demandas do próprio setor. O conhecimento desta realidade favorece muito a justificativa técnica de uma política pública que realmente seja efetiva, que realmente atenda ao mercado. E que a gente possa, daqui, lógico, 5, 10 anos, estar aí com o mercado estabelecido, de energia fotovoltaica conectada à rede no Brasil.

Acho que a CNI pode ajudar este Comitê, e a todos vocês, tentando ser um pedaço do quebra-cabeça para as políticas públicas a serem instituídas.

Obrigada.

*Luciana / CNI*

## João Alves Sampaio / CEPEM

Vamos explorar o tema da apresentação que tratará de caracterização tecnológica e processamento de quartzo para silício solar. Começamos com a caracterização química e mineralógica da matéria-prima nacional porque existe a possibilidade de inovação utilizando o quartzo e quartzitos como matéria-prima para produção de silício solar ou eletrônico.

Temos que focar numa coisa que se chama contaminantes associados ao quartzo, de difícil remoção. Os contaminantes quando estão dentro da estrutura do quartzo oneram muito o refino. Para isso será investigada a qualidade da matéria-prima mineral no silício metalúrgico e/ou solar, com destaque para o metalúrgico visando à desoneração do processo.

A caracterização mineralógica e química prevê atividades sobre três tipos de quartzos: o hidrotermal; o pegmatito; e o de alto grau de metamorfismo. Todos vêm de diferentes ambientes. São os ambientes que respondem pelas características de contaminantes.

O processamento dessas características busca a obtenção de pó de quartzo de Alta Pureza (HPQ). O quartzo de alta pureza (baixo conteúdo de contaminantes) é usado na indústria de comunicação (fibra óptica) e em outros setores de alta tecnologia, como os de célula solar fotovoltaica.

90% desse quartzo de alta pureza provêm de pegmatitos homogêneos (alasitas) do Distrito Spruce Pine, na Carolina do Norte, nos EUA. Eles são pioneiros nesse processamento.

Existem esses silícios no Brasil, mas ainda não prospectamos as minas desses melhores.

Sobre a mineralogia do quartzo destacamos que as impurezas estruturais, facilmente acomodadas na estrutura do quartzo, são os elementos Alumínio, Titânio, Ferro, Germânio, Lítio, Sódio, Potássio, Berilo, Cálcio e Hidrogênio. Desses, o ferro, muito peculiar ao Brasil, aparecem em alguns lugares com grande inconveniência. Em menor proporção, mas também acomodados na estrutura estão os elementos Cromo, Cobre, Magnésio, Manganês, Chumbo, e outros.

Para algumas aplicações (como célula fotovoltaica), é necessário que essas tenham realmente baixos teores de Ferro e Boro. Os quartzos heterogêneos, oriundos de pegmatita, como é o caso dos brasileiros, contêm Ferro e Boro. Logo, é preciso cuidar disso.

O quartzo ígneo formado em temperaturas elevadas favorece a incorporação de impurezas estruturais e quando formado em baixas temperaturas contém poucas impurezas estruturais, mas contém inclusões fluidas – corre-se de um e cai-se em outro.

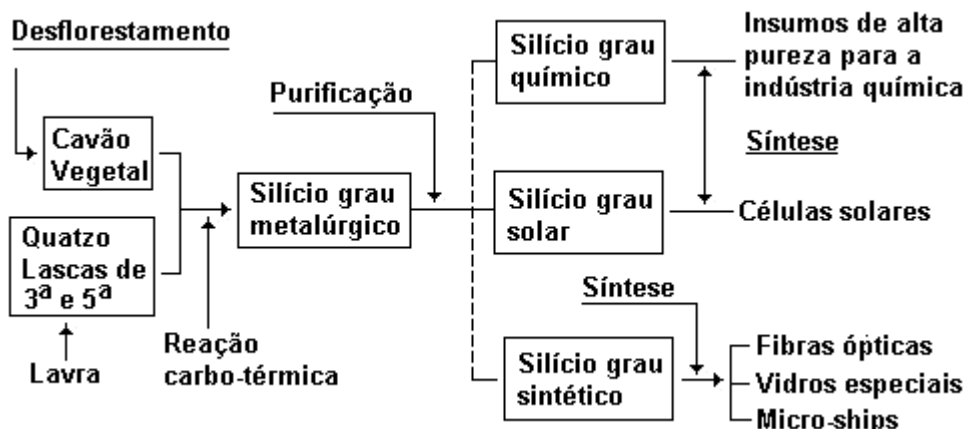
O ambiente geológico que pode produzir em larga escala pó de quartzo de alta pureza, com baixo conteúdo de inclusões fluidas e baixas concentrações de impurezas estruturais, é o quartzo oriundo de áreas de alto grau de metamorfismo. Esses existem no Brasil e deveríamos localizá-los e estudá-los.

Em curto prazo, a escassez de silício barato para atender a expansão da demanda poderá ameaçar a posição do silício como material principal da célula solar. A proposta seria a produção mais barata de silício solar, que poderá ser obtido usando pó de quartzo de alta pureza, suprimindo algumas etapas do refino químico do silício metalúrgico. Que é o entrave do processo.

O boro e o fósforo são elementos críticos do quartzo para uso na fabricação de célula solar. Esses são bastante difíceis de remover no refino metalúrgico e encarecem o processo por requerem tecnologia especial.

O pó de quartzo de alta pureza deverá ser aglomerado usando aglomerantes que não adicionem impurezas indesejáveis ao processo de produção do silício solar.

E abaixo está um fluxograma dos processos de descontaminação. Para obtenção do silício metalúrgico processam-se o quartzo que vem da lavra e o carvão vegetal vem do desflorestamento. Por meio de uma reação carbo-térmica produz-se silício metalúrgico. Daí parte-se para o silício grau químico, silício grau solar e silício grau sintético.



Se essas lascas de quartzo não forem bem solucionadas, em um processo controlado de descontaminação, a obtenção do silício será muito cara.

Necessário compreendermos que no Brasil desenvolvemos um produto para venda para um cliente de baixo poder aquisitivo, que é o próprio país. Não adianta produzirmos um copo para meia-dúzia comprar, e sim para o mundo todo comprar. Isso significa que temos de investir em pesquisa mineralógica e ter estratégias adequadas.

Como recomendação de estratégias, registramos: o controle da matéria-prima, para a produção do silício grau solar; e o investimento em recursos humanos de laboratório. Disponibilidade de talentos é de fundamental importância.

[NT: *Pergunta formulada fora do microfone. Segue a resposta do palestrante...*]

Nós não estamos trabalhando, no momento, na área de purificação de silício. E, sim, de caracterização de silício para determinados fins. Temos o silício do norte do Ceará, do Rio grande do Norte, na Bahia também há alguma reserva, no Tocantins, em Cristalina, em Minas Gerais, no Rio Grande do Sul, e em outras regiões.

Assim, dessas várias localidades podemos caracterizar o silício para identificação do melhor. Ou seja, se cabe um processo de purificação mais econômico.

[NT: *A seguir, comentários de terceiro não identificado na gravação*]

A identificação do silício na cadeia é um processo bastante inteligente. Uma observação, em relação ao silício no Brasil, é que essas reservas de pureza adequada monetizam a jazida. De forma que a mineradora é a que seria mais interessada, pois a proprietária da jazida é que tem o poder de negociação. Não fazemos idéia de quanto a mineradora cobrará do silício na cadeia de negócios.

Quando um tem o poder de barganha na venda esse procura tirar maior vantagem do preço. Procura-se também reter o comprador com a política de preços, evitando-se a troca de matéria-prima na cadeia produtiva.

[NT: *O palestrante responde...*]

Esse é um trabalho geralmente realizado em conjunto com o SEBRAE, quando se trata de pequenas empresas. Encontramos facilidades quando lidamos com empresas maiores. O CEPEM tem uma experiência com grandes empresas em outras áreas da mineração. Mas é uma área de atuação realmente crítica, porque quando se extrai um produto nobre de uma jazida, os demais são esquecidos.

Essa é uma tarefa que requer conscientização. Porém, só se avança quando existe o mercado. Costuma-se dizer (acertadamente) que quem abre e fecha uma mina não é o geólogo, mas, o mercado.

Recentemente, fomos procurados por uma empresa interessada em produzir um concentrado de minério de ferro de 18% de pureza. No Brasil, no passado, esse

teor era teor de rejeito. Por que nos procuraram? Porque eles identificaram mercado. Onde está essa mina? No Ceará.

Logo, se tivermos o mercado teremos a cadeia do silício, com certeza.

Obrigado.

*João Alves Sampaio / CEPEN*

### **José Roberto Branco / CETEC-MG**

Eu gostaria de trazer uma reflexão sobre pontos aprendidos de estudos estratégicos de origem europeia, americana e chinesa. O que me despertou a atenção nesses estudos é o foco em agregação de valor de mercado a temas de interesse do público em geral, como os temas de energia, clima, também, emprego e renda.

A Comunidade Europeia, por conta de boas visões estratégicas, vê facilidades para justificar investimentos de 120 bilhões de dólares para, até o ano de 2010, ter 12% das suas matrizes energéticas decorrentes de fontes renováveis. Isso, em termos diretos e indiretos, deverá gerar dois milhões de emprego dentro dos próximos 10 a 12 anos.

A redução de pobreza tem uma série de aspectos que são sociais, mas empresas transnacionais estão olhando essa questão pelo viés das oportunidades de mercado. Empresa alguma vai pagar pela redução da pobreza. Logo, eles conseguem construir planos de enriquecimento com a pobreza – ou algo assim. Estamos falando de negócios bem atrativos para atores dispostos a grandes investimentos.

Creio que uma abordagem estratégica para se entrar nesse rico mercado passa por respostas à pergunta: para que pesquisar em energia fotovoltaica? Do ambiente europeu, encontramos algumas justificativas.

No caso da China, há quem indague o porquê deles estarem pesquisando e desenvolvendo inovações. Acho que é um caso a ser analisado e debatido.

No caso do Brasil, ainda estamos um pouco mais acanhados, mas estamos construindo nosso processo. É recomendável, certamente, usarmos exemplos de terceiros, que já conseguiram justificar investimentos vultosos no tema.

A próxima questão é o porquê de se desenvolver um estudo prospectivo? Essa colocação está relacionada ao que vou mencionar um pouco a frente, ou seja, o mercado. O mercado é altamente inovador e globalizado. Se não houver essa



atividade de desenvolvimento de inovação o tempo de vida da indústria no Brasil será difícil de ser prognosticado.

Chamo atenção para algumas das questões que foram destacadas a respeito do trabalho de prospecção dentro do MCT. Sabemos que deverão ser vários atores brasileiros a serem consultados. Penso que o Governo tem uma visão bem apropriada para o momento. Está em pauta a preocupação da geração de emprego, renda e sustentabilidade da capacidade produtiva brasileira.

Porém, isso só ocorrerá se tivermos a participação de indústrias. Então um levantamento balanceado, entre todos os tomadores de decisão, será importante. Também é mandatário definir-se o tipo de resultado que se almeja. Acho que ainda carecemos de definir uma visão de futuro, para, daí, derivarmos os resultados concretos a serem perseguidos.

Em outros países, já bem adiantados, essa visão de futuro foi construída há algumas décadas. Acho que é daí que a gente consegue responder a algumas das questões que esse Estudo coloca.

Destaco que para essa sustentabilidade nós vamos precisar desses atores, mas apesar de termos até empresas aqui, a gente não conhece bem quais são esses atores do lado da indústria, de investidores que teríamos no Brasil. Então isso é algo para ser abordado com a preocupação de se aperfeiçoar uma visão de mercado.

Também este Estdo deve permitir (já que se trata de uma indústria altamente inovadora) um processo de gestão de inovações. Então eu acho que aqui também tem uma questão importante para ser abordada: o foco nosso é em inovações radicais ou incrementais? Nós temos uma cultura razoavelmente bem estabelecida no Brasil quando se fala de comunidade voltada para inovações.

Então, o que prospectar? O foco seria de mercado? O mercado contempla muito fortemente os aspectos de custo da tecnologia. Isto está muito claro em vários estudos internacionais. Os desafios que levam aos trabalhos de desenvolvimento estão relacionados com o custo do uso da tecnologia. Essa colocação costuma confundir um pouco o entendimento. Talvez eu elabore um pouco melhor mais à frente.

Mas é importante manter a competitividade em foco. E aí há uma série de estratégias que estão disponíveis. Fazendo-se um levantamento das empresas que estão no mercado, percebe-se, com certa facilidade, essas estratégias.

O mercado sobrevive de bons produtos. Já produtos e consumidores guardam estreita correlação. Logo, precisamos, também, identificar o consumidor. Quem

serão os consumidores? E para aqueles consumidores, quais são os requisitos dos produtos? Já existe um mercado bem estabelecido, mas ele é extremamente dinâmico.

Uma vez definidos os produtos, vamos nos preocupar com matéria-prima. Já foi citado aqui o caso do silício. A expectativa em torno de 30 gigawatts de geração, nos próximos 15 a 20 anos demandaria aproximadamente cinco vezes a quantidade de silício que está sendo produzida. Então existem vários desafios com relação à matéria prima.

Mas também há desafios em termos de equipamentos para redução de custos – que é uma estratégia de empresas e países. Logo faz-se necessário concentrar esforços também em equipamentos - equipamentos de sistemas produtivos com alta integração, inclusive de recursos para metrologia dinâmica e automação.

Sinergismos com outras tecnologias podem ser usados para aumentar valor e reduzir custos simultaneamente. Citaram-se aqui algumas tecnologias de papel complementar ou diferenciador. Então, eu traria ainda outra recomendação: identificar tecnologias complementares para compor com a tecnologia de geração fotovoltaica.

Existe uma grande preocupação com os aspectos de sustentabilidade que impacta também em materiais e nas tecnologias que estarão predominando. O grande indicador é a energia ou o *pay-back* de energia. Quer dizer, quanto tempo a energia que é gerada pelo sistema compensará aquela que foi gasta?

E aqui estão desafios importantes: para que uma indústria seja estabelecida precisamos do assentamento de atores nessa direção. Ou seja, é preciso constituir uma institucionalidade que a dirija. Não vou tratar dela aqui, mas tem um aprendizado importante que de alguma forma tem que ser analisado.

Só para ilustrar o que poderia ser uma visão de futuro, faço referência a um slide do NREL (National Renewable Energy Laboratory dos Estados Unidos) usado com certa frequência. Ele é inspirador por indicar valor na busca de sinergismo entre diferentes tecnologias, que juntas se complementam, mas até mais, uma promove a outra. E eu acrescentaria algumas das nossas idéias.

Esse sinergismo entre tecnologias causa sim a redução do custo-benefício, mas também poderá valorizar o uso da energia fotovoltaica, na medida que ela poderá estimular outros processos de geração.

Outro ponto de atenção encontra relação com um programa importante em andamento no Brasil. Minas Gerais tem uma ação muito forte nessa área, e está relacionado às edificações e ao design. Então uma melhor integração de sistemas

com as edificações também contribuiria para a redução de custos e valorização da energia.

Essas são, por ora, minhas contribuições para ajudar-nos a caminhar para um futuro que ainda não é tão bem conhecido, mas que certamente virá.

Obrigado,

*José Roberto Branco / CETEC-MG*

### **Marcos Torrizela / Heliodinâmica**

A Heliodinâmica foi uma empresa que iniciou em março de 1980, porém há dois anos está parada. Nosso caso é ilustrativo das conversas aqui: não tem mercado, não tem empresa.

Quando iniciamos em 1980, havia um cliente, o Grupo Telebrás. Então, a Heliodinâmica teve sua fase boa até o final da década dos anos 1980. No governo Collor, abriram-se todas as portas. A Heliodinâmica começou a perder e iniciou o fechamento e passou esse período todo sofrendo, sem clientes. E agora, faz mais ou menos dois anos que a empresa está totalmente parada. Hoje o maquinário está guardado num galpão, ele está lá. A Heliodinâmica existe ainda, no nome, mas operacionalmente não tem produzido nada.

Nos anos 1980 a gente exportava bastante – para Índia, Alemanha... mas, lâminas; nunca módulos ou células. E o nosso custo começou a ficar alto, por conta do custo não-projetado do desenvolvimento de novos maquinários.

Vendíamos lâminas a US\$ 2,80, preço unitário em 1983/1984. Em 1986, essas lâminas começaram a descer de preço até que apareceram no mercado a US\$ 1,42. Aí a gente simplesmente não conseguia pagar o custo disso.

Paralelamente, tínhamos um cliente brasileiro que era o Grupo Telebrás. De forma que as “teles” que instalamos no Brasil inteiro sustentavam a Heliodinâmica.

Após isso, com o Governo Collor assumindo, o Grupo Telebrás também deixou de investir em nosso *core business*.

Nossa carteira de clientes privados não era suficiente para gerar verba para manter a Heliodinâmica.

[*Pergunta de participante*] Considerando que você é um especialista de materiais; sua referência de que a lâmina não era competitiva; que vocês importavam o polisilício para crescer; e que estamos discutindo um programa intensivo para

obtenção desse material purificado, eu gostaria de ter sua observação sobre se a compra de silício é de fato um ponto crítico? E, o que poderia mudar se naquela ocasião vocês já tivessem no País o silício disponível purificado?

[*Resposta do palestrante*] Nós estaríamos em outra configuração que não a atual. À época, Heliodinâmica e Rima (uma empresa do norte de Minas) procurávamos desenvolver um material grau solar, e chegamos a diversos testes. Mas o projeto foi abandonado por eles enquanto nós continuamos executando todo o processo para ver se dava certo ou não. Se tivéssemos o silício, com certeza, o custo seria bem menor.

[*Pergunta de participante*] O que impede hoje a Heliodinâmica de restabelecer a fábrica?

[*Resposta do palestrante*] Financiamento. Gastamos o que tínhamos.

[*Pergunta de participante*] Mas não foi do dia pra noite...

[*Resposta do palestrante*] Não, não foi. Nesse período tinha uma situação. Existia um cliente. Estava tudo seguro. Não houve investimento em novos maquinários. Estes ficaram obsoletos com toda evolução tecnológica que se seguiu. Se voltássemos a funcionar, nosso maquinário não seria nada competitivo no mercado.

[*Pergunta de participante a terceiros*] Dizem que a história costuma se repetir. O que aconteceu com a Heliodinâmica foi exemplo típico de uma empresa que investiu no Brasil e tinha um mercado restrito. Quando esse mercado acabou, ela não tinha mais condições de existir como empresa. E hoje existe também o receio porque o único mercado que dizem que nós teríamos seria o Programa Luz para Todos. No *Luz para Todos* se falou em 100.000 sistemas no Norte e Nordeste. Se alguém se estabelece no Brasil para o *Luz para Todos*, esse alguém tem data e hora para acabar. Acaba em 2010. E até hoje o *Luz para Todos* só liberou 3.000 sistemas solares. Tudo o que foi feito até hoje, além dos 3.000, não foi feito com recursos do *Luz para Todos*. Inclusive, a CEMIG fez um investimento grande. Eu não sei, se vocês conseguiram que o *Luz para Todos* liberasse para vocês ou continuou sendo recursos da CEMIG?

[*Resposta de terceiro*] Continua sendo recursos da CEMIG.

[*Comentário de participante*] Os 12.000 sistemas que a Coelba (Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia) fez; os 3.000 sistemas que a CEMIG fez, foram todos com recursos próprios. No caso da Coelba, ela instalou 4.000 sistemas com recursos próprios e instalou 3.000 com recursos do *Luz para Todos* e o resto foi com recursos do Estado da Bahia. Meu comentário é que fica muito difícil uma empresa se propor a fabricar no Brasil nesse cenário.

Obrigado,

*Marcos Torrizela / Heliodinâmica*

### **Marco Antonio Esteves Galdino / CEPEL**

O CEPEL trabalha com energia fotovoltaica desde o início da década de 1990. O Centro tem desenvolvido projetos para diversas aplicações em todo o país, tanto sistemas autônomos quanto conectados à rede elétrica.

Estive fazendo um trabalho de campo no interior do Nordeste, quando fui indicado para participar do evento de hoje, de forma que não trago uma apresentação tão estruturada quanto eu gostaria.

As colocações que farei são de caráter pessoal e não representam necessariamente a opinião da Eletrobrás ou do CEPEL.

Em relação ao setor elétrico, ressalto alguns pontos relativos à energia fotovoltaica e outros, como a eólica. Essas fontes são sempre complementares. Não resolveram o problema energético por si só e em tempo algum. São fontes que não operam como geração básica. E sim como geração complementar. A geração básica terá de contar com as fontes termelétricas, hidroelétricas, nuclear, etc. Esta é uma contribuição que ofereço.

Isoo ocorre mesmo nos países líderes, como Alemanha, Japão, sem contar Índia e China e outros, que estão em franco crescimento, mas cuja liderança permanece a da Alemanha e Japão.

Nesses países a energia fotovoltaica não é econômica. Ela é antieconômica. Elas se desenvolvem com números expressivos, mas tudo devido aos subsídios governamentais.

Ou seja, o desenvolvimento da geração fotovoltaica nipônica, por exemplo, aumenta a conta de luz de todo o Japão. Os custos adicionais são repartidos entre os consumidores. Esse é um fato que é necessário estarmos alertas. Embora eles façam isso por motivos estratégicos, ambientais, etc. São vários os motivos, mas o tema não é econômico. Eles têm dinheiro para bancar empreendimentos não econômicos.

Por outro lado, no Brasil, os sistemas autônomos (aqueles para eletrificação rural, em locais distantes da rede como as regiões Norte e Nordeste) são econômicos se comparados aos custos da eletrificação convencional que depende da extensão de linhas.

De forma que no Brasil o panorama pelo lado econômico é especial, relativamente aos demais países, cujos subsídios são voltados aos sistemas conectados à rede e em larga escala.

Enquanto que aqui, por ora, esses subsídios, para conexão à rede, encontram dificuldades para ocorrerem. De forma que o caminho mais econômico são os sistemas autônomos – o que nos põe, de certa forma, na contramão do mundo.

Em relação ao desenvolvimento de sistemas, entendemos que estes requerem investimentos multimilionários. Para montar, por exemplo, uma fábrica de painéis fotovoltaicos, faz-se necessário ter um fator de escala muito grande. Ou seja, é preciso produzir, pelo menos, dezenas de megawatts pico anualmente.

Uma fábrica de grande escala não se destina a atender um mercado de um país apenas, mas, o mercado mundial. E esse investimento é da ordem de centenas de milhões de dólares.

O desenvolvimento de baterias e células fotovoltaicas requer investimentos multimilionários que, via de regra, são feitos por empresas líderes mundiais como a Sharp e a Sony. Então, desconheço se o Brasil teria um cacife monetário para tal tipo de investimento em produção ou em pesquisa.

Quanto aos poliméricos, orgânicos, para nós ainda é uma incógnita. Sabemos que o Brasil detém as maiores reservas mundiais de silício, mas isso não tem revertido em benefício para a população, pois, como em outros setores ele é exportado como matéria bruta ou, no máximo, como silício metalúrgico.

Enquanto este custa alguns dólares por tonelada, as células fotovoltaicas, que são importadas por nós, custam, milhares de dólares por tonelada. De forma que a cadeia do silício é algo que deveríamos desenvolver como já se discutiu aqui.

Entendemos também que em termos de desenvolvimento de equipamentos, como também já foi abordado, há um mercado muito interessante para o Brasil.

Assim, o mercado de inversores, bombas, controladores e toda a parafernália que acompanha os sistemas fotovoltaicos, revela-se muito promissor. Isso tanto para equipamentos de sistemas autônomos como os conectados à rede. No CEPEL já fizemos desenvolvimento de inversores e é algo exequível a um custo modesto.

Finalizando, existem outros aspectos que não são ligados à produção de equipamentos, células, baterias, controladores, etc, mas, a aspectos de gestão.

Os sistemas de eletrificação rural a partir de geradores fotovoltaicos sofrem um problema de gestão por não termos pessoas habilitadas para projeto, inspeção ou manutenção. Os equipamentos ficam largados ao tempo de operação. De forma

que existe um mercado para a gestão desses sistemas autônomos. A comunidade de fotovoltaica é pequena e carece desse tipo de mão-de-obra.

Essas são as contribuições que espero compilar em uma apresentação de powerpoint para oferecer posteriormente à Coordenação do Estudo.

[NT: *Segue-se um comentário sobre a fala anterior, de fonte não identificada*]

De fato o suprimento de energia fotovoltaica em outros países é subsidiado. De todo esforço nesses países, especialmente Japão e Alemanha, constata-se que, com o subsídio, os custos decrescem com a escala de produção.

A Alemanha começou pagando quatro vezes mais a tarifa da fotovoltaica do que a tarifa comum. No Japão, o subsídio cessou em 2006, mas a indústria continua crescendo sem subsídios.

A energia fotovoltaica ligada à rede tem uma característica que é sua conexão na ponta da rede, onde a energia é mais cara. Porém nesse caso o mercado paga mais caro por ela. Mas o custo está decrescente e ela vai se popularizar rapidamente. Das fontes de energia ligadas à rede de distribuição elas estão no mercado onde é caro. No Brasil elas estão por cerca de 400 dólares no final da linha.

Obrigado.

*Marco Antonio Esteves Galdino / CEPEL*

### **Mauro Passos / INSTITUTO IDEAL**

Gostaria de me apresentar. Considerando que talvez eu seja desconhecido da maioria aqui. A minha formação é na área de engenharia. Trabalhei 35 anos no setor elétrico. Fui deputado federal. Inclusive, na Câmara, pude atuar justamente nas comissões relacionadas ao que estamos discutindo aqui. Na Comissão de Ciência e Tecnologia, Meio Ambiente, Minas e Energia, no Conselho de Altos Estudos e no Mercosul.

E isso, inclusive, nos levou a entrar com um projeto; hoje tem 16 projetos na Câmara. Foi criada (recentemente pelo presidente Arlindo Chinaglia) uma comissão especial [*de energias renováveis*]. O relator é o deputado Fernando Ferro, que deve, até o final do ano, fazer o relatório destes 16 projetos.

Então a gente tem certo otimismo de que, até o final do ano, haja a produção de uma lei própria para isto. Um destes projetos, inclusive, é de nossa autoria.

Nós criamos, há aproximadamente 1 ano e meio, um instituto que se chama IDEAL: Instituto de Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina. Por isso, inclusive, a nossa relação com o Mercosul. E este Instituto, além da minha

presença, tem o prof. Ricardo Ruther, que já foi muito citado aqui, é o nosso diretor técnico, e o Fábio Rosa, que também é um agrônomo do Rio Grande do Sul, que há mais de 20 anos trabalha com eletrificação rural, com energia solar. Então somos nós três.

O Instituto foi desenhado como se fosse um triângulo. A idéia era um triângulo, onde colocamos, em cada vértice, um dos problemas que a gente acha que tem para este assunto deslanchar.

O primeiro deles, a gente acha que é a questão da socialização do saber. Claro que, aqui, é um público *expert*. Mas são muito poucos. Mesmo somando todas as universidades. Mas quando se fala em nível de emprego na Europa, na Espanha, na Alemanha, 40, 30 mil. O Granadeiro sempre comenta da necessidade de se ter gente de nível técnico, para instalar, operar, manter esses milhares e milhares de sistemas que vão ter. Esta mão-de-obra é um grande desafio; dela ser construída. Eu acho que este é um recado que a gente deixa aqui.

Como é que a gente, mais ou menos, está dando uma resposta para a questão desta motivação, de como a gente chega a estas pessoas. Nós fizemos um projeto piloto esse ano, somente em Santa Catarina, de criar um concurso de pesquisa e desenvolvimento em eficiência energética e energia renovável. E, para a nossa surpresa, em 2 meses tivemos 63 respostas de pesquisas que estão sendo feitas. Isso vai ter um prêmio. Isto está sendo, inclusive, com apoio da TracteBell, da WEG. São empresas que tem interesse nesta mão-de-obra futura. E já sinalizaram, bolsa de estudos futuras para eles, e programas de trainee, e coisas deste tipo.

Nós estamos programando, para o próximo ano, 2009, este concurso ser nacional. Pelas nossas projeções, vamos chegar a mais de 600 alunos, levantando idéias, aflorando sugestões. E queremos chegar, em 2010, no Mercosul. Por isso que eu fiz referência ao Mercosul. Este seria o primeiro nó a desatar.

O segundo nó que, sem ele, vários já comentaram que estas coisas não vão acontecer, é a necessidade urgente de uma legislação. O mercado, o investidor, só vai aparecer se tiver um amparo legal. O próprio PROINFA, que eu acho que foi um ponta-pé inicial, é um programa. Tem início e fim. Tanto é que hoje todo mundo está se questionando se vai ter um PROINFA 2, se vai ter um PROINFA 3. Sem uma legislação, não há perenidade. Sem perenidade, não há investimento. Pode ter o sol, pode ter o vento, pode ter o que quiser.

Como é que a gente está tratando esta questão da legislação, que é o segundo nó. Aí vem a questão (que já tinha comentado) a necessidade de se aproximar, inclusive, do relator, que é o Deputado Ferro. Ontem conversei com ele, ele vai



fazer convites para audiências públicas. Para a gente ver se canaliza esses vários projetos que tramitam lá, em um projeto que atenda todos os interesses. Eu acho que isto, hoje, é bem possível.

Semana passada nós assinamos um convênio com o Parlamento do Mercosul. Foi uma coisa histórica para nós. É justamente na questão de prestar uma assessoria parlamentar a este novo parlamento. O Parlamento do Mercosul tem 1 ano e pouco. Eles estão ainda muito mais distantes.

Desta reunião, eu queria, se possível, receber uma cópia do que foi dito aqui, para poder apresentar lá.

Se a gente acha que no Brasil ainda nos falta muita coisa, com certeza no Uruguai, Paraguai, que também tem o mesmo potencial que nós, falta-lhes muito mais. E se o Brasil vier a ser a porta de entrada das energias renováveis, que eu acredito que vai vir a ser, ele precisa deste mercado vizinho.

A energia renovável vai além de uma política pública para o Brasil. Ela é uma política de integração regional. E é assim que ela tem que ser olhada. Porque não tem sentido pensar no mercado do Brasil sem ter um mercado vizinho, também ávido por energia renovável, como existe lá. E as demandas hoje, em qualquer um destes países, é muito maior do que a nossa. Se a nossa matriz energética está mais ou menos resolvida, não é o caso da Argentina, não é o caso do Uruguai, que estão com a crise batendo na porta. E pedindo "pelo amor de Deus, me dêem energia".

E hoje, se falar em 10 MW, 20 MW no Uruguai, na Argentina, o impacto é completamente diferente do que nós falamos na Eletrobrás, no BNDES, no Ministério, de 10, 12 MW; ninguém escuta. Lá eles nem nos ouvem.

Outro problema que se tem com a energia renovável é a questão de escala. Toda a tecnocracia do setor elétrico brasileiro foi projetada e se criou com grandes obras e com grandes números. Nós temos este outro problema a resolver. Toda a nossa burocracia estatal se criou em cima de grandes obras. E a gente tem que ter esta compreensão, porque senão vai haver um choque, e quem decide também não nos ajuda. Então tem que haver esta compreensão até que uma nova geração se forme e passe a ocupar cargos decisivos nos Ministérios, nos bancos de fomento, e assim por diante.

É mais ou menos essa a idéia que queria trazer aqui para vocês. Contar e convidar, nós temos aqui o material do Instituto Ideal. Mesmo sendo um Instituto bastante recente, já tem dado sinais de boa identificação dos pontos que precisa atacar. E tem priorizado este objetivo.

Obrigado.

*Mauro Passos / INSTITUTO IDEAL*

### **Paulo Malamud / MDIC**

Temos trabalhado, há alguns meses, junto com os colegas do MCT e MME, no desenvolvimento da energia solar fotovoltaica, tentando abordar os principais pontos. Fizemos algumas reuniões e tivemos uma macrovisão, que vou tentar transmitir aqui. Esta apresentação é singela, breve, mas serve como subsídio; é um documento resumido para efeito de aprofundamento posterior.

Este estudo do CGEE veio na hora certa. Temos opinião firme que o Brasil tem grandes oportunidades, e temos muito trabalho a fazer. E realmente temos que realizar um trabalho coordenado, envolvendo todos os atores, seja governo, empresas, academias, centros de pesquisa, enfim, todo mundo.

No panorama atual, podemos citar resumidamente as seguintes oportunidades: sobre o potencial de geração e mercado, está todo mundo a par, não estamos falando nenhuma novidade. Estão todos bem conscientes do potencial do Brasil em termos de insolação e em termos de mercado interno a ser desenvolvido, que abrange comunidades isoladas e energia distribuída conectada à rede. Temos um crescimento expressivo dos mercados mundiais; a capacidade produtiva mundial de equipamentos não atende a demanda; o Brasil possui as maiores reservas de silício do mundo.

Temos que desenvolver as rotas tecnológicas para chegar à utilização prática da energia solar, e o aumento da participação da energia solar fotovoltaica na matriz energética, que ainda é pequena, vai certamente fortalecer a posição do país como grande produtor de energias limpas e renováveis.

O país possui uma base industrial diversificada que, com certeza, viabiliza o desenvolvimento de uma indústria especializada para o setor; temos possibilidades, na verdade seria uma tendência, de ganhos de escala com a produção local de equipamentos, e crescimento dos mercados interno e externo.

Temos recebido no Ministério diversos grupos industriais nacionais e internacionais; os colegas do MME e MCT também. Temos notado grande interesse de grupos privados virem para o país e explorar tanto o lado da geração de energia como a produção de equipamentos. É claro que isto depende de termos um ambiente de políticas definidas para não perder estes investimentos. Estes investimentos são

pequenos ainda, temos promessas de maiores investimentos, mas podem se perder ou não, dependem da nossa atitude como mercado, de criarmos um ambiente favorável aos investimentos.

Os grandes desafios que temos são: a ampliação de investimentos em geração solar fotovoltaica; o desenvolvimento de uma indústria nacional de equipamentos capaz de suprir as necessidades do país e exportar; e o desenvolvimento de uma tecnologia nacional para a produção de silício de grau solar e sistemas de energia avançados. São as cestas tecnológicas a serem desenvolvidas.

Temos grandes obstáculos e entraves: o atual custo ainda elevado da energia solar; os entraves legais para a comercialização da produção independente. Basicamente consiste no produtor independente poder vender o seu excedente de energia, ou a sua totalidade de energia, injetando na rede. O chamado custo Brasil, que pode dificultar a atração de investimentos industriais. Custo Brasil, leia-se dificuldades fiscais, tributárias, todos estes problemas que temos aqui no país, de infra-estrutura, burocracia, etc. E as dificuldades tecnológicas a superar que já foram mencionadas.

Como vencer os desafios? Políticas públicas e marco regulatório focados na ampliação do acesso ao serviço de energia. As políticas públicas, como "Luz para Todos" ou PROINFA, que não contempla a energia solar, mas poderia contemplar, podem fazer muito no sentido de atrair os investimentos. Temos que criar um mercado interno para atração de investimentos; um marco regulatório tentando minimizar as dificuldades existentes; estímulos aos investimentos em geração de energia solar fotovoltaica; campanhas e divulgação dos benefícios da energia solar fotovoltaica como uma energia limpa e renovável, com grandes benefícios ambientais; facilitação e incentivos ao produtor independente para conexão à rede e venda de energia às concessionárias; políticas e atração de investimentos industriais e medidas de desoneração dos investimentos. A concessão de empréstimos pelo BNDES e Bancos Regionais de Desenvolvimento são ferramentas que nós temos, são instrumentos de empréstimos que podem fomentar bastante o setor. E existe também a possibilidade de implantar indústria na Zona Franca de Manaus, com benefícios tributários conhecidos. Tem que realizar um estudo para verificar a viabilidade, mas é uma possibilidade. A busca da redução dos custos de produção dentro da cadeia produtiva, de modo a aumentar a competitividade em energia solar fotovoltaica; políticas de desenvolvimento tecnológico e investimentos em P&D, silício grau solar e sistemas; e integração academias e empresa.

Nota-se certa dispersão de esforços. Nós temos muitas coisas sendo feitas pelo país, mas há a necessidade de integração maior entre os próprios centros de pesquisa e as empresas.

Resumidamente, estes são os grandes pontos a serem aprofundados que, na nossa visão, são os pontos chaves do estudo do CGEE.

Obrigado,

**Paulo Malamud** / MDIC

### **Roberto Ferreira Santos / INPI**

O INPI tem condições de fazer um levantamento de todo o desenvolvimento da tecnologia de células fotovoltaicas, desde quando começou a ser oferecida no mercado até o ponto em que se encontra o desenvolvimento científico e tecnológico hoje em dia. Então é possível separar exatamente o que é tecnologia protegida por patentes de tecnologia já em domínio público.

Quando se fala em pesquisa e desenvolvimento, temos que ter sempre em vista qual o ponto que podemos nos apoiar para começar a desenvolver alguma coisa para, eventualmente, não ter que pagar *royalties* sobre uma tecnologia que ainda tem dono. Porque uma patente tem uma validade e, durante este tempo a tecnologia tem um dono. E aonde poderia ser calcada a pesquisa atual procurando diversificar, se for de interesse, evidentemente, o desenvolvimento de uma tecnologia para que ela fosse de propriedade nossa.

Não estou querendo dizer com isto que, necessariamente, teríamos que abandonar o nível de tecnologia onde ela está - muito pelo contrário! Muitas vezes o interesse é desenvolver, realmente, o que já está, se este for considerado o caminho certo, de interesse para o que se pretende dentro de nosso País. Isto é um ponto que o INPI tem condições de colaborar porque é um trabalho que nós executamos. O trabalho normal do órgão, no que se refere à tecnologia, não se limita a analisar e conceder patentes ou não; se estende também por analisar tecnologias, determinar fluxos, tendências de desenvolvimento tecnológico e coisas afins.

Sobre os desafios, que já foram abordados aqui, uma das coisas que considero muito importante é a questão do P&D. Não é uma característica nossa, a questão da pesquisa e desenvolvimento bem-estabelecida dentro das empresas, como acontece, por exemplo, atualmente na Coreia, nos Estados Unidos, na maioria dos países da Europa. Aqui no Brasil sempre esta questão de pesquisa e desenvolvimento ficou mais voltada para as universidades e centros de pesquisa

públicos. E o que acontece nesses centros é que se pesquisa muito sobre ciência, e pouca ciência se transforma em tecnologia.

Podemos considerar como exemplo a questão da geração de energia elétrica que, até por obrigação, estão investindo uma parte de seu faturamento bruto em pesquisa e desenvolvimento. A COELBA, que é um grande exemplo, já começou a procurar parcerias com universidades da Bahia, que são aqueles centros que tem tradição realmente de pesquisa para, juntos, transformarem aquilo que estão desenvolvendo, e que é de interesse da COELBA, em tecnologia possivelmente patenteável e possivelmente até exportável.

O Brasil, hoje em dia, por exemplo, já exporta tecnologia nesta área para China, que eles estão utilizando em 3 gargantas. E nós temos uma experiência e reconhecimento mundial em geração de energia elétrica com recursos hídricos. E nada pode dizer o contrário que, um dia, nós venhamos a ter também com relação a células fotovoltaicas.

Para o desenvolvimento de um trabalho deste tipo, acho muito importante uma parceria entre empresas e universidades. Porque isso leva, de uma maneira em geral, a transformar ciência em tecnologia. Ciência trás conhecimento, mas o que trás rendimento econômico é a tecnologia.

Com relação aos argumentos para incentivar P&D nesta área de energia fotovoltaica, as pessoas do INPI tem 2 argumentos que são muito bom, muito fortes para que se continue com este trabalho. Nós acreditamos, abordando o tema de energias alternativas, que a energia fotovoltaica é a energia que tem: combustível barato, que não custa nada, que está disponível no local e não precisa de transporte, e nas quantidades que forem necessárias, que é a luz solar. O Brasil tem a matéria prima, que é o silício; se não for a maior, é uma das maiores reservas de silício do mundo.

No momento, a energia advinda das células fotovoltaicas, como já foi dito aqui, ainda é muito cara; o rendimento dela é pequeno em função do que se gasta para ser obtida, e a justificativa de momento seria a aplicação delas em lugares onde ficaria mais caro, de repente, se estender linhas de transmissão de outro tipo de energia elétrica.

Mas para o futuro existe a questão da matriz energética. Grande parte da nossa matriz energética é baseada em recursos hídricos, e com esta questão do aquecimento global, hoje em dia é uma loteria dizer como vão estar estes recursos hídricos daqui a 30 anos. O regime de águas pode até melhorar, mas a gente não sabe se vai piorar. O investimento em usinas hidrelétricas, hoje em dia, mesmo

sem considerar a questão econômica, mas somente a questão ecológica, é um investimento muito caro porque se mexe muito no entorno de uma usina hidrelétrica, com alagamento de áreas, principalmente.

Nossa opinião é que estas pesquisas devem ser incentivadas. Deve ser estimulada a participação de empresas privadas com universidades, centros de pesquisas, e a autoridade regulatória deve estar cuidando, gerenciando isto, para que a direção destes investimentos, dessas pesquisas, seja uma direção que interesse para o Brasil como um todo. Que não se limite ao interesse de algumas empresas ou algumas pessoas.

O INPI poderia ajudar bastante este estudo. Basta simplesmente entrar em contato direto com a diretoria de patentes do INPI, que trata de assuntos técnicos e científicos. No INPI nós temos, atualmente, pessoas formadas, especializadas, com doutorado especificamente nesta área de células fotovoltaicas.

Obrigado.

*Roberto Ferreira Santos / INPI*

### **Roberto Zilles / USP**

Proponho falar sobre as aplicações fotovoltaicas no Brasil, e focar o ponto da proposta desta reunião: O que justifica um programa intensivo para o Brasil?

Primeiro, acho que temos vários pontos fortes no Brasil. O ponto fraco é a dissociação do desenvolvimento tecnológico e da pesquisa com a utilização da tecnologia. Com o álcool aconteceu isso, tivemos o desenvolvimento e a utilização do álcool. A gente pagava o subsídio na gasolina e teve este programa.

Então, no fotovoltaico está dissociado um pouco isto e a gente não consegue resultados nestes 20 a 25 anos que já temos desde que a Heliodinâmica se instalou no Brasil.

Temos pontos fortes sim; e temos regulamentação para sistemas isolados. Está prevista na Lei 10.438: É obrigação da concessionária levar sem ônus, não há subsídios. Subsídios são todos os consumidores de energia elétrica que aumentam sua tarifa porque é obrigatoriedade da concessionária levar energia, e esta resolução ANEEL diz como tem que fazer se a empresa quiser utilizar sistemas fotovoltaicos. Então, existe um incentivo, uma regulamentação, que permite a instalação no caso da eletrificação rural.

Já existem procedimentos de qualificação também previstos na resolução. Digamos: o Programa de Etiquetagem do INMETRO tem um regulamento específico.

Esteve em audiência pública por 30 dias. Isto já são 2 anos de funcionamento. Teve recentemente audiência pública aplicada a módulos, controladores de carga, inversores, baterias. Já temos produtos de fabricação nacional, etiquetados no caso de inversores. Já tem módulos que passaram. A base dos módulos é a norma IEC com flexibilização na temperatura, de  $-20^{\circ}\text{C}$  que passou para  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Aqui falaram de vários sistemas: O "Luz Para Todos" é um programa que põe dinheiro à disposição, um pouco mais barato, para a empresa acelerar o que ela tem por obrigação fazer. Eletrificação rural, nós já temos, está equacionado, para atender o mercado. A COELBA tem aproximadamente 18 mil sistemas, é um dado deles, parte do "Luz Para Todos". A CEMIG também tem. Só para dar exemplos, estão fazendo coisas, a Eletro São Paulo - está fazendo, utilizando o fotovoltaico.

Mas qual é a situação? Com tudo isto feito temos só 20 MW, não passa de 20 MW em todos estes anos, desde a década de 1970 até agora. Seriam sistemas isolados, sistema da resolução da ANEEL e sistemas de bombeamento. Com este 20 MW e com a perspectiva de botar mais, talvez, 80 mil sistemas individuais ou até em mini redes - que está saindo uma regulamentação para usar nos sistemas descentralizados na Amazônia - não vai dar volume para o mercado fotovoltaico, nem para justificar o desenvolvimento ou recursos das empresas para novos centros de desenvolvimento tecnológico.

Antes de abordar o próximo tópico, vou entrar em como está o mercado internacional, porque é uma justificativa, no meu entendimento, que as duas coisas têm que andar juntas, sem onerar a sociedade excessivamente, buscando a modicidade tarifária, ao falar em produção de energia elétrica e associar ao desenvolvimento de tecnologia.

Os sistemas conectados a redes mostraram a sua evolução. Praticamente 90% da produção dos módulos foram dirigidas à conexão à rede. Dados de 2008: tem 3800 MW instalados na Alemanha, e a parte laranja [do gráfico mostrado no powerpoint] foi só o que foi instalado em 2007. Se pegar a Alemanha e a Espanha, a Espanha, somente em 2007, instalou 340 MW. Ou seja, a Espanha tem duas fábricas, a BP Solar e a Isofóton. Elas não atendem este mercado! Elas já não atendem este mercado!

Existe um estudo do Instituto Ideal e da UFSC, que tem trabalhado a paridade tarifária. Este aqui não é o dado para o Brasil, mas o LabSolar de Santa Catarina tem o estudo bem detalhado para o Brasil. Em 2017 a gente chega na paridade tarifária para algumas cidades. Tem cidades em que a tarifa elétrica é mais elevada, que esta paridade chegará antes considerando o aumento da tarifa; só com a inflação, 5%, pode até ser mais dependendo do mix energético.

Estes são dados de locais onde se tem pouco sol: norte da Alemanha, sul da Espanha. Nós temos um pouco mais do que esta quantidade de energia disponível por ano. Aqui seria onde teríamos já o preço de venda na demanda pico. E a gente conclui que tem locais onde vai chegar à paridade, talvez, em 2015, desta energia.

No Brasil, como a gente tem mais sol, a barreira ainda é o custo *turn-key*. A MPX falou que vai fazer a 6 mil dólares. Para uma planta grande, pode ser. Hoje, se eu considero Cofins, imposto de importação, etc, eu consigo fazer um instalação *turn-key* pequena, da ordem de 10 kW, de 40 kW, a 8 mil dólares. E o fator de capacidade de 15 a 16% chega nos números que a Cláudia apresentou, entre 600 e 700 reais o MWh.

Então vamos entender porque justifica um programa de incentivo para a instalação de sistemas fotovoltaicos. Vamos pegar o caso espanhol, que eu conheço mais. Podemos acompanhar até o ano 2003. No ano 1994, foi instalada a primeira central de 1 MW. Na ocasião eu trabalhava nesta central.

Passou todo esse período, com vários marcos regulatórios, mas nem um marco estável, e não cresceu. O crescimento foi muito pequeno das instalações. Em 2004, quanto teve um marco legal e estável, onde definia as regras e o incentivo que os consumidores de energia elétrica iam bancar, a gente pôde observar o crescimento que teve.

Este marco estável tinha um número, que era 370 MW. Ultrapassou agora. Em Setembro vão rever isso, pois inicialmente era para sistemas pequenos. Começaram a fazer centrais grandes de 40 MW, 10 MW, 20 MW. Mas realmente mostra que foi um marco estável. Se considerarmos a parte acadêmica, o número de patentes na área fotovoltaica, o número de artigos publicados e o número de empresas, também tem este tipo de crescimento. As duas coisas andaram juntas.

Outra coisa! Vamos ver a parte que interessa mais, a parte industrial, que tem que associar isto a uma política industrial. Por muito que se fala da parte térmica, solar térmica, termelétrica, na Espanha representa 1%. A gente sabe que tem muita eólica na Espanha, mas o peso das empresas solar/fotovoltaica representa 31% nas atividades de empresas de energia renováveis.

Pudemos ver, no final de 2007, 17 mil empregos diretos; indiretos, o total é de 27 mil empregos. A Alemanha tem 40 mil empregos produzidos. Então cabe à sociedade decidir. Tem benefícios que posso contabilizar ao desenvolver esta tecnologia e sua utilização.

Como estamos no Brasil? Vimos que haverá um crescimento para aumentar a parte rural, diminuir a parte de conexão à rede, mas ainda vai ter a parte conectada à



rede elétrica. No Brasil, os 20 MW de sistemas isolados não são suficientes, nem com a perspectiva de universalização, para criar um mercado.

Conectados à rede? Nós temos sistemas já com 12 anos de operação, totalizando 26 sistemas. A cada dia se tem notícia de mais um, que um usuário comprou um sistema e quis colocar. Pagou uns 10, 15 mil dólares e instalou e estes sistemas estão operando.

Esta *[observa no slide powerpoint]* é a primeira instalação integrada à edificação na UFSC.

Este é o instituto onde eu trabalho *[observa no slide powerpoint]*. 50% da energia deste prédio é fornecida por sistemas fotovoltaicos, com o conhecimento da EletroPaulo. Nós trabalhamos com ela; tem 8 anos de operação.

Este é um estacionamento *[observa no slide powerpoint]*, também no instituto onde eu trabalho; tem parte de integração. Esta é a situação.

Se quisermos ter um programa onde vamos desenvolver silício, indústrias para produzir células, temos que estabelecer um programa de difusão da geração distribuída com sistemas conectados, no contexto residencial, comercial, industrial e de prédios públicos. Um programa associado à uma estratégia de desenvolvimento industrial e utilizando as tarifas-prêmio.

Então, eu acho que este Centro teria que atuar junto com outras iniciativas que já vem ocorrendo, há alguns anos, trabalhando em um mecanismo de incentivo; junto com o Ministério, onde se estabelece isto. Isto é no Conselho Nacional de Política Energética. Andar as duas coisas juntas. E utilizar o grupo de Santa Catarina, que está trabalhando bastante nisto. Já tem o estudo da paridade tarifária. E acho que tem que juntar as duas coisas, e não só ir na parte de tecnologia. Em minha opinião, não funciona bem. Digamos, funciona em algumas coisas, então a gente publica artigos, faz patentes, mas não traz o benefício para a sociedade.

O exemplo que uso é o álcool. Os brasileiros pagaram a gasolina mais cara, subsidiamos, mas tivemos benefícios para a sociedade. Então temos de fazer andar as duas coisas. O ponto fraco do Brasil é que não olhou as duas coisas juntas ainda.

Obrigado.

*Roberto Zilles / USP*

**Thomas Lehmann / ManFerrostaal**

Nossa empresa é parte do conglomerado ManFerrostaal, maior produtor de caminhões e turbinas a vapor e a gás.

A ManFerrostaal completou 250 anos de existência. Ela lida com o gerenciamento de projetos no setor de petróleo, óleo e gás. E, agora, há dois anos, no setor de energia renovável.

Nesse sentido a empresa atuou com a Solar Milênio que é a maior detentora de tecnologia em plantas de concentração solar - tanto em concentração com espelhos parabólicos quanto com espelhos ('flemel'?).

O convite para participar dessa reunião é especial para nós, pois o assunto de fotovoltaica não é o nosso negócio. Contudo, eu achei interessante participar porque afinal de contas nós estamos lidando com a mesma energia, a energia solar. E é um país que está fortemente em destaque em termos internacionais por causa da sua excelente localização em termos de radiação solar.

Então, a minha contribuição será breve, até porque acabo de retornar de viagem à Espanha onde temos duas plantas solares cada uma de 50MW. Um dessas já está aprovada e em operação comercial e a outra em fase final de construção.

Eu não vou entrar no assunto do silício, mas somente no assunto solar e para vocês terem uma idéia de como que uma empresa dessa está organizada e como vai se organizar aqui no Brasil com relação a energia solar.

Em se tratando de P&D, eu ouvi aqui várias críticas de quão pouco se tem investido no Brasil. Para termos uma idéia de investimentos, só a Milênio investiu da ordem de 150 milhões de Euros nos últimos anos para esses dois processos na Espanha. Hoje nós temos essas duas plantas como recipientes de investimentos adicionais da ordem de 0,5 bilhões de EUROS. De forma que me alinho às críticas feitas: o Brasil precisa fomentar mais, caso queira ser um global player nesse setor.

Para dar minha contribuição, no pouco tempo de preparação que tive, fiz um powerpoint-resumo de umas palestras anteriores.

Estamos diante de um mercado (por nossas análises) extremamente promissor. [A partir de análise de seu powerpoint, o palestrante estima que] em 2050, a energia solar estará contribuindo fortemente, ganhando cada vez mais espaço em complemento à energia tradicional, que, no caso do Brasil é hidrelétrica, mas em nível mundial, ainda é fóssil.

As análises mostram também que óleo e outras fontes (gás natural, por exemplo) vão tender a diminuir pouco. Não vão perder destaque. Contudo, o destaque é

definitivamente para a energia solar, tanto a fotovoltaica como a que a empresa faz - de concentração de energia e de geração de vapor.

Estudos disseram erradamente (nossos estudos e os estudos mundiais) que, até 2010, teríamos 2GW oriundos dessa energia. Está errado. Já ultrapassamos essa produção há muito tempo.

Mas é provável que os estudos estejam certos ao prognosticarem que até 2030 teremos mais ou menos 150 GW instalados. E em 2040, teremos 270 GW instalados. A ordem é, mais ou menos, um crescimento de 40% por ano dessa energia. Então, eu acredito que o Brasil esteja no caminho certo e está sendo observado bastante por nós.

Nossa sugestão é que observem (a exemplo de observações sobre o Brasil) os países que estão na região de interesse - a região de incidência solar.

Contudo, faço uma crítica ao excesso de burocracia no Brasil. Notamos que além da burocracia demasiada falta ao país um programa mais amplo de incentivo.

O PROINFA veio bem intencionado em 2002, contudo, ele ainda não estabelece claramente a conduta com relação à energia solar. A inserção na rede ainda não está clara. Preços ainda não estão claros. Embora, eu ache até um pouco cedo a discussão dos custos.

Faço crítica também àqueles que dizem que a energia solar é muito cara. E que ela não sobrevive se não for subsidiada. Acredito que seja justamente pelos incentivos que os outros países emergentes tenham crescido tanto. É justamente devido o financiamento de novas pesquisas que estão permitindo as fontes alternativas de energia.

Como já foi bem colocado nessa reunião, os subsídios no Japão diminuíram em 2004 e em 2005. Em 2006, foram finalizados. A mesma coisa vai acontecer (acredito) com a eletricidade fotovoltaica pela forma como está crescendo.

[*Sobre o slide da radiação solar, disse:*] Aqui vocês vêem um mapa que é cinturão da radiação solar onde, infelizmente, o Brasil não aparece em destaque, embora seja destaque. Mas de uma visão mundial, o destaque está mesmo para o lado da Arábia Saudita, bem no centro do que vocês estão vendo no centro do Norte da África. Agora, esse mapa não está muito claro. O Brasil tem um enfoque maior. Ele tem uma radiação suficiente para tornar qualquer projeto daqui viável. A questão é: Em quanto tempo?

Como foi dito aqui, a fonte de energia fotovoltaica irradia o tempo todo. Ela é de graça. Só tende a aumentar. Não tem impacto sobre o meio ambiente.

Segundo pesquisas realizadas na Alemanha, ela vai certamente substituir, com o tempo, a energia gerada pelos fósseis. Estima-se, por exemplo, que na parte mediterrânea dos países europeus, e eventualmente até o norte da África, que a energia solar substitua, até 2050, toda a geração de energia fóssil dessas áreas. Digo, a energia que é gerada através de gases e óleos.

Nossa empresa, que está aqui há cinquenta anos, ela vai tratar desse assunto também aqui no Brasil. Esperamos que haja incentivos e esperamos, por parte das políticas-públicas, que haja menos burocracias para que o Brasil possa realmente ser um global player. As condições estão todas aí.

O Brasil é extremamente competitivo quanto ao gerenciamento de projetos para explorar inovações. Ele tem o meio e o combustível, que é a radiação solar. Quer dizer, tem tudo.

Em termos de pesquisa, ele está à frente. As companhias privadas, como a Petrobrás, estão bem à frente.

De forma geral, O Brasil tem tudo para explorar isso bem. Basta, agora, os investidores articularem um pouco mais com os Ministérios e fazerem com que se acelere o processo de maiores investimentos.

Para vocês terem uma idéia de entraves: o Brasil é foco da nossa empresa, e será foco, mas não um foco de forma ativa. Os países da África demandam tantos recursos nossos que não damos conta. Por quê? A burocracia lá é simples. Lá não tem muita conversa. Existe um cálculo que diz que tem retorno em cinco anos, ou em 15 ou em 20 anos, portanto, lá se paga e lá se investe.

Aqui falta um pouco dessa visão e atitude. Faltam investidores. Creio que agora, com esse primeiro investimento que está sendo feito pela MMX, no Ceará, teremos um ponto de partida nesse sentido.

[*Pergunta de participante da reunião*] Nessa projeção de demanda de energia solar você está considerando uma participação maior de geração na forma de concentradores?

[*Resposta*] São os dois. Ali se englobam os dois. Fontes de energia solar de maneira geral.

[*Reapresenta a pergunta*] Mas é indiscreto perguntar se o percentual de concentrador naquela projeção ele é significativamente maior do que em painéis fotovoltaicos?

[*Resposta*] Há espaço para os dois. O crescimento é tanto que há espaço para os dois. Vocês conhecem as prospecções das fotovoltaicas cujos graus de eficiência

precisam ser melhorados. Eu acho que falta pouco. E no nosso lado, o grau de eficiência precisa ser melhorado. São ainda grandes os investimentos. Então, se fala hoje em 50% para cada. Mas ainda é uma prospecção.

*[Considerações de outro participante após esta fala]*

Foram citados vários centros de pesquisa no Brasil e reparamos que todos são universidades públicas. A UNICAMP mencionou parcerias, que do ponto de vista dela, é uma coisa muito importante quando se fala em pesquisa. Então eu queria citar alguns exemplos que não são dessa área específica, mas que servem como exemplos balizadores para se levar em consideração em trabalhos desse tipo.

Por exemplo, nós temos na cidade de Santa Rita do Sapucaí uma universidade que começou a desenvolver parcerias e criou um núcleo de pequenas empresas. Criou cursos de mestrado em áreas específicas daquelas empresas, que era microeletrônica e fibras ópticas.

Essa universidade chegou a desenvolver um circuito de controle em uso pelo programa aeroespacial chinês. Ou seja, a China para royalties a uma pequena empresa da cidade. Santa Rita do Sapucaí está sendo conhecida hoje como o 'vale do silício' brasileiro. Existem quase 100 empresas dentro dessa área, muitas delas exportando tecnologia para fora do país.

Outro exemplo também é a Itaipu Binacional que não é uma universidade, mas é uma empresa pública. A Itaipu fez uma parceria com a Fiat para desenvolver o carro elétrico. O grande problema do carro elétrico não é o carro em si, mas é a bateria. E eles já conseguiram um carro com autonomia de 160 Km.

Evidentemente não é um carro para sair na rua porque ninguém vai querer andar 150 Km e ter que parar e plugar o carro na tomada. Mas são coisas que estão indo para frente graças a uma parceria público-privada.

E ainda, a UNICAMP juntamente com a PETROBRAS formam os dois maiores depositantes de patentes no Brasil. Sendo que a UNICAMP é pública e a PETROBRAS é uma empresa, não é totalmente pública, mas é uma empresa.

E a PETROBRAS depois que ela criou e investiu no CENPES, que é um centro de pesquisa, tornou-se na maior empresa do mundo em pesquisas, em prospecção de petróleo à grande profundidade. E, atualmente, ela vende tecnologias para todas as empresas petrolíferas do mundo que tem pretensão de buscar petróleo na profundidade que a PETROBRAS busca.

E último exemplo relevante nessa área foi à descoberta dos campos na região de Santos, o pré-sal. A PETROBRAS vai tirar petróleo do pré-sal. Porque ela continua

pesquisando, correndo atrás do que ela sabe que é importante, do que ela sabe que o mercado está precisando.

E a principal vantagem da parceria público-privada, eu acho que é essa. Porque a universidade pesquisa, mas a universidade não tem experiência de comércio. A universidade não sabe o que o mercado está precisando, enquanto as empresas sabem exatamente isso.

Quando se juntam as duas (como o exemplo que eu citei em Santa Rita do Sapucaí, mas também o exemplo do CESAR, que é um centro de pesquisa de software em Recife, que está fazendo parceria com a universidade em Recife, e estão conseguindo produzir coisas que não são simplesmente ciência, mas também tecnologia), chega-se a bons negócios.

Ou seja, tecnologia se vende; se troca por real, por dólar, por euro. Enquanto ciência se publica, se transmite conhecimento. Não estou desprezando a ciência. Mas o que importa para o desenvolvimento do país além da ciência é a tecnologia e eu acho que esse trabalho é para correr atrás de tecnologia, desenvolver tecnologia.

Obrigado,

*Thomas Lehmann / ManFerrostaal*

### **Wagner Anacleto Pinheiro / IME**

Em nosso laboratório no Instituto Militar de Engenharia temos trabalhado com filmes finos para células solares há mais de 20 anos, talvez 20 anos. Nesse longo prazo, pudemos evoluir em áreas diferentes de pesquisa. Atualmente trabalhamos com telureto de cádmio (CdTe).

Em termos de eficiência de célula, nossa eficiência gira na faixa de 5% a 8%. De forma que é algo bastante incipiente comparado com o recorde mundial de 16,5%, mas continuamos no processo de aumento de eficiência.

Em retrospectiva, vemos que nos últimos anos a produção de células tem crescido a taxas médias de 50% ao ano. Já os filmes finos chegam a 100% de crescimento anualmente.

Daí, interessante chamarmos atenção para alguns números mundiais. A produção em 2007 foi perto de 5 gigawatts pico. As previsões (já bem estabelecidas), para 2010, é de 10 gigawatts no mundo.

E a pergunta que se faz é qual a participação que o Brasil quer ter nesses números? Seremos meros importadores de soluções tecnológicas?

A previsão é que a tecnologia fotovoltaica terá custo em paridade com outras fontes tradicionais muito em breve. De forma, que é fato que nos próximos anos estaremos utilizando energia fotovoltaica.

Por isso importa tratarmos estrategicamente essa questão: estaremos prontos para ter participação competitiva no mercado? Independentemente da tecnologia adotada, se silício ou filmes finos?

Os fundamentos da energia solar no mundo, hoje, estão sólidos; os módulos são confiáveis; a vida-útil dos módulos é acima de 20 anos.

Não restam dúvidas da viabilidade tecnológica do empreendimento. A energia fotovoltaica veio para ficar e ocupará parcela importante na matriz energética mundial.

Vários países na Europa implantam leis para programas fotovoltaicos subsidiados. Em poucos anos, essas políticas cessarão, por conta da paridade.

A capacidade produtiva de várias fábricas está em franca expansão, acompanhando o consumo. Em 2010, quando a demanda estiver em 10 gigawatts pico, a produção estará em 20 gigawatts pico. De forma que é bom considerarmos o longo prazo desse mercado.

[troca para o CD 2]

A China deverá ser um dos maiores produtores de energia fotovoltaica. Também a entrada de novas empresas no ramo provoca mudanças no ranking de produção com novas empresas líderes.

Como no laboratório do IME nós trabalhamos com telureto de cádmio, nossa inclinação é de valorizar os filmes finos. Em 2007, ela foi uma tecnologia *top-10*. Com certeza, teremos muitos avanços nos próximos anos por conta da inserção de novidades tecnológicas. E o Brasil necessita participar desse novo mercado, que terá novos atores, e todos visando à exportação.

A empresa First Solar acaba de inaugurar uma fábrica na Malásia, um país produtor. Há fábrica nos EUA e Alemanha, que são dois mercados consumidores.

A China exporta 95% de sua capacidade. Várias empresas abriram o capital. As ações estão sofrendo muita valorização. Há uma diversificação no portfolio das grandes empresas do setor fotovoltaico.

A Sharp, com filmes finos, inaugurará uma fábrica de 1 gigawatts até 2010, empregando silício amorfo e filmes finos. Essa é uma tendência mundial devido às flutuações de tecnologias.

O crescimento abriu, para novas tecnologias (DSC - célula solar orgânica, filmes finos), chances de disputarem mercado, principalmente em filmes finos. A participação de filmes finos nos Estados Unidos girou em torno de 65% no último ano.

Pode-se pensar em células solares em termos de três gerações. Mas em se pensando em 3ª geração, qual papel o Brasil pode desempenhar?

Pelo lado da eficiência versus custo dos módulos fotovoltaicos, o futuro indica haver oportunidades nas células de terceira geração - 50 cents por watt.

Pelos números da First Solar, a curva de experiência por custos está abaixo de 1,14 dólares até 2006.

Então com o aumento da produção previsto para 1 gigawatt até 2009 esse custo provavelmente deve cair para menos de 1 dólar por watt. As tendências até 2010, como já dito, são de 7 gigawatts (GW) a 26 GW de capacidade de produção, desde previsões pessimistas a otimistas.

Logo, o mercado deve se dividir pelas tecnologias: silício perdendo bastante espaço; e os filmes finos devem ocupar uma fatia considerável, algo da ordem de 25% para 2010.

As tendências indicam que os preços devem cair e deve haver aumento da demanda dado a redução custo/eficiência dos filmes finos.

Deve haver maior atendimento dos protocolos ambientais. O Brasil deve aumentar sua parcela em energias renováveis.

A inserção do Brasil, em termos de mercado e produção de módulos fotovoltaicos, deve ajudar ainda mais a imagem do país em renováveis. Leis e subsídios governamentais estão sendo utilizados no mundo, mas devem cair.

Quanto às oportunidades para o Brasil, existe a previsão de um grande mercado internacional; grupos empresariais emergindo no setor; foi iniciado um marketing da instalação de grupos industriais no Brasil; há pessoal qualificado oriundo da academia e de centros de pesquisa.

De forma que o Brasil pode ser pioneiro na América Latina explorando a energia solar com foco no meio ambiente.



Os desafios para o Brasil são: criar mercado interno; ser competitivo com as empresas estrangeiras; a tecnologia PV necessita de subsídios; ter políticas voltadas para incentivar a tecnologia para atrair investimentos, a exemplo dos países da Europa; implantar regulamentação para o setor conectar-se à rede pode trazer o volume de mercado necessário para impulsionar a tecnologia; e, por último, fazer investimento na formação e na fixação de recursos humanos nos centros de pesquisa e universidades.

Obrigado.

*Wagner Anacleto Pinheiro / IME*

CGEE, Outubro de 2008

## Apêndice E Fala de Encerramento da Reunião

*Estamos chegando ao fim [desta reunião]. Eu não sei com é, para muitos de vocês isto aqui pode ter sido uma atividade rotineira e talvez até redundante. Para mim, achei extremamente rica. Realmente temos aqui vários enfoques diferentes.*

*O CGEE trabalha com prospecção, e temos usado muito a visão que o pessoal chama de foresight. Para quem não é muito da área, o forecast passa pela idéia de uma tendência, que você estrapola para o futuro. O foresight, que é uma forma mais moderna do pessoal considerar prospecção, é uma maneira de um futuro em que você tem aquela visão e constrói o seu futuro. Então é um modelo muito mais aperfeiçoado. É um pouco dentro daquela idéia, do pessoal de TI, do seguinte: o futuro quem constrói somos nós.*

*Eu me lembro de determinada pessoa que, quando esteve aqui no Brasil, participou em uma entrevista do tipo "Roda Viva". Como é que vocês fazem para adivinhar o futuro? A gente não adivinha o futuro. Nós fazemos o futuro.*

*É um pouco nesta linha. Tendo visão de onde a gente quer chegar, então a gente consegue construir. Essa é um pouco a idéia da prospecção como o CGEE faz. Temos esta construção coletiva. Então, os diferentes aspectos podem ser considerados, quer dizer, entrando tanto a parte de legislação, a parte de mercado e tudo. E eu acredito que esta é uma contribuição muito boa. Tenho certeza que daqui, para o nosso estudo prospectivo, vai sair uma grande contribuição.*

*Outro comentário: Em relação à energia, eu acompanho muito mais a área de materiais, por exemplo energia siderúrgica. A gente viu o que aconteceu, de dois meses para cá, com o efeito China. O efeito China foi propagado em praticamente todas as áreas. Mas na área de siderurgia foi incrível. Eles se transformaram no maior produtor mundial. Então a produção mundial de aço foi uma coisa fantástica. Eu, uma vez, conversando com um colega sobre o programa de energia na China, ele estava me dando números que eu desconhecia, que eu fiquei espantado.*

*Para vocês terem uma idéia, a China hoje já é um grande produtor e está aumentando, mas o problema dela de energia é crítico. Por exemplo, para vocês terem uma idéia (não sei quantos sabem), em*

*2000, o consumo percapta da China correspondia ao consumo dos Estados Unidos em 1910. Então dá para se perceber que, mesmo que eles não queiram chegar próximo ao consumo americano, no momento em que eles desenvolvem e começa a utilizar energia, a gente está falando de 1 bilhão e 400 milhões; e tem a Índia também.*

*Então energia é realmente um problema sério, e o Brasil, neste ponto, tem uma situação muito particular. A gente vai a congressos e mostra a matriz energética do Brasil, o pessoal fica realmente espantado.*

*A gente tem a situação em que é até difícil para o Brasil investir, porque o valor da energia solar tem que competir com outras formas, que são até muito favoráveis também. Mas eu acho que a solar tem um charme ecológico que é praticamente imbatível, e é um incentivo. Até um colega meu falou assim, em relação à eólica: mas não mata aves? Parece bobagem, mas tem uma porção de coisas assim. E quando você vai ver, a solar está em uma posição realmente fantástica.*

*Como cidadão, sou um fã incondicional da energia solar. Estou certo aqui que todos, de alguma forma, também compartilham esta idéia.*

*Então eu queria encerrar aqui a reunião, agradecendo primeiro a todos a presença. A gente sabe como aqui, para todos vocês, um dia de trabalho é penoso. Então o CGEE gostaria de agradecer, cordialmente, vocês terem atendido nosso convite.*

*Queremos dizer que este Comitê vai ser importante por causa do comprometimento que esperamos. Nós gostaríamos de contar com vocês na fase de condução do Estudo – é um estudo que vai ser conduzido juntamente com o MCT. Reuniões como esta não serão frequentes, mas devemos ter talvez mais duas, no meio do caminho, e no final para validar os resultados da prospecção.*

*Neste meio tempo estaremos à disposição para receber sugestões, inclusive de nomes que vocês considerem para participar, e aspectos que devam ser considerados. Então espero que tenhamos criado aqui um primeiro vínculo que seja decisivo para a implantação da energia solar no País.*

*Obrigado.*

**Fernando Rizzo (Diretor CGEE)**

Supervisor do Estudo

## Apêndice F Recortes das falas dos especialistas

### Recortes dos pontos fortes da CADEIA PRODUTIVA, conforme os especialistas

Os parágrafos a seguir referem-se aos recortes das falas dos especialistas na reunião de 05/08/2008. Os trechos entre aspas são pontos fortes do potencial de uma cadeia produtiva brasileira, conforme identificados pela Coordenação do Estudo. As iniciais do autor do parágrafo e sua instituição de origem são fornecidas. Esses recortes foram sintetizados pela Coordenação e pontuados acima para facilitar o conhecimento das contribuições individuais. A íntegra das falas encontra-se no Apêndice D.

- “Existem inúmeras oportunidades. Nós temos aqui [na reunião] vários grupos que investem. Nós estamos investindo nas células de junção de filme fino. Nós estamos no silício. Vamos continuar no silício porque é uma tendência do Estado de Minas Gerais. Nós exportamos silício de grau metalúrgico, queremos valor agregado, estamos estimulando a indústria semicondutora no Estado. Para nós é importante que haja este conhecimento no Estado. Por isso que nós estamos na rota de silício. No entanto, têm outras”. (ASACD/CEMIG)
- “A Conergy Energia Solar só trabalha com energia solar fotovoltaica. Ela comercializa e instala sistemas fotovoltaicos em todo o Brasil”. (AV/CONERGY)
- “Em purificação de silício, [a PETROBRÁS está] estudando a rota química. Pretendemos instalar uma unidade de produção de lâminas de silício monocristalino a partir de silício de grau metalúrgico através da rota Siemens. Estamos estudando com qual instituição faremos isso”. (AJGS/PETROBRÁS)
- “Na rota metalúrgica nós [PETROBRÁS] estamos querendo desenvolver a purificação de silício por esta rota utilizando um forno com feixe de elétrons. Estamos com parceria com a Unicamp nesta área”. (AJGS/PETROBRÁS)
- “A planta solar [que está sendo construída no município de Tauá, no Ceará] começará, em janeiro de 2009, produzindo 1 MW; no primeiro trimestre de 2010, 5 MW. A meta é alcançar 50 MW até 2011. Espera-se que, com a fábrica e com a usina de Tauá (um demonstrativo de viabilidade) a gente consiga impulsionar no País alguma forma de subsídio; alguma forma de ver como se negocia esses 50 MW. Inclusive, para se viabilizar também a fábrica

de módulos solares, com produção prevista entre 60 MW e 100 MW, visa à exportação e consumo nacional, caso haja mercado". (CV/MPX)

- "O Brasil possui as maiores reservas de silício do mundo". (PL/MDIC)
- "O custo de instalação aproximado [da fábrica solar em Tauá] será de US\$ 33,6 milhões e está saindo a US\$ 6,72 Watt/pico". (CV/MPX)
- "A primeira fase [da planta solar em Tauá] foi feita - marketing de conscientização para a energia solar; construção de infraestrutura; efetivação de parcerias de desenvolvimento do projeto; e realizar o estudo de identificação dos mecanismos financeiros necessários para a implantação da energia solar no Brasil. O roadmap de desenvolvimento da fábrica prevê, para 30 MW, um investimento de US\$ 6,75 milhões na fase 2. A terceira fase da fábrica prevê a integração das células. Para trabalhar com os módulos, com as células em linhas, e com os wafles, tudo em 30 MW, está previsto um investimento de US\$ 50,25 milhões. E para atingir 100 MW integrados, US\$ 190 milhões". (CV/MPX)
- "O Inmetro teve uma importante participação no grupo de trabalho GT-FOT, que criou a certificação de equipamentos fotovoltaicos. Temos certificação para módulos, inversores, baterias. E isto tem ajudado muito o mercado de fotovoltaicos". (LSN/CNI)
- "Em termos de desenvolvimento de equipamentos, há um mercado muito interessante para o Brasil. O mercado de inversores, bombas, controladores (e toda a parafernália que acompanha os sistemas fotovoltaicos) revela-se muito promissor. Isso tanto para equipamentos de sistemas autônomos como os conectados à rede. No CEPEL já fizemos desenvolvimento de inversores e é algo exequível a um custo modesto". (MAEG/CEPEL)
- "O Brasil possui as maiores reservas de silício do mundo". (PL/MDIC)
- "O INPI tem condições de fazer um levantamento de todo o desenvolvimento da tecnologia de células fotovoltaicas, desde quando começou a ser oferecida no mercado até o ponto em que se encontra o desenvolvimento científico e tecnológico hoje em dia. Então pode-se separar exatamente o que é tecnologia protegida por patentes de tecnologia já em domínio público. O trabalho normal do órgão, no que se refere à tecnologia, não se limita a analisar e conceder patentes ou não; se estende também por analisar tecnologias, determinar fluxos, tendências de desenvolvimento tecnológico e coisas afins". (RFS/INPI)

- “O Brasil tem a matéria prima, que é o silício; se não for a maior, é uma das maiores reservas de silício do mundo”. (RFS/INPI)

### **Recortes dos pontos fortes da INFRA-ESTRUTURA DE P&D, conforme os especialistas**

- “O Inmetro tem um parque técnico bem constituído. A infra-estrutura do Inmetro contém laboratórios específicos para áreas chaves de P&D. A área de materiais do Inmetro abraça os tópicos de interesse desta reunião. E também: nanotubos de carbono, semicondutores orgânicos, nanopós, biocombustíveis, energia e minerais”. (AJ/INMETRO)
- “Em semicondutores orgânicos, o Inmetro tem infra-estrutura para produção de OLEDs e células fotovoltaicas orgânicas. A infraestrutura do INMETRO tem fins metrológicos, para dar credibilidade a valores de eficiência de produtos nacionais”. (AJ/INMETRO)
- “O MCT investirá em 2008 (por conta de recursos já liberados) em ações de “pouco arrependimento”, significando a injeção de ânimo em ações mais tradicionais e apoio àquelas de maior potencial de sucesso”. (ES/ MCT)
- “O MCT planeja fomentar capacitações para fazer gestões dos planos de ação. São gestões que necessitarão integrar as políticas de energia e de microeletrônica”. (ES/MCT)
- “O Brasil tem grandes centros de pesquisa atuantes no tema, com um interessante potencial para ser explorado nessas universidades”. (FCM/UNICAMP)
- “A capacidade intelectual da academia brasileira é um aspecto positivo do panorama nacional. Coloco alguns exemplos apenas na área de células solares. Nós vemos várias entidades nacionais que trabalham com silício cristalino. Estes são resultados, é o que existe hoje! Em silício amorfo, policristalino, materiais como sulfeto de cádmio, telureto de cádmio, etc, células solares com corantes ou materiais orgânicos, tudo isto existe hoje na academia brasileira, com competência tecnológica para desenvolver. E veja que estão distribuídos em várias partes do País, não é só Sul e Centro-Oeste, mas vai até o Nordeste”. (IZ/PUC-RS)
- “Minas Gerais tem uma ação muito forte na área de integração de sistemas fotovoltaicos, relacionado às edificações e ao design”. (JRB/CETEC)

- “O CEPEL trabalha com energia fotovoltaica desde o início da década de 1990. O Centro tem desenvolvido projetos para diversas aplicações em todo o país, tanto sistemas autônomos quanto conectados à rede elétrica”. (MAEG/CEPEL)
- “O INPI pode ajudar bastante este estudo. Basta simplesmente entrar em contato direto com a diretoria de patentes do INPI, que trata de assuntos técnicos e científicos. No INPI nós temos, atualmente, pessoas formadas, especializadas, com doutorado especificamente nesta área de células fotovoltaicas”. (RFS/INPI)
- “Em nosso laboratório no Instituto Militar de Engenharia temos trabalhado com filmes finos para células solares há mais de 20 anos. Pudemos evoluir em áreas diferentes de pesquisa. Atualmente trabalhamos com telureto de cádmio (CdTe)”. (WAP/IME)

### **Recortes dos pontos fortes de MERCADO, conforme os especialistas**

- “Alguns (componentes de sistemas voltaicos) já são, de fato, fabricados. Temos aqui, para exemplo, um representante de empresa atuante. Isso demonstra a existência da perspectiva de mercado para componentes”. (ES/MCT)
- “As primeiras avaliações obtidas desses recentes contatos indicaram que o Brasil poderia ser um importante player na área de fotovoltaica e, também, em silício grau solar”. (ES/MCT)
- “Também, como aspecto positivo do ponto de vista nacional, na publicação da Fotón International de maio deste ano, aparecem 2 empresas nacionais na área de silício. A DOWNCORN comercializando já silício policristalino purificado, grau solar. Ea RIMA, que prevê comercialização de lâminas, ou silício, para, creio, 2010. O mercado de silício obviamente cresce também a uma taxa bastante elevada, da mesma forma que o mercado fotovoltaico”. (IZ/PUC-RS)
- “No Brasil, os sistemas autônomos (aqueles para eletrificação rural, em locais distantes da rede como as regiões Norte e Nordeste) são econômicos, se comparados aos custos da eletrificação convencional que depende da extensão de linhas”. (MAEG/CEPEL)
- “Existe importante potencial do Brasil em termos de insolação e em termos de mercado interno a ser desenvolvido, que abrange comunidades isoladas e energia distribuída conectada à rede”. (PL/MDIC)

- “O Brasil tem grande potencial de aproveitamento da energia solar; suficiente, na verdade, para tornar qualquer projeto daqui viável”. (TL/ManFerrostaal)
- “Quanto às oportunidades para o Brasil, existe a previsão de um grande mercado internacional; grupos empresariais emergindo no setor; foi iniciado um marketing da instalação de grupos industriais no Brasil; há pessoal qualificado oriundo da academia e de centros de pesquisa”. (WAP/IME)
- “O Brasil pode ser pioneiro na América Latina explorando a energia solar com foco no meio ambiente”. (WAP/IME)

\_\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_\_

### **Recortes dos pontos fracos da CADEIA PRODUTIVA, conforme os especialistas**

Os parágrafos a seguir referem-se aos recortes das falas dos especialistas na reunião de 05/08/2008. Os trechos entre aspas são *pontos fracos* do potencial da cadeia produtiva brasileira, conforme identificados pela Coordenação do Estudo. As iniciais do autor do parágrafo e sua instituição de origem são fornecidas. Esses recortes foram sintetizados pela Coordenação e pontuados acima para facilitar o conhecimento das contribuições individuais. A íntegra das falas encontra-se no Apêndice D.

- “Qual é nosso maior desafio? Eu considero que o maior desafio da energia solar fotovoltaica é, principalmente, não repetir os erros do passado. Nós temos que ter o domínio tecnológico da cadeia produtiva toda. Conforme vários falaram aqui, nós temos sim a competência no País para fechar esta cadeia. O que está nos faltando mesmo são fóruns como este para todos demonstrarem seu conhecimento e trabalharmos unidos”. (ASACD/CEMIG)
- “Nós não temos equipamentos nacionais que atendam ao mercado. Nós temos inversores nacionais, temos alguns controladores, temos baterias, mas a produção não é suficiente para atender ao mercado. Em muitas de nossas licitações nós ainda estamos importando equipamentos, que são equipamentos fundamentais”. (ASACD/CEMIG)
- “Sobre equipamento de balanço do sistema. Para sistemas isolados, nós precisamos desenvolver componentes, tanto inversores, controladores, novas



baterias. Para o pessoal da eletrônica que fabrica os inversores: precisamos de novas opções, de novas faixas de potência. Eletrificação rural, a potência é baixa. Nós temos aplicação de potência elevada. Não temos no mercado nacional. Então, nós temos todas as variedades de problemas". (ASACD/CEMIG)

- "Nossa maior dificuldade [CONERGY] é planejar a médio e longo prazo. Não é possível, no momento, e isso dificulta o fluxo de caixa mensal. O Luz para Todos, ou a eletrificação rural, é interessante. É, em si, um bom programa. Só que é complicado, são áreas remotas, o planejamento é difícil, a instalação é complicada. Todo o sistema de logística, de chegar aos lugares, é, em certos casos, até inviável, porque praticamente você tem que pagar em cima". (AV/CONERGY)
- "Outra constatação preocupante é que a gestão dos setores de fotovoltaica e de microeletrônica estava disjunta no MCT". (ES/MCT)
- "Ainda, a necessidade de definições de estratégias e metas para formação de uma política-pública para a cadeia produtiva". (ES/MCT)
- "Há problemas também com os produtos químicos, que são todos ou quase todos importados e controlados. Antigamente, a gente até podia comprar com certa facilidade. Hoje tem controle do Exército, da Polícia Federal e tem até controle estratégico dos Estados Unidos". (FCM/UNICAMP)
- "O Brasil tem forte dependência externa de equipamentos e serviços. Compramos quase todos os equipamentos; serviços também, como: reparo de equipamento, manutenção, calibração etc". (FCM/UNICAMP)
- "Os problemas burocráticos não são poucos. Isso afeta qualquer setor. Importação é um processo demorado, complicado, e que atrasa todo o ciclo de desenvolvimento". (FCM/UNICAMP)
- "Outro ponto fraco nosso é não termos dominado esse processo [indústria do silício] que já é conhecido há décadas. O Processo Siemens é conhecido há décadas. Até hoje não se tem no Brasil uma indústria de silício". (FCM/UNICAMP)
- "Existem desafios na relação empresa-academia que devem ser considerados. Quando se trata de empresa bem estabelecida, essa relação é por meio de contratos ou licenças. Em havendo um forte enfoque na pesquisa, é possível a geração de spin-offs para novas tecnologias. Só que isso não é trivial de acontecer. Quando se leva em conta o processo de implantação de uma nova empresa, o desafio é muito grande. O processo de escalada entre a P&D e a

venda da tecnologia não é simples, devido às barreiras naturais de percurso". (HS/CTI-RA)

- "Outro ponto, acho, que deve ser pensado, é a articulação e incentivos para a implantação de indústrias no País. É extremamente importante nós termos indústrias no País. A China tem 13 indústrias. Hoje, no Brasil, não temos uma. A Índia tem 3 ou 4 indústrias. Bom, tem que ter incentivo sim. Também tem que ter articulação política. E que sejam implantadas indústrias para fabricar células, wafers e também na parte dos componentes do sistema fotovoltaico". (IZ/PUC-RS)
- "Também é mandatório que se defina o tipo de resultado que se almeja. Acho que ainda carecemos de definir uma visão de futuro, para, daí, derivarmos os resultados concretos a serem perseguidos. Em outros países, já bem adiantados, essa visão de futuro para a cadeia produtiva foi construída há algumas décadas". (JRB/CETEC)
- "Quanto aos poliméricos, orgânicos, para nós ainda é uma incógnita. Sabemos que o Brasil detém as maiores reservas no mundo de silício, mas isso não tem revertido em benefício para a população, pois, como em outros setores ele é exportado como matéria bruta ou, no máximo, como silício metalúrgico". (MAEG/CEPEL)
- "Os sistemas de eletrificação rural a partir de geradores fotovoltaicos sofrem um problema de gestão por não termos pessoas habilitadas para projeto, inspeção ou manutenção. Os equipamentos ficam largados ao tempo de operação. De forma que existe um mercado para a gestão desses sistemas autônomos. A comunidade de fotovoltaica é pequena e carece desse tipo de mão-de-obra". (MAEG/CEPEL)
- "O ponto fraco [brasileiro] é a dissociação do desenvolvimento tecnológico e pesquisa com a utilização da tecnologia. Com o álcool aconteceu, tivemos o desenvolvimento e a utilização do álcool; a gente pagava o subsídio na gasolina e teve este programa. No fotovoltaico está dissociado um pouco isto e a gente não consegue resultados nestes 20 a 25 anos que já temos desde que a Heliodinâmica se instalou no Brasil". (RZ/USP)
- "Com tudo isto feito temos só 20 MW [de sistemas fotovoltaicos instalados no Brasil], não passa de 20 MW em todos estes anos, desde a década de 70 até agora. Seriam sistemas isolados, sistema da resolução da ANEEL e sistemas de bombeamento. Com este 20 MW e com a perspectiva de botar mais, talvez, 80 mil sistemas individuais ou até em mini redes – que está saindo

uma regulamentação para usar nos sistemas descentralizados na Amazônia - não vai dar volume para o mercado fotovoltaico, nem para justificar o desenvolvimento ou recursos das empresas para novos centros de desenvolvimento tecnológico". (RZ/USP)

- "No Brasil, como a gente tem mais sol, a barreira ainda é o custo turn-key. A MPX falou que vai fazer a 6 mil. Para uma planta grande, pode ser. Hoje, considerando Cofins, imposto de importação, etc, eu consigo fazer um instalação turn-key pequena, da ordem de 10 kW, de 40 kW, a 8 mil dólares. E o fator de capacidade de 15 a 16% chega nos números que a Cláudia apresentou, entre 600 e 700 reais o MWh". (RZ/USP)
- "No Brasil os 20 MW de sistemas isolados não são suficientes, nem com a perspectiva de universalização, para criar um mercado". (RZ/USP)
- "No Brasil faltam investidores. Creio que agora, com esse primeiro investimento que está sendo feito pela MPX, no Ceará, teremos um ponto de partida nesse sentido". (TL/ManFerrostaal)
- "Os desafios para o Brasil são: criar mercado interno; e ser competitivo com as empresas estrangeiras". (WAP/IME)

### **Recortes dos pontos fracos da INFRA-ESTRUTURA DE P&D, conforme os especialistas**

- "Outras coisas que eu acho importante sobre células solares não é só a questão de materiais. Nós temos novos designs de células, novos modelamentos de células que precisam também ser focados. Os grupos estão muito focados só no material. Mas nós temos outros pontos importantes em uma célula solar que precisam ser tratados. Falta também caracterização elétrica e micro estrutural. Nós temos muita ênfase na célula, na parte de material, mas da célula solar, caracterização dela, poucos grupos tem todos estes equipamentos que podem ser feitos. Nós não temos no Brasil um laboratório que consiga fazer a caracterização elétrica e micro estrutural completa. Se nós juntarmos todos os nossos esforços, nós podemos juntar e ter, mas no momento a gente não tem em um lugar único". (ASACD/CEMIG)
- "Sobre baterias. As baterias de baixa capacidade nós temos. Mas nós temos um grande mercado que está se abrindo: energia solar para armazenamento de grande porte, que é o que as concessionárias necessitam para aplainar a curva de carga. Isto nós não temos no país". (ASACD/CEMIG)

- “Existe carência de recursos humanos e muitos dos existentes estão sendo absorvidos por outros setores. No Brasil há uma falta grave de engenheiros, químicos, biólogos, e de uma série de outras especialidades. Os existentes são absorvidos por outros setores que não o fotovoltaico – dado sua fragilidade na geração de empregos”. (ES/MCT)
- “Estamos uns vinte anos atrasados em domínio de tecnologias se comparado ao primeiro mundo. Vejamos, por exemplo, a evolução da eficiência de células cristalinas de silício. Já nas décadas de 1960 e 1970, se fabricava células convencionais com eficiência da ordem de 14%, 15%, 16%. Com um pouco mais de sofisticação, fizemos uma célula com 16% de eficiência e o pessoal da PUC do Rio Grande do Sul e, também, da USP, chegaram a 17%. E o Brasil estacionou neste patamar dos 16%, enquanto que o mundo avançou para os atuais 25%. Embora pareça pouco, esse avanço consumiu mais de vinte anos de P&D. Essa diferença de nível de maturidade tecnológica requer várias etapas de P&D que nós não dominamos. Não há muitas dificuldades nesse diferencial entre Brasil e mundo; há, contudo, necessidade de muito trabalho. Não se trata só de equipar um laboratório; se requer muita dedicação de pesquisadores capazes para atingir este estágio de eficiência de sistema”. (FCM/UNICAMP)
- “A caracterização mineralógica e química prevê atividades sobre três tipos de quartzos: o hidrotermal; o pegmatito; e o de alto grau de metamorfismo. Todos vêm de diferentes ambientes. São os ambientes que respondem pelas características de contaminantes. O processamento dessas características busca a obtenção de pó de quartzo de Alta Pureza (HPQ). O quartzo de alta pureza (baixo conteúdo de contaminantes) é usado na indústria de comunicação (fibra óptica) e em outros setores de alta tecnologia, como os de célula solar fotovoltaica. 90% desse quartzo de alta pureza provêm de pegmatitos homogêneos (alasitas) do Distrito Spruce Pine, na Carolina do Norte, nos EUA. Eles são pioneiros nesse processamento. Existem esses silícios no Brasil, mas ainda não prospectamos as melhores minas”. (JAS/CEPEM)
- “Um dos problemas é a questão da socialização do saber. Mesmo somando todas as universidades, o público expert é muito pouco. Quando se fala em nível de emprego na Europa, na Espanha, na Alemanha, é em torno de 40, 30 mil. Existe a necessidade de se ter gente de nível técnico, para instalar, operar, manter estes milhares e milhares de sistemas que vão ter. Esta mão-de-obra é um grande desafio a ser batido”. (MP/IDEAL)

- “Nota-se certa dispersão de esforços. Nós temos muitas coisas sendo feitas pelo País, mas há a necessidade de integração maior entre os próprios centros de pesquisa e as empresas”. (PL/MDIC)
- “Sobre os desafios, uma das coisas que considero muito importante é a questão do P&D. Não é uma característica [do Brasil] a questão da pesquisa e desenvolvimento estar configurada dentro das empresas, como acontece, por exemplo, atualmente na Coréia, nos Estados Unidos, na maioria dos países da Europa. Aqui no Brasil sempre esta questão de pesquisa e desenvolvimento ficou mais voltada para as universidades e centros de pesquisa públicos. E o que acontece nesses centros é que se pesquisa muito sobre ciência, e pouca ciência se transforma em tecnologia”. (RFS/INPI)
- “Em termos de eficiência de célula [de telureto de cádmio do laboratório do IME], nossa eficiência [Laboratório do IME] gira na faixa de 5% a 8%. De forma que é algo bastante incipiente comparado com o recorde mundial de 16,5%, mas continuamos no processo de aumento de eficiência”. (WAP/IME)

#### **Recortes dos pontos fracos de MERCADO, conforme os especialistas**

- “Eu discordo de alguns que falaram que o mercado fotovoltaico isolado rende até 2010. Nós não vamos cumprir a universalização [da eletrificação rural] até 2010, mesmo porque as concessionárias não são obrigadas a fazê-lo. Se passar de 3 vezes do custo de referência da ANEEL, nós não somos obrigados a fazer. Portanto, daquelas 12 milhões de pessoas que estão sem eletricidade, nós vamos eletrificar 4, 5 milhões. O resto vai ficar sem energia elétrica. Do jeito que está hoje, este mercado ainda vai continuar, eu acredito, vamos ter mais uns 10 anos até toda a população brasileira ter eletricidade”. (ASACD/CEMIG)
- “Nessa sinergia, eu acho que os sistemas interligados à rede são uma tecnologia emergente. Vai ser lento. Nós não temos necessidade dela ainda no sistema elétrico. A nossa matriz energética é limpa. A Europa e o Japão usam carvão. Eles têm a pressão do tratado de Kyoto em cima deles. Nós não temos. Então nós vamos ter que comer pelas beiradas. Aplicação interligada à rede, a população brasileira não vai pagar por isto, dentro da modicidade tarifária. Vai ter que ter outros mecanismos”. (ASACD/CEMIG)
- “As empresas clientes de fotovoltaicos [que buscam sistemas conectados à rede] esbarram na regulamentação que o Brasil não tem. Mas eu não tenho

dúvida que assim que for regulamentado (o sistema conectado a rede) vamos ter um mercado que não vai ficar na dependência do Governo". (AG/KYOCERA)

- "No Brasil, o panorama pelo lado econômico é complexo, relativamente aos demais países, cujos subsídios são voltados aos sistemas conectados à rede e em larga escala". (MAEG/CEPEL)
- "No País, por ora, os subsídios, para conexão à rede, encontram dificuldades para ocorrerem. O caminho mais econômico são os sistemas autônomos – o que nos põe, de certa forma, na contramão do mundo". (MAEG/CEPEL)
- "O desenvolvimento de baterias e células fotovoltaicas requer investimentos multimilionários que, via de regra, são feitos por empresas líderes mundiais como a Sharp e a Sony. Então, desconheço se o Brasil teria um cacife monetário para tal tipo de investimento em produção ou em pesquisa". (MAEG/CEPEL)
- "Existe a necessidade urgente de uma legislação. O mercado, o investidor, só vai aparecer se tiver um amparo legal. O próprio PROINFA, que eu acho que foi um ponta-pé inicial, é um programa. Tem início e fim. Tanto é que hoje todo mundo está se questionando se vai ter um PROINFA 2, se vai ter um PROINFA 3. Sem uma legislação, não há perenidade. Sem perenidade, não há investimento. Pode ter o sol, pode ter o vento, pode ter o que quiser". (MP/IDEAL)
- "Hoje, se falar em 10 MW, 20 MW no Uruguai, na Argentina, o impacto é completamente diferente do que nós falarmos na Eletrobrás, no BNDES, no Ministério, de 10, 12 MW. Ninguém escuta. Eles nem nos ouvem. Eu acho que é outro problema que se tem com a energia renovável: a questão de escala. Toda a tecnocracia do setor elétrico brasileiro foi projetada e se criou com grandes obras e com grandes números. Toda a nossa burocracia estatal se criou em cima de grandes obras. E a gente tem que ter esta compreensão, porque senão vai haver um choque, e quem decide também não nos ajuda. Então tem que haver esta compreensão até que uma nova geração se forme e passe a ocupar cargos decisivos nos Ministérios, nos bancos de fomento, e assim por diante". (MP/IDEAL)
- "É preciso resolver os entraves legais para a comercialização da produção independente". (PL/MDIC)
- "Temos grandes obstáculos e entraves: o custo atual ainda elevado da energia solar, os entraves legais para a comercialização da produção independente, o

chamado custo Brasil e que pode dificultar a atração de investimentos industriais”. (PM/MDIC)

- “Faço uma crítica ao excesso de burocracia no Brasil. Notamos que, além da burocracia demasiada, falta ao país um programa mais amplo de incentivo”. (TL/ManFerrostaal)
- “O PROINFA veio bem intencionado em 2002, contudo ele ainda não estabelece claramente a conduta com relação à energia solar. A inserção na rede ainda não está clara. Preços ainda não estão claros. Embora, eu ache até um pouco cedo a discussão dos custos”. (TL/ManFerrostaal)

\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_

### **Recortes das falas de especialistas quanto às OPORTUNIDADES NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS para empreendimentos em energia fotovoltaica:**

Os parágrafos a seguir referem-se aos recortes das falas dos especialistas na reunião de 05/08/2008. Os trechos entre aspas contêm o objeto desta Seção. As iniciais do autor do parágrafo e sua instituição de origem são fornecidas. Esses recortes foram sintetizados pela Coordenação e pontuados acima para facilitar o conhecimento das contribuições individuais. A íntegra das falas encontra-se no Apêndice D.

- “A demanda por eletricidade solar já é grande. Várias empresas têm nos procurado querendo colocar energia solar. São empresas estrangeiras radicadas no Brasil e que precisam ter a imagem ligada ao apelo ecológico. São empresas que estão colocando postes para iluminação pública; buscando sistemas conectados à rede”. (AG/KYOCERA)
- “Do ponto de vista ambiental (que é um ponto importante da energia solar fotovoltaica), após instalado o sistema, o impacto ambiental é desprezível. Durante o processo de produção de células solares, o impacto ambiental é baixo. Como uma indústria, toda indústria tem seu impacto ambiental, mas é baixo”. (IZ/PUC-RS)
- “Um ponto importantíssimo: a fonte de energia é o Sol: inesgotável, não poluente e chega para todos democraticamente, em qualquer parte do País”. (IZ/PUC-RS)

- “Grande parte da nossa matriz energética é baseada em recursos hídricos, e com esta questão do aquecimento global, hoje em dia, é uma loteria dizer como estarão estes recursos hídricos daqui a 30 anos. O regime de águas pode até melhorar, mas a gente não sabe se vai piorar. O investimento em usinas hidrelétricas, hoje em dia, mesmo sem levar a consideração econômica, mas somente a questão ecológica, é um investimento muito caro porque se mexe muito no entorno de uma usina hidrelétrica, com alagamento de áreas, principalmente”. (RFS/INPI)
- “A fonte de energia fotovoltaica irradia o tempo todo. Ela é de graça. Só tende a aumentar. Não tem impacto sobre o meio ambiente”. (TL/ManFerrostaal)
- “Deve haver maior atendimento dos protocolos ambientais. O Brasil deve aumentar sua parcela em energias renováveis. A inserção do Brasil, em termos de mercado e produção de módulos fotovoltaicos, deve ajudar ainda mais a imagem do País em renováveis”. (WAP/IME)

#### **Recortes das falas de especialistas quanto às OPORTUNIDADES E DESAFIOS TECNOLÓGICOS para empreendimentos em energia fotovoltaica:**

- “Sobre os equipamentos para interligação do sistema: Interligar um sistema fotovoltaico de pequeno porte, pode ser até à revelia da concessionária. Mas quando isto é grande, um grande número, nós temos problemas elétricos. Nós temos flicker, temos harmônicos injetados no sistema devido a esta questão eletrônica. Este é o grande problema do Japão hoje. É a grande injeção de harmônicos na rede elétrica, podendo os sistemas fotovoltaicos não ficarem em área industrial. Então nós temos várias questões de sistemas elétricos a serem focadas. Existe aqui, para o pessoal de sistemas de potência, um grande espaço. (ASACD/CEMIG)
- “Existem oportunidades para componentes diversos do tipo inversores de corrente, outros componentes, e algo de microeletrônica”. (ES/MCT)
- “Um dos principais problemas para se instalar uma indústria fotovoltaica é o silício. [Palestrante mostra uma lâmina de silício na tela do PowerPoint] Aqui tem uma lâmina de silício, como vocês podem ver, está cheia de circuitos integrados. Em uma única lâmina de silício você pode fazer centenas de circuitos integrados. Cada circuito integrado pode ter centenas ou milhares de transistores. Mas tudo isso aqui só dá para fazer uma célula solar que vai ser usada em um painel, ou seja, quase nada em termos de painel fotovoltaico. O



problema é que esse silício tem uma pureza de sete noves (99,99999%) e é importado". (FCM/UNICAMP)

- "A tecnologia do silício cristalino recebeu forte impulso devido à indústria eletrônica. Essa tomou conta do mercado nos últimos 30 anos. Mais recentemente, o custo do silício cristalino abriu espaço para as outras tecnologias. As células de alta eficiência (50% a 60%) incorporam essas novas tecnologias". (HS/CTI-RA)
- "A tecnologia do silício cristalino é propensa à aplicação em energia elétrica. As tecnologias baseadas em semicondutores orgânicos terão, provavelmente, um nicho restrito em eletrônica. Não deverão ser utilizadas em energia elétrica devido aos aspectos de degradação". (HS/CTI-RA)
- "[A energia fotovoltaica promove] inovação na matriz energética brasileira, a partir dos conceitos de descentralização, em que o usuário se torna também um produtor de energia. Acho que este é um dos pontos fortes de inovação. (IZ/PUC-RS)
- "[A energia solar fotovoltaica] é compacta e modular. Faz-se em etapas e dilui-se o investimento. E ela é muito compacta. Se compararmos com lagos de centrais hidrelétricas, produz-se energia com sistemas fotovoltaicos, considerando que só temos sol durante o dia. (IZ/PUC-RS)
- "Em termos de tecnologia: praticamente 87% do mercado mundial é silício, cristalino, mono cristalino e multi cristalino. E as outras tecnologias dividem o restante do mercado. Estes são dados de Março deste ano, pela revista *Fotón International*, uma revista europeia específica do mercado fotovoltaico". (IZ/PUC-RS)
- "O mercado contempla muito fortemente os aspectos de custo da tecnologia. Isto está muito claro em vários estudos internacionais. Os desafios que levam aos trabalhos de desenvolvimento estão relacionados com o custo do uso da tecnologia". (JRB/CETEC)
- "A expectativa em torno de 30 GW de geração, nos próximos 15 a 20 anos demandaria aproximadamente cinco vezes a quantidade de silício que está sendo produzida. Então existem vários desafios com relação à matéria prima". (JRB/CETEC)
- "Existe a possibilidade de inovação utilizando o quartzo e quartzitos como matéria-prima para produção de silício solar ou eletrônico". (JAS/CEPEM)

- “Temos que focar numa coisa que se chama contaminantes associados ao quartzo, de difícil remoção. Os contaminantes quando estão dentro da estrutura do quartzo oneram muito o refino. Para isso será investigada a qualidade da matéria-prima mineral no silício metalúrgico e/ou solar, com destaque para o metalúrgico visando à desoneração do processo”. (JAS/CEPEM)
- “90% desse quartzo de alta pureza provêm de pegmatitos homogêneos (alasitas) do Distrito Spruce Pine, na Carolina do Norte, nos EUA. Eles são pioneiros nesse processamento”. (JAS/CEPEM)
- “O quartzo de alta pureza (baixo conteúdo de contaminantes) é usado na indústria de comunicação (fibra óptica) e em outros setores de alta tecnologia, como os de célula solar fotovoltaica”. (JAS/CEPEM)
- “Essas fontes [solar, eólica] são sempre complementares. Não resolverão o problema energético por si só e em tempo algum. São fontes que não operam como geração básica. E sim como geração complementar. A geração básica terá de contar com as fontes termoelétricas, hidroelétricas, nuclear, etc. Isso ocorre mesmo nos países líderes, como Alemanha, Japão, sem contar Índia e China e outros, que estão em franco crescimento, mas cuja liderança permanece a da Alemanha e Japão”. (MAEG/CEPEL)
- “Não restam dúvidas da viabilidade tecnológica do empreendimento. A energia fotovoltaica veio para ficar e ocupará parcela importante na matriz energética mundial”. (WAP/IME)
- “Os fundamentos da energia solar no mundo, hoje, estão sólidos; os módulos são confiáveis; a vida-útil dos módulos é acima de 20 anos”. (WAP/IME)
- “Em retrospectiva, vemos que nos últimos anos a produção de células tem crescido a taxas médias de 50% ao ano. Já os filmes finos chegam a 100% de crescimento anualmente”. (WAP/IME)
- “O crescimento abriu, para novas tecnologias (DSC - célula solar orgânica, filmes finos), chances de disputarem mercado, principalmente em filmes finos. A participação de filmes finos nos Estados Unidos girou em torno de 65% no último ano”. (WAP/IME)
- “O mercado deve se dividir pelas tecnologias: silício perdendo bastante espaço; e os filmes finos devem ocupar uma fatia considerável, algo da ordem de 25% para 2010”. (WAP/IME)

- “A proposta seria a produção mais barata de silício solar, que poderá ser obtido usando pó de quartzo de alta pureza, suprimindo algumas etapas do refino químico do silício metalúrgico. Que é o entrave do processo”. (JAS/CEPEM)

### **Recortes das falas de especialistas quanto aos ASPECTOS SÓCIO-DEMOGRÁFICOS para empreendimentos em energia fotovoltaica:**

- “O perfil de oportunidades ao longo das próximas décadas tende a prestigiar as aplicações não integradas à rede de distribuição, mas sim à eletrificação rural, por exemplo. Quando a questão a considerar for o benefício social da energia fotovoltaica, aí sim surge algum espaço interessante de oportunidade: BIPV (Building Integrated Photovoltaic) - um conceito da energia fotovoltaica integrada à construção civil para o qual chamo a atenção do Estudo”. (HS/CTI-RA)
- “Como aspectos positivos desta tecnologia, um dos aspectos é o social. Ela contribui para a população desassistida de energia elétrica. O Brasil tem este problema hoje. Então há contribuição para o desenvolvimento econômico, cultural e social, e também para a qualidade de vida. Fala-se que, com os sistemas fotovoltaicos em locais em que nós temos muito sol, e não temos água, podemos fazer sistemas de irrigação”. (IZ/PUC-RS)
- “A redução de pobreza tem uma série de aspectos que são sociais, mas empresas transnacionais estão olhando essa questão pelo viés das oportunidades de mercado. Empresa alguma vai pagar pela redução da pobreza. Logo, eles conseguem construir planos de enriquecimento com a pobreza – ou algo assim. Estamos falando de negócios bem atrativos para atores dispostos a grandes investimentos”. (JRB/CETEC)
- “Sobre o desenvolvimento de uma política industrial: podemos ver, no final de 2007, 17 mil empregos diretos gerados na Espanha; indiretos o total é de 27 mil empregos. A Alemanha, com o programa dela, tem 40 mil empregos produzidos. Então cabe à sociedade decidir; tem benefícios que podem ser contabilizados ao desenvolver esta tecnologia e sua utilização”. (RZ/USP)

## **Recortes das falas de especialistas quanto aos ASPECTOS POLÍTICO-REGULATÓRIOS para empreendimentos em energia fotovoltaica:**

- “O Japão começou, em 1994, um programa para fortalecer sua industrialização. Houve reunião com a Sharp, Kyocera, Sanyo, Mitsubish e outras empresas japonesas. Houve um comprometimento das empresas com um investimento forte na industrialização da tecnologia fotovoltaica. Foi um programa do governo, subsidiado, que durou de 1996 a 2006. De 2005 para 2006, já tiveram uma redução do subsídio. E caíram de quase 73.000 residências em 2005 para 62.000 residências em 2006. E, em 2007, 49.000 residências. O importante é perceber que apesar de não ter mais subsídios no Japão, se tem um mercado significativo de quase 50.000 residências - o que sustenta a cadeia produtiva japonesa e ainda faz com que ele seja o número um na produção mundial”. (AG/KYOCERA)
- “No novo mapa desenhado pelo atual Governo Japonês, tinha-se uma meta ambiciosa de 83 GW em 2030. A meta foi reavaliada e eles estão trabalhando agora, para 2030, com 53 GW. Ainda não se fala em subsídio, mas provavelmente voltará a ter algum subsídio do governo japonês para se atingir esse crescimento industrial. A meta de 53 GW é uma industrialização bastante forte”. (AG/KYOCERA)
- “Para atrair a indústria para o Brasil é necessário ter incentivos como se tem no Japão, na Alemanha, na Índia, na Austrália, nos Estados Unidos. Não se consegue fazer isso sem subsídio porque a energia que nós temos hoje (o enfoque hidroeelétrico) é mais barata do que a energia solar. E a concessionária não vai querer pagar mais caro só porque é solar. Então, no início, você precisa de um incentivo. Agora, quando você tem volume, o preço cai. E ao cair o preço o incentivo deixa de ser importante”. (AG/KYOCERA)
- “Temos uma projeção que prevê que em 2017 a energia solar vai estar o mesmo preço da energia convencional. Então, não será mais necessário o incentivo”. (AG/KYOCERA)
- “Atualmente tem 16 projetos na Câmara dos Deputados. Foi criada, inclusive recentemente pelo presidente Arlindo Chinaglia, uma comissão especial [de energias renováveis]. O relator é o deputado Fernando Ferro, que deve, até o final do ano, fazer o relatório destes 16 projetos. Então a gente tem um certo otimismo de que, até o final do ano, haja a produção de uma lei própria para isto”. (MP/IDEAL)

- “Observemos o caso espanhol até o ano de 2003. No ano 1994 foi instalada a primeira central de 1 MW. Na ocasião eu trabalhava nesta central. Passou todo este período, com vários marcos, mas nem um marco estável, e não cresceu. O crescimento foi muito pequeno das instalações. Em 2004, quando teve um marco legal e estável, onde definia as regras e o incentivo que os consumidores de energia elétrica iriam bancar, a gente pôde observar o crescimento que teve. Este marco estável tinha um número, que era 370 MW. Ultrapassou agora. Em Setembro vão rever isto, pois inicialmente era para sistemas pequenos. Começaram a fazer centrais grandes de 40 MW, 10 MW, 20 MW. Mas realmente mostra que foi um marco estável”. (RZ/USP)
- “Faço crítica àqueles que dizem que a energia solar é muito cara. E que ela não sobrevive se não for subsidiada. Acredito que seja justamente pelos incentivos que os outros países emergentes tenham crescido tanto. É justamente devido o financiamento de novas pesquisas que estão permitindo as fontes alternativas de energia”. (TL/ManFerrostaal)
- “Vários países na Europa implantam leis para programas fotovoltaicos subsidiados. Em poucos anos, essas políticas cessarão, por conta da paridade”. (WAP/IME)
- “Leis e subsídios governamentais estão sendo utilizados no mundo, mas devem cair”. (WAP/IME)

**Recortes das falas de especialistas quanto aos ASPECTOS E OPORTUNIDADES DE MERCADO para empreendimentos em energia fotovoltaica:**

- “Tivemos no mundo inteiro, entre 1993 e 2006, 5,8 GW instalados de energia solar. 90% disso são sistemas conectados à rede. O Japão responde por 1,7 GW; a Alemanha, 2,6 GW; Estados Unidos, 610 MW, e o resto do mundo 867 MW. Isso até dezembro de 2006”. (AG/KYOCERA)
- “De 2001 a 2006, o mundo produziu 2,5 GW. O Japão foi número um nessa época, com quase 900 MW; a Europa com 657 MW; os Estados Unidos 200 MW, e o resto do mundo 714 MW”. (AG/KYOCERA)
- “De 1992 a 2007, o número de instalações saltou de 5,8 GW para 8,5 GW. Significa que mais de 3 GW foram instalados em 2007. A Alemanha (disparada) número 1, com 4 GW; o Japão com 2 GW; os Estados Unidos com 844 MW e, para surpresa, o resto do mundo 1,5 GW”. (AG/KYOCERA)

- “Em termos de produção houve um salto significativo. Foram 3,7 GW produzidos entre 2001 e 2007. A Europa continua crescendo, mas o crescimento maior é no resto do mundo (Índia, Austrália, e China). A produção saltou de 687 MW para quase 1,5 GW. Estes países estão com taxa de crescimento superior à taxa de crescimento do Japão, da Europa e dos Estados Unidos”. (AG/KYOCERA)
- “Em um estudo sobre a demanda mundial até 2020, vemos que a Europa aparece com 13 GW, o Japão com 6 GW, a Ásia com 16 GW e os Estados Unidos com 9 GW. Ainda não se avista o Brasil”. (AG/KYOCERA)
- “Essa demanda [crescente] está fazendo com que cada vez mais produtores surjam no mercado. Cada vez mais novos países iniciam a produção. E isto justifica, aliás, é a causa da falta de silício no mundo”. (AG/KYOCERA)
- “Hoje em dia a produção de silício não atende a demanda. Espera-se que em 2009 novos fabricantes entrem no mercado e alguns fabricantes aumentem a sua capacidade. E, então, a partir de 2009, se comece a ter uma oferta maior”. (AG/KYOCERA)
- “Mesmo [atualmente] sem subsídio, o mercado japonês existe e é bem importante. E só não é maior porque, infelizmente, a indústria não conseguiu reduzir os preços dado que, no momento em que os subsídios cessaram, o silício estava custando uma fortuna e não permitia que o fabricante baixasse o preço do módulo. O preço vai baixar, no entanto, a partir de 2009 ou 2010”. (AG/KYOCERA)
- “De uma empresa de consultoria alemã, prevê-se, para 2050, que 50% da geração de energia serão de fontes renováveis. 25% será energia solar. Em 2100, estimam que 90% serão de renováveis, dos quais 70% de fotovoltaica”. (AG/KYOCERA)
- “Temos uma projeção que prevê que em 2017 a energia solar vai estar o mesmo preço da energia convencional”. (AG/KYOCERA)
- “À medida que novos fabricantes entram no mercado e haja aumento gradativo da capacidade de produção global, haverá, sim, redução de preços. Vários estudos de fontes diversas indicam isso. Os custos da energia convencional estão subindo. Os da energia solar, descendo. Qualquer ligeira modificação de redução de preço do painel solar impacta positivamente na demanda global de painéis, que é altamente elástica em relação ao preço”. (CV/MPX)

- “Percebeu-se a necessidade de se atuar na cadeia produtiva inteira; não a partir do silício grau metalúrgico, mas a partir da matéria-prima - dado a possibilidade de existirem rotas nacionais que poderiam ser fomentadas”. (ES/ MCT)
- “A produção de silício grau solar deve se constituir em grande oportunidade”. (ES/ MCT)
- “Qualquer indústria de silício que se instalar hoje no Brasil vai conseguir vender seu produto. Há falta de silício no mercado”. (FCM/UNICAMP)
- “De uma forma geral, o que se quer com a energia fotovoltaica é a redução de custos, pois ela é uma energia cara”. (HS/CTI-RA)
- “No caso das tecnologias para produção de energia elétrica é importante considerar o custo relativo da tecnologia. A menos que se tenha uma tecnologia fotovoltaica que concorra com as formas tradicionais de energia elétrica, não haverá espaço para a cadeia fotovoltaica”. (HS/CTI-RA)
- “As aplicações da cadeia produtiva consideram, obviamente, o mercado, com destaque para: energia para dispositivos eletrônicos, energia doméstica, e energia em larga escala”. (HS/CTI-RA)
- “A recuperação da energia investida desde a purificação do silício até a obtenção do módulo é da ordem de 3 a 4 anos, baseado em estudos para a Europa. Considera-se que o sistema tem uma durabilidade hoje superior a 30 anos. Então com 3, 4 anos recuperamos toda a energia investida em fabricá-lo.” (IZ/PUC-RS)
- “No ano passado, o mercado mundial cresceu a uma taxa de 69% com a comercialização de 4300 MW. Isto corresponde a, aproximadamente, 5 turbinas de Itaipú por ano. Neste mercado não temos problemas de custo. Até agora falamos que na energia solar fotovoltaica, o problema é o custo, mas o mercado está crescendo, independente do custo. Então ela depende, sim, de estratégias para que o custo não seja impedimento. E aí nos temos um resultado mundial.” (IZ/PUC-RS)
- “A China, hoje em dia, está despontando na área fotovoltaica. Tem atualmente 13 fábricas que comercializam para o mercado interno e, principalmente, para o mercado de exportação. Temos um exemplo, que é a SANNTER, que começou em 2002. Em 2007 comercializou da ordem de 270 MW, e a previsão para 2010 é 1 GW. Hoje é a 3ª maior produtora de módulos fotovoltaicos do mundo. Isto é um exemplo, a China; começou e acho que podemos conseguir ali alguma inspiração.” (IZ/PUC-RS)

- “A Comunidade Européia, por conta de boas visões estratégicas, vê facilidades para justificar investimentos de 120 bilhões de dólares para alcançar, até o ano de 2010, 12% da sua demanda energética decorrente de fontes renováveis. Isso, em termos diretos e indiretos, deverá gerar dois milhões de emprego dentro dos próximos 10 a 12 anos”. (JRB/CETEC)
- “Em curto prazo, a escassez de silício barato para atender a expansão da demanda poderá ameaçar a posição do silício como material principal da célula solar”. (JAS/ CEPEM)
- “O suprimento de energia fotovoltaica em outros países é subsidiado. De todo esforço nesses países, especialmente Japão e Alemanha, constata-se que, com o subsídio, os custos decrescem com a escala de produção”. LSN/CNI
- “A energia fotovoltaica ligada à rede tem uma característica que é sua conexão na ponta da rede, onde a energia é mais cara. Porém nesse caso o mercado paga mais caro por ela. Mas o custo está decrescente e ela vai se popularizar rapidamente. Das fontes de energia ligadas à rede de distribuição elas estão no mercado onde é caro. No Brasil elas estão por cerca de 400 dólares no final da linha”. LSN/CNI
- “Nesses países (Alemanha, Japão, Índia e China) a energia fotovoltaica não é econômica. Ela é antieconômica. Elas se desenvolvem com números expressivos, mas tudo devido aos subsídios governamentais. Ou seja, o desenvolvimento da geração fotovoltaica japonesa, por exemplo, aumenta a conta de luz de todo o Japão. Os custos adicionais são repartidos entre os consumidores. Esse é um fato que é necessário estarmos alertas. Embora eles façam isso por motivos estratégicos, ambientais, etc. São vários os motivos, mas o tema não é econômico. Eles têm dinheiro para bancar empreendimentos não econômicos”. (MAEG/CEPEL)
- “Uma fábrica de grande escala não se destina a atender um mercado de um país apenas, mas, o mercado mundial. E esse investimento é da ordem de centenas de milhões de dólares”. (MAEG/CEPEL)
- “A energia renovável vai além de uma política pública para o Brasil. Ela é uma política de integração regional. E é assim que ela tem que ser olhada. Porque não tem sentido pensar no mercado do Brasil sem ter um mercado vizinho, também ávido por energia renovável, como existe lá. E as demandas hoje, em qualquer um destes países, é muito maior do que a nossa. Se a nossa matriz energética está mais ou menos resolvida, não é o caso da Argentina, não é o caso do Uruguai, que estão com a crise batendo na porta”. (MP/IDEAL)



- “Nota-se grande interesse de grupos privados virem para o País e explorar tanto o lado da geração de energia como a produção de equipamentos”. (PL/MDIC)
- “Quando se fala em pesquisa e desenvolvimento, temos que ter sempre em vista qual o ponto que podemos nos apoiar para começar a desenvolver alguma coisa para, eventualmente, não ter que pagar royalties sobre uma tecnologia que ainda tem dono. Porque uma patente tem uma validade e, durante este tempo a tecnologia tem um dono. E aonde poderia ser calcada a pesquisa atual procurando diversificar, se for de interesse, o desenvolvimento de uma tecnologia para que ela fosse de propriedade nossa”? (RFS/INPI)
- “Mercado internacional: os sistemas conectados à rede mostraram a sua evolução. Praticamente 90% da produção dos módulos foram dirigida à conexão à rede. Dados de 2008: tem 3800 MW instalados na Alemanha, e a parte laranja [do gráfico mostrado] foi só o que foi instalado em 2007. Se pegar a Alemanha e a Espanha, a Espanha, somente em 2007, instalou 340 MW. Ou seja, a Espanha tem duas fábricas, a BP Solar e a Isófóton. Elas não atendem este mercado”. (RZ/USP)
- “Em 2017 a gente chega na paridade tarifária para algumas cidades. Tem cidades em que a tarifa elétrica é mais elevada, que esta paridade chegará antes considerando o aumento da tarifa; só com a inflação, 5%, pode até ser mais dependendo do mix energético. Estes são dados de locais onde tem pouco sol: norte da Alemanha, sul da Espanha. Nós temos um pouco mais do que esta quantidade de energia disponível por ano. Aqui seria onde teríamos já o preço de venda na demanda pico. E a gente conclui que tem locais onde vai chegar à paridade, talvez, em 2015 desta energia”. (RZ/USP)
- “Em 2050, a energia solar estará contribuindo fortemente, ganhando cada vez mais espaço em complemento à energia tradicional, que, no caso do Brasil é hidrelétrica, mas em nível mundial, ainda é fóssil. As análises mostram também que óleo e outras fontes (gás natural, por exemplo) vão tender a diminuir pouco. Não vão perder destaque. Contudo, o destaque é definitivamente para a energia solar, tanto a fotovoltaica como a de concentração de energia e geração de vapor”. (TL/ManFerrostaal)
- “Segundo pesquisas realizadas na Alemanha, ela (energia solar) vai certamente substituir, com o tempo, a energia gerada pelos fósseis. Estima-se, por exemplo, que na parte mediterrânea dos países europeus, e eventualmente até o norte da África, que a energia solar substitua, até 2050,

toda a geração de energia fóssil dessas áreas. Digo, a energia que é gerada através de gases e óleos". (TL/ManFerrostaal)

- "A produção em 2007 foi perto de 5 gigawatts pico. As previsões (já bem estabelecidas), para 2010, é de 10 gigawatts no mundo". (WAP/IME)
- "A previsão é que a tecnologia fotovoltaica terá custo em paridade com outras fontes tradicionais em breve. De forma, que é fato que nos próximos anos estaremos utilizando energia fotovoltaica". (WAP/IME)
- "A capacidade produtiva de várias fábricas está em franca expansão, acompanhando o consumo. Em 2010, quando a demanda estiver em 10 GW pico, a produção estará em 20 GW pico. De forma que é bom considerarmos o longo prazo desse mercado". (WAP/IME)
- "A China deverá ser um dos maiores produtores de energia fotovoltaica. Também a entrada de novas empresas no ramo provoca mudanças no ranking de produção com novas empresas líderes". (WAP/IME)
- "A empresa First Solar acaba de inaugurar uma fábrica na Malásia, um país produtor. Eles têm fábricas nos EUA e Alemanha, que são dois mercados consumidores". (WAP/IME)
- "A China exporta 95% de sua capacidade. Várias empresas abriram o capital. As ações estão sofrendo muita valorização. Há uma diversificação no portfolio das grandes empresas do setor fotovoltaico". (WAP/IME)
- "A Sharp, com filmes finos, inaugurará uma fábrica de 1 GW até 2010, empregando silício amorfo e filmes finos. Essa é uma tendência mundial devido às flutuações de tecnologias". (WAP/IME)
- "Pelo lado da eficiência versus custo dos módulos fotovoltaicos, o futuro indica haver oportunidades nas células de terceira geração - 50 cents por watt. Pelos números da First Solar, a curva de experiência por custos está abaixo de 1,14 dólares até 2006. Então com o aumento da produção previsto para 1 GW até 2009 esse custo provavelmente deve cair para menos de 1 dólar por watt. As tendências até 2010, são de 7 a 26 GW de capacidade de produção, desde previsões pessimistas a otimistas". (WAP/IME)
- "As tendências indicam que os preços devem cair e deve haver aumento da demanda dado a redução custo/eficiência dos filmes finos". (WAP/IME)

## **Recortes das falas de especialistas quanto a recomendações à CADEIA PRODUTIVA para o sucesso de empreendimentos em energia fotovoltaica:**

- “O que falta, aqui no Brasil, é a indústria e a demanda particular. E isto em todos os tamanhos de instalação, seja pequena, na casa, seja na indústria, seja como um sistema de back-up”. (AV/CONERGY)
- “No avançado da hora para o País, a alternativa de curto prazo é produzir o chamado silício grau solar, com pureza menor, e utilizá-lo em células solares. Na verdade, apesar de ser uma dificuldade, para nós pode ser também uma oportunidade, porque todos os trabalhos feitos em silício cristalino e em células solares certamente irão ajudar a indústria de microeletrônicos no Brasil, pela produção de outros suportes e pela produção de máquinas, equipamentos etc.” (FCM/UNICAMP)
- “É necessário fomentar desenvolvimento local de equipamentos e insumos”. (FCM/UNICAMP)
- “Assim, para se viabilizar a cadeia produtiva para energia fotovoltaica será preciso vencer as barreiras tecnológica e comercial. Isto requer um trabalho de grande sistematização, envolvendo não só um trabalho de identificação de problemas, mas também o estabelecimento de uma estratégia de aproveitamento de oportunidades e superação de dificuldades”. (HS/CTI-RA)
- “Há desafios em termos de equipamentos para redução de custos – que é uma estratégia de empresas e países. Logo, se faz necessário concentrar esforços em equipamentos de sistemas produtivos com alta integração, inclusive de recursos para metrologia dinâmica e automação”. (JRB/CETEC)
- “Uma melhor concepção da integração de sistemas com edificações contribuirá para a redução de custos e valoração da energia”. (JRB/CETEC)
- “Atentar para a necessidade de desenvolvimento de equipamentos periféricos, como baterias, inversores, controladores”. (LS/FINEP)
- “Enquanto o silício (commodity) custa alguns dólares por tonelada, as células fotovoltaicas, que são importadas pelo País, custam milhares de dólares por tonelada. De forma que a cadeia do silício é algo que deveríamos desenvolver como prioridade”. (MAEG/CEPEL)
- “Desenvolver uma indústria nacional de equipamentos capaz de suprir as necessidades do país e exportar”. (PL/MDIC)

- “Desenvolver uma tecnologia nacional para a produção de silício de grau solar e sistemas de energia avançados”. (PL/MDIC)
- “Existe também a possibilidade de implantar indústria na Zona Franca de Manaus, com benefícios tributários conhecidos. Tem que realizar um estudo para verificar a viabilidade, mas é uma possibilidade”. (PL/MDIC)
- “Buscar a redução dos custos de produção dentro da cadeia produtiva, de modo a aumentar a competitividade em energia solar fotovoltaica”. (PL/MDIC)
- “Considerar o Grupo Rotavi de Minas Gerais que possui grandes reservas de quartzos. O Grupo estava, há alguns anos, pesquisando e desenvolvendo silício grau solar com o IPT, tendo atingido níveis significativos de pureza desse material, segundo informações fornecidas pelo MDIC na época (possivelmente em 2004)”. (PM/MDIC)
- “Se quisermos ter um programa onde vamos desenvolver silício, e indústrias para produzir células, temos que estabelecer um programa de difusão da geração distribuída com sistemas conectados, no contexto residencial, comercial, industrial e de prédios públicos, associado à uma estratégia de desenvolvimento industrial e utilizando as tarifas-prêmio”. (RZ/USP)

**Recortes das falas de especialistas quanto a recomendações em INFRA-ESTRUTURA DE P&D para o sucesso de empreendimentos em energia fotovoltaica:**

- “Sobre outras instituições, eu acho que a gente tem que se unir. Não pode só, vamos citar, ficar em 3 instituições e esquecer que outras tem este conhecimento. Eu acho que nós temos muito dinheiro de pesquisa no setor, como nós nunca tivemos. A FINEP mesmo fala: temos muito dinheiro do fundo setorial de energia. A gente precisa estimular os outros grupos. Eu acho que é hora da gente fomentar esta energia solar e reviver esta força que tinha no final dos anos 80”. (ASACD/CEMIG)
- “E, principalmente, em termo de sistema solar, nós temos esta sinergia do solar com hidrogênio. Eu acho que nós vamos ter que chamar o pessoal do hidrogênio, nos aproximar deles. A energia solar com hidrogênio é a energia do futuro. Nós também precisamos estimular estes grupos a começarem a pesquisar esta sinergia”. (ASACD/CEMIG)
- “Sugestão sobre módulos fotovoltaicos, principalmente quanto ao desempenho: O Zilles, com o Ricardo Rüther, tem trabalhado muito em desempenho de

equipamentos. Nós temos simulador solar nacional. Estamos agora equipados a trabalhar de uma forma mais consistente. Mas nós temos que aumentar o número de projetos de pesquisa focando nisso. Apesar de que nós já temos a certificação, temos alguns módulos no País, mas para produzir estes módulos no País ainda tem um caminho longo a ser seguido". (ASACD/CEMIG)

- "Trata-se de desafio para o Brasil entrar no mercado globalizado. É necessário termos um instituto de metrologia forte, como o NIST (National Institute of Standards and Technology, do governo americano), a fim de obtermos a necessária credibilidade internacional". (AJ/INMETRO)
- "Atentar para a função da metrologia legal e científica, que é garantir a qualidade dos produtos brasileiros dando-lhe credibilidade. O Inmetro, como o órgão brasileiro que tem buscado o reconhecimento internacional desta credibilidade, recomenda que o desenvolvimento de qualquer produto, de tecnologia brasileira visando o mercado globalizado, deva passar pelo desenvolvimento da metrologia relacionada. A metrologia precisa acompanhar e até induzir inovações em energia fotovoltaica". (AJ/INMETRO)
- "A tecnologia do silício tem que ser mantida, mas deveremos escolher uma cesta de tecnologias, até quatro talvez; mas não diversificar em excesso, evitando-se a falta de prioridade frente aos recursos limitados". (ES/MCT)
- "Deve-se coordenar a pesquisa. O País tem vários centros atuantes, mas cada um está agindo de forma independente. É preciso uma coordenação para integrar todos esses centros e focalizar o trabalho que é feito". (FCM/UNICAMP)
- "Deve-se modernizar os laboratórios". (FCM/UNICAMP)
- "Deve-se ter intercâmbio com Centros de Referência, para troca de experiências, normatizações, medições e suporte". (FCM/UNICAMP)
- "As universidades devem desenvolver tecnologias novas. É o que o pesquisador gosta de fazer: ciência e tecnologias novas, inovações. Já quando chega em tecnologia estabelecida [em nível de aplicação prática seletica] não é muito a vocação da universidade, embora ela faça. Com alguma motivação, você compra equipamentos para o laboratório, para o pesquisador fazer também pesquisas inovadoras e aí ele faz também pesquisas já estabelecidas. O problema é porque isso não dá publicações e etc. Mas, se tiver um pró-labore, as coisas funcionam melhor. Mas é difícil acontecer". (FCM/UNICAMP)
- "Sinergismos com outras tecnologias podem ser usados para aumentar valor e reduzir custos simultaneamente. Foram citadas algumas tecnologias de papel complementar ou diferenciador. Então, é necessário identificar tecnologias

complementares para compor com a tecnologia de geração fotovoltaica". (JRB/CETEC)

- "O ambiente geológico que pode produzir em larga escala pó de quartzo de alta pureza, com baixo conteúdo de inclusões fluidas e baixas concentrações de impurezas estruturais, é o quartzo oriundo de áreas de alto grau de metamorfismo. Esses existem no Brasil e deveríamos localizá-los e estudá-los". (JAS/CETEM)
- "Necessário compreendermos que no Brasil desenvolvemos um produto para venda para um cliente de baixo poder aquisitivo, que é o próprio País. Não adianta produzirmos um copo para meia-dúzia comprar, e sim para o mundo todo comprar. Isso significa que temos de investir em pesquisa mineralógica e ter estratégias adequadas". (JAS/CETEM)
- "Como recomendação de estratégias, registramos: o controle da matéria-prima, para a produção do silício grau solar; e o investimento em recursos humanos para P&D". (JAS/CETEM)
- "Atentar para o fomento a projetos associativos entre empresas e instituições de P&D". (LS/FINEP)
- "Atentar para o fomento de P&D para produção de silício grau solar". (LS/FINEP)
- "Instituir políticas de desenvolvimento tecnológico e de investimentos em P&D para o silício grau solar e sistemas". (PL/MDIC)
- "Fomentar maior integração academia e empresas". (PL/MDIC)
- "Para o desenvolvimento de um trabalho deste tipo, acho muito importante uma parceria [para P&D] entre empresas e universidades. Porque isso leva, de uma maneira em geral, a transformar ciência em tecnologia. Ciência trás conhecimento, mas o que trás rendimento econômico é a tecnologia". (RFS/INPI)
- "Nossa opinião é que estas pesquisas devam ser incentivadas. Deve ser estimulada a participação de empresas privadas com universidades, centros de pesquisas; e a autoridade regulatória deve estar cuidando, gerenciando isto, para que a direção destes investimentos, dessas pesquisas, seja uma direção que atenda ao Brasil como um todo. Que não se limite ao interesse de algumas empresas ou algumas pessoas". (RFS/INPI)
- "O exemplo que uso é o álcool. Meus pais e eu pagamos a gasolina mais cara, subsidiamos, mas teve benefícios para a sociedade. Então tem que andar as duas coisas juntas [desenvolvimento tecnológico e utilização da tecnologia]. O

ponto fraco do Brasil é que não olhou as duas coisas juntas ainda. Se for somente para o desenvolvimento tecnológico, a gente publica artigos, patenteia, mas não traz o benefício para a sociedade". (RZ/USP)

- "O Brasil precisa fomentar mais P&D, caso queira ser um global player nesse setor". (TL/ManFerrostaal)

**Recortes das falas de especialistas quanto a recomendações em INVESTIMENTOS para o sucesso de empreendimentos em energia fotovoltaica:**

- "Uma vez que este mercado esteja implantado, eu acho que a cadeia produtiva, seja do silício, seja da fabricação das células ou dos módulos, se viabiliza rápido. Porque vai ser interessante, vai ser um mercado sério. E eu acho que todo mundo vai estar disposto a investir nele. Para isso necessitará de uma solução brasileira de incentivo. Com um bom incentivo, com uma vontade de fazer, o mercado não tem problema algum". (AV/CONERGY)
- "Se o Brasil quer pensar em ser um país industrial forte, ele tem que adotar esse sistema de conexão à rede. Não é o 'Luz para Todos' que vai resolver, não são os programas pontuais". (AG/KYOCERA)
- "Quando o Governo Collor abriu para a importação de automóveis, a indústria brasileira reagiu para ter hoje automóvel de qualidade. De forma que sou favorável a que se fortaleça o mercado. Tem que se criar mercado para atrair a indústria". (AG/KYOCERA)
- "Seria muito interessante para a MPX que já houvesse uma política de purificação do silício, para ter silício de grau solar aqui no Brasil. Isso seria muito interessante para a fábrica em construção". (CV/MPX)
- "Houve um crescimento muito grande na produção de painéis fotovoltaicos no mundo. Existem países que têm incentivos e logicamente esse crescimento ocorreu exatamente porque existe incentivo em determinados países. Aqui no Brasil, estamos convencidos que para realmente termos crescimento é necessário incentivo". (CV/MPX)
- "O custo atual da energia fotovoltaica, dentro das nossas simulações, está saindo a R\$ 600,00 a R\$ 700,00 por MW/hora. O custo de energia do mercado regulado é R\$ 150,00, e isso no leilão de reserva. Logo existe uma diferença muito grande. É preciso o estabelecimento de uma política de apoio à energia

solar fotovoltaica com ênfase na criação de mercado e no desenvolvimento industrial". (CV/MPX)

- "Promover mais eventos. Que apesar do II SNESF ter integrado vários atores, ele não foi capaz de mobilizar a sociedade, os setores públicos e privados, em um esforço para a energia fotovoltaica a partir de silício nacional". (ES/MCT)
- "Uma recomendação é este estudo prospectivo pelo CGEE. Como esta é uma atividade que deve amadurecer em oito a dez meses, entendemos a importância de lançar uma atividade de apoio à decisão para o curto prazo". (ES/MCT)
- "São necessárias ações do governo. O Governo precisa atuar porque é ele quem faz o financiamento da P&D pública". (FCM/UNICAMP)
- "Um problema no Brasil é que não temos uma política de investimentos em P&D focada no desenvolvimento industrial. Isso gera uma distorção. Portanto, recomenda-se que tenhamos uma política focada em algumas aplicações para viabilizar a cadeia produtiva". (HS/CTI-RA)
- "Nós precisamos sim investir em desenvolvimento tecnológico, principalmente nas 3 grandes partes da energia solar fotovoltaica: células solares e módulos fotovoltaicos, na purificação do silício e obtenção de lâminas, e nos componentes do sistema fotovoltaico: inversores, controlares e outros componentes. Inversores para sistemas conectados à rede é um mercado que vai crescer. Esperamos que cresça no Brasil e precisamos de investimentos nesta área." (IZ/PUC-RS)
- "Nós temos que ter, que pensar e trabalhar, em uma legislação com incentivos econômicos para instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. Porque este é o grande mercado". (IZ/PUC-RS)
- "Está em pauta a preocupação da geração de emprego, renda e sustentabilidade do potencial produtivo brasileiro. Porém, isso só ocorrerá se tivermos a participação de indústrias. Então um levantamento balanceado, entre todos os tomadores de decisão, será importante". (JRB/CETEC)
- "Para a sustentabilidade, é necessária a participação de atores importantes, mas apesar de termos empresas interessadas, não se conhece bem quais são os atores do lado da indústria, os investidores que teríamos no Brasil. Então isso é algo para ser abordado, com a preocupação de se aperfeiçoar uma visão de mercado". (JRB/CETEC)



- “A CNI atua principalmente na questão industrial. Então, benefícios fiscais para as indústrias que quiserem investir na cadeia de equipamentos podem ser o foco de políticas públicas. É importante as indústrias nacionais se voltarem para células e módulos, lâminas, inversores, controladores e toda esta parte de componentes. Um programa de longo prazo para a geração de energia, associado a um programa de desenvolvimento de política industrial, pode levar o Brasil a alcançar isto, uma política bem desenhada”. (LSN/CNI)
- “Em relação ao desenvolvimento de sistemas, entende-se que estes requerem investimentos multimilionários. A montagem de uma fábrica de painéis fotovoltaicos demanda um fator de escala muito grande. É preciso produzir pelo menos dezenas de megawatts pico anualmente”. (MAEG/CEPEL)
- “Ampliar investimentos em geração solar fotovoltaica”. (PL/MDIC)
- “Temos que criar um mercado interno para atração de investimentos; instituir um marco regulatório para minimizar as dificuldades existentes; estímulos aos investimentos em geração de energia solar fotovoltaica”. (PL/MDIC)
- “Fomentar campanhas e divulgação dos benefícios da energia solar fotovoltaica como uma energia limpa e renovável, com grandes benefícios ambientais”. (PL/MDIC)
- “Instituir políticas e atrair investimentos industriais e promover medidas de desoneração dos investimentos”. (PL/MDIC)
- “Observar que o grupo americano AES tem planos de expansão no Brasil, inclusive em energias renováveis. A empresa tem um projeto piloto na Ilha do Bananal, de produção de energia solar com células a combustível (produção também de hidrogênio)”. (PM/MDIC)
- “A concessão de empréstimos pelo BNDES e Bancos Regionais de Desenvolvimento são ferramentas que nós temos, são instrumentos de empréstimos que podem fomentar bastante o setor”. (PL/MDIC)
- “De forma geral, o Brasil tem tudo para explorar bem [esta área]. Bastam os investidores articularem um pouco mais com os Ministérios e fazerem com que se acelere o processo de maiores investimentos”. (TL/ManFerrostaal)

## **Recortes das falas de especialistas quanto a recomendações em MARCO REGULATÓRIO para o sucesso de empreendimentos em energia fotovoltaica:**

- “A questão de regulamentação é importante principalmente na questão de conexão dos painéis de energia solar à rede, e na possibilidade de você ter a geração realmente distribuída. Se conectarmos diretamente à rede, também haverá aumento de mercado. Ou seja, havendo uma política brasileira de criação de mercados e desenvolvimento industrial, vai atrair investimentos de fábricas de silício no Brasil, e isso é algo valioso”. (CV/MPX)
- “Oferecemos algumas sugestões para estratégias: atrair investimentos para a instalação de fábricas de silício no Brasil; atrair investimentos para a instalação de fábricas de módulos no Brasil, para fornecimento ao mercado nacional e internacional; mobilizar a comunidade científica nacional para atuar em tecnologias de geração solar (fotovoltaica e termosolar); e desenvolver aplicações de geração de energia solar representativas no Brasil, que permitam a futura participação da energia fotovoltaica na matriz energética nacional”. (CV/MPX)
- “Deveríamos apoiar a cooperação internacional”. (ES/MCT)
- “Reforçar alguns centros de competência, e não pulverizar recursos”. (ES/MCT)
- “Fazer uma prospecção de longo prazo; e, tentar algo mais com caráter piloto. Foi discutido algo mais como integração das políticas de energia e de microeletrônica. E novas políticas, como a de regulação, poder de compras.” (ES/MCT)
- “Atentar para a necessidade de definição de uma política de Estado para inclusão da energia solar na matriz energética”. (LS/FINEP)
- “Atentar para a necessidade de o país possuir uma legislação apropriada para a energia solar”. MP/Ideal
- “Como vencer os desafios? Instituir políticas públicas e marco regulatório focados na ampliação do acesso ao serviço de energia. As políticas públicas, como “Luz para Todos” ou PROINFA, que não contempla a energia solar, mas poderia contemplar, podem fazer muito no sentido de atrair os investimentos”. (PL/MDIC)
- “Facilitação e incentivos ao produtor independente para conexão à rede e venda de energia às concessionárias”. (PL/MDIC)

- “Atentar para as atividades da Secretaria de Planejamento Energético do MME, que vem trabalhando proposta de uma política de utilização da geração fotovoltaica conectada à rede. Está em discussão o desenvolvimento e difusão da geração distribuída com sistemas fotovoltaicos. Essa ação conta com o apoio do Programa CTED (Coordenação de Tecnologia Educacional), e consideram-se os exemplos do programa Espanhol”. RZ/IEE-USP
- “Este Centro [CGEE] teria que atuar junto com outras iniciativas que já vem, há alguns anos, trabalhando em um mecanismo de incentivo; junto com o Ministério, onde se estabelece isto. Isto é no Conselho Nacional de Política Energética. E utilizar o grupo de Santa Catarina, que está trabalhando bastante nisto”. (RZ/USP)
- “Implantar regulamentação para o setor conectar-se à rede, pode trazer o volume de mercado necessário para impulsionar a tecnologia”. (WAP/IME)

**Recortes das falas de especialistas quanto a recomendações em RECURSOS HUMANOS para o sucesso de empreendimentos em energia fotovoltaica:**

- “Priorizar o fomento aos recursos humanos”. (ES/MCT)
- “O mercado é altamente inovador e globalizado. Se não houver essa atividade de desenvolvimento da inovação, o tempo de vida da indústria no Brasil será difícil de ser prognosticado”. (JRB/CETEC)
- “Atentar para a priorização da formação de mão-de-obra de grau técnico, para instalar, operar e manter os sistemas fotovoltaicos. MP/Ideal. Na mesma linha, deve-se buscar a capacitação de recursos humanos”. LS/FINEP
- “A tecnologia PV necessita de subsídios; [sugere-se] políticas voltadas para incentivar a tecnologia para atrair investimentos, a exemplo dos países da Europa; [deve-se] investir na formação e na fixação de recursos humanos nos centros de pesquisa e universidades”. (WAP/IME)

## Referências

BRANCO, José Roberto Tavares. Células à Base de Si: Uma de oportunidades com montanhas de desafios, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília.

**Apresentação...** Brasília: CGEE, 2008. 24 slides gerados a partir do software power point.

DINIZ, Antonia Sonia Alves Cardoso. Oportunidades e desafios na cadeia produtiva da energia solar fotovoltaica, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação...** Brasília: CGEE, 2008. 8 slides gerados a partir do software power point.

LUZ, Adão Benvindo da. Caracterização Tecnológica e Processamento de Quartzo para Silício Solar, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília.

**Apresentação...** Brasília: CGEE, 2008. 11 slides gerados a partir do software power point.

RIZZO, Fernando Cosme Assunção; MEDEIROS, Elyas Ferreira de. Apresentação de temas com potencial de impacto nas atividades industriais e de P&D, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação...** Brasília: CGEE, 2008. 21 slides gerados a partir do software power point.

SCHNEIDER, Homero M.. Desafios para a implantação de uma cadeia produtiva em fotovoltaicos no Brasil – algumas reflexões, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação...** Brasília: CGEE, 2008. 13 slides gerados a partir do software power point.

SEQUEIRA, Laercio de. Financiamentos a projetos, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação...** Brasília: CGEE, 2008. 3 slides gerados a partir do software power point.

PINHEIRO, Wagner Anacleto. Oportunidades em PV no Brasil, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação...** Brasília: CGEE, 2008. 11 slides gerados a partir do software power point.

VASCONCELOS, Ado Jorio de. *Materials Metrology Division*, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação...** Brasília: CGEE, 2008. 25 slides gerados a partir do software power point.

SANTOS, Roberto Ferreira. Evolução da Tecnologia, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação...** Brasília: CGEE, 2008. 4 slides gerados a partir do software power point.

LEHMANN, Thomas. *Solar Power*, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação...** Brasília: CGEE, 2008. 6 slides gerados a partir do software power point.

SORIANO, Eduardo. Reuniões/seminários e investimentos em energia solar fotovoltaica, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação**... Brasília: CGEE, 2008. 21 slides gerados a partir do software power point.

MALAMUD, Paulo. Energia solar fotovoltaica subsídios para estudo prospectivo - 2025, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação**... Brasília: CGEE, 2008. 5 slides gerados a partir do software power point.

MOSZKOWICZ, Mauricio; VALLE, Claudia do. Atividades da MPX na área de energia solar fotovoltaica, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação**... Brasília: CGEE, 2008. 18 slides gerados a partir do software power point.

SILVA, José Gerbasi da. Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento na Petrobras, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação**... Brasília: CGEE, 2008. 23 slides gerados a partir do software power point.

ZANESCO, Izete; MOEHLECKE, Adriano. Energia Solar Fotovoltaica: Atividades e Perspectivas, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação**... Brasília: CGEE, 2008. 12 slides gerados a partir do software power point.

MARQUES, Francisco C.. A universidade e o programa fotovoltaico brasileiro, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação**... Brasília: CGEE, 2008. 9 slides gerados a partir do software power point.

ZILLES, Roberto. Aplicações fotovoltaicas no Brasil, In: REUNIÃO INAUGURAL DO COMITÊ DE COORDENAÇÃO DO ESTUDO PROSPECTIVO PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA (2025), 2008, Brasília. **Apresentação**... Brasília: CGEE, 2008. 14 slides gerados a partir do software power point.

CGEE. Gravação da reunião inaugural do comitê de coordenação do estudo prospectivo para energia fotovoltaica (2025). CGEE, 2008. 4 CDs (360 min.).

CGEE, Outubro de 2008