

SITUAÇÃO DA PESQUISA EM CONVERSÃO  
FOTOVOLTAICA (FV) NO PAÍS

M.O.M. de Carvalho

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Coordenação do Programa de Energia, Av. W3 Norte - Q. 511 - Bl. A Brasília - DF - 70.750.

É mostrada a posição da Conversão Fotovoltaica (FV) no contexto de fontes alternativas de energia, o quanto é promissora e a necessidade de se investir em C&T nesta área. São também apresentados em linhas gerais o status desta tecnologia no mundo e a estrutura de planejamento do CNPq para atuar nesta área através da "Cadeia Tecnológica".

- Conversão Fotovoltaica
- Ciência e Tecnologia
- Planejamento de Pesquisa

## 1. INTRODUÇÃO

A Energia Solar tem características bastante interessantes, tais como: ser inesgotável, acessível, mesmo nos lugares mais remotos, dispensando transporte, o que permite prever sua utilização cada vez maior.

O aproveitamento da Energia Solar em sua forma térmica já vem sendo utilizada pelo homem desde tempos remotos, principalmente em aplicações de secagem de produtos agrícolas e pescados. Atualmente a aplicação térmica da Energia Solar ainda é a de maiores perspectivas a curto prazo, entretanto, a nível de planejamento de C&T, se faz necessário um horizonte mais longo e não apenas uma visão imediatista da questão. Neste contexto é que a conversão FV de Energia Solar aparece como uma tecnologia de ponta altamente promissora, principalmente a médio e longo prazo.

A conversão de Energia Solar em Eletricidade diretamente, sem a etapa intermediária de calor é, tecnicamente uma das melhores formas de se aproveitar a energia radiante em uma forma (modo) nobre de energia, sem ficar restrito ao rendimento termodinâmico das transformações de calor em trabalho. Além disto, a célula PV é um dispositivo que faz a conversão da energia radiante em elétrica sem movimento macroscópico, isto é, sem peças móveis como nas máquinas térmicas convencionais, e portanto necessita de mínimos cuidados de manutenção (basicamente limpeza) o que

contribui para que venham a ter uma vida útil muito grande.

Todos estes aspectos criam uma expectativa muito grande de que a conversão FV venha a ser a forma do futuro de aproveitamento da Energia Solar.

Entretanto existem algumas barreiras tecnológicas para a diminuição do custo das Células FV, hoje ainda bastante caras, que encontram-se nas áreas de Ciência dos Materiais, especialmente em: Metalurgia e Física do Estado Sólido onde as técnicas experimentais tem um papel muito importante. Da mesma forma, a nível industrial, faz-se necessário um desenvolvimento tecnológico dos processos e métodos de fabricação destas células. É neste ponto que se encontra a grande interface entre as aplicações de vácuo na indústria e na ciência e o desenvolvimento da tecnologia da conversão FV.

## 2. O PAÍS E O MUNDO

Como pode ser visto na fig. I, as perspectivas de custo estimados em 1975 pelo "Photovoltaic Energy System Program"/US Department of Energy extraído de uma avaliação feita no relatório de Jan/80, são bastante realistas.

A região achuriada se refere ao custo dos sistemas FV, painéis e equipamentos. Relativo a esta curva de custo por potência de pico instalada, temos o custo da energia gerada ao longo da vida do sistema estimada em 20 anos.

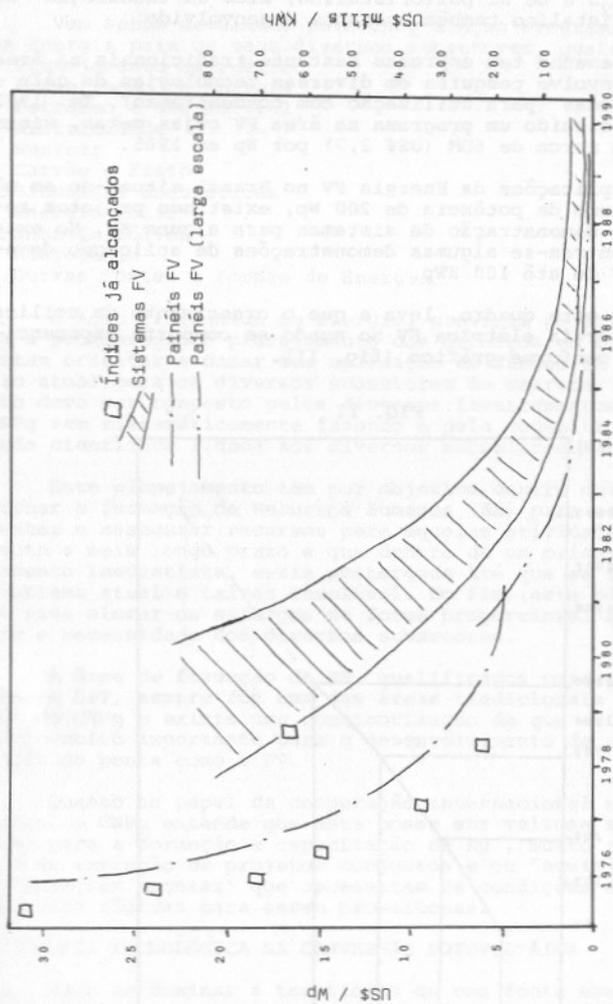
É importante observar que de acordo com o Plano 92 da Eletrobrás, o custo típico da energia elétrica no país situa-se entre 14 e 50 \$/MWh (incluindo transmissão). Guardando as devidas proporções, podemos notar que já nesta década a energia elétrica FV equiparar-se-á, em custo, às fontes convencionais de geração de energia elétrica mais onerosas sem riscos apreciáveis ao meio ambiente e de forma renovável.

Se levarmos em conta outras tecnologias de células FV, como a de Filmes Finos, por exemplo, poderemos esperar resultados ainda mais otimistas num prazo um pouco maior.

Informações recentes indicam que nos USA aumenta progressivamente a participação das empresas privadas nas pesquisas FV, o que garante um crescente investimento na área, antecipando os prognósticos mais otimistas das metas estipuladas pelos programas governamentais. Grande parte dos esforços se concentra nas tecnologias de Si monocristalino. Só "The Photovoltaic Energy System Program" investiu de 1975 a 1979 US\$ 118 milhões.

O Japão também vem desenvolvendo muitas pesquisas, em especial na tecnologia de Si Amorfo através do programa Sun shine.

A França vem aumentando sua produção interna de forma proporcional ao crescimento mundial de celu -



PERSPECTIVAS DE CUSTO DO WP INSTALADO E DO KWh GERADO POR CONVERSÃO F.V. PELA TECNOLOGIA DE SILÍCIO MONOCRISTALINO (DOLLARS DE 1980)

FIG. I

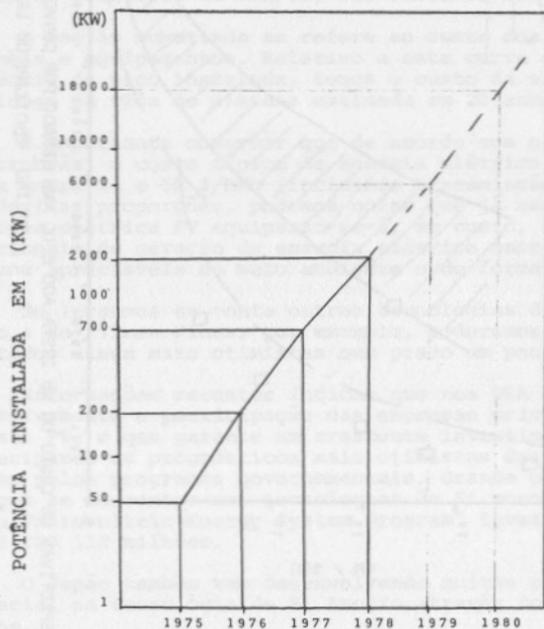
las FV. Existe bastante ênfase nas tecnologias de células de Cds/Cu<sub>2</sub>S e de Si policristalino, além da tecnologia do Si monocristalino também bastante desenvolvido.

A Alemanha tem empresas bastante tradicionais na área FV e desenvolve pesquisa em diversas tecnologias de células avançadas (para utilização com concentração). Em 1972 foi estabelecido um programa na área FV cujas metas, visam atingir a marca de 6DM (US\$ 2,7) por Wp em 1985.

As aplicações da Energia FV no Brasil situam-se em média em torno da potência de 200 Wp, existindo projetos recentes de demonstração de sistemas para alguns KW. No exterior encontram-se algumas demonstrações de aplicação de energia FV de até 100 Kw.

Todo este quadro, leva a que o crescimento da utilização da energia elétrica FV no mundo se comporte exponencialmente, conforme gráfico (fig. II).

FIG. II



CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

### 3. O PAPEL DO CNPq

Vem sendo detalhada pelo CNPq a Ação Programada de C&T em Energia para os seus diversos subsectores, quais sejam:

- Planejamento Energético
- Conservação de Energia
- Petróleo e Gás Natural
- Eletricidade
- Nuclear
- Carvão e Xisto
- Biomassas Energéticas
- Energia Solar
- Energia Eólica
- Hidrogênio
- Outras Fontes e Formas de Energia

A Ação Programada em Energia, prevista no III PBDCT visa a programação e planejamento dos esforços em C&T que permitam orientar e dosar sua aplicação em função de um cenário atual para os diversos subsectores de energia. Este quadro deve ser composto pelos diversos levantamentos que o CNPq vem sistematicamente fazendo e pela consulta à comunidade científica ligada aos diversos subsectores.

Este planejamento tem por objetivo, dentre outros direcionar a formação de Recursos Humanos (RH) para as áreas carentes e assegurar recursos para aquelas atividades de impacto a mais longo prazo e que dentro de um prisma de planejamento imediatista, seria postergada até que se tivesse um problema atual e talvez insolúvel. Em fim, este planejamento visa alocar os esforços de forma proporcional a importância e necessidade dos diversos subsectores.

A área de formação de RH qualificados para as pesquisas em C&T, sempre foi uma das áreas tradicionais de atuação do CNPq e existe uma conscientização de que este é um aspecto muito importante para o desenvolvimento de uma tecnologia de ponta como a FV.

Quanto ao papel da cooperação internacional neste contexto, o CNPq entende que esta possa ser valiosa se direcionada para a formação e capacitação de RH, muito mais do que na execução de projetos conjuntos e ou "aquisição de tecnologias prontas" que necessitam de condições de contorno muito rígidas para serem proveitosas.

### 4. CADEIA TECNOLÓGICA DA CONVERSÃO FOTOVOLTAICA

Para se dominar a tecnologia de uma fonte energética é necessário que se atue em todos os níveis (elos) da cadeia tecnológica desta fonte.

Assim, é apresentado a seguir um fluxograma com as diversas etapas tecnológicas desde a matéria prima ou insumos básicos, até a aplicação final no mercado consumidor conforme mostra a fig. III.

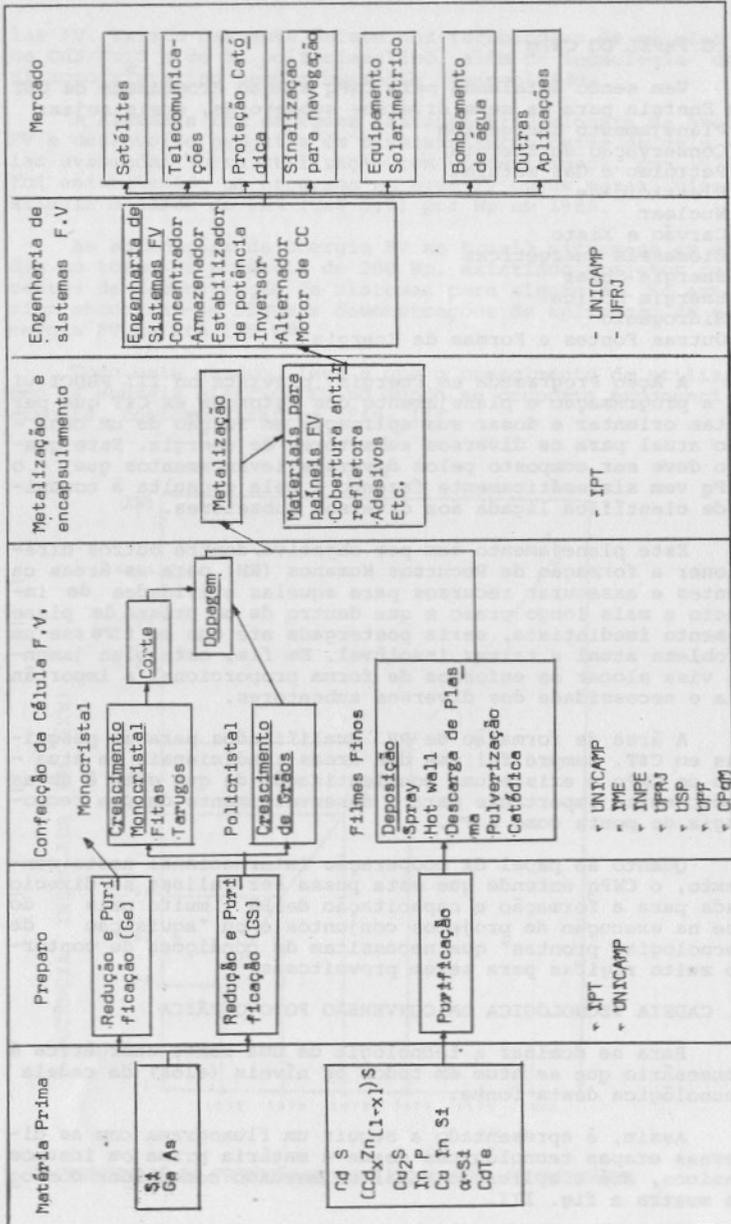


FIG. III

Ao longo das diversas etapas desta cadeia tecnológica são alocadas as diversas instituições de pesquisa do país permitindo já uma visão grosseira das áreas cobertas e daquelas mais promissoras de se investir. A medida que esta for sendo detalhada, outros aspectos importantes poderão ser observados. Nesta etapa deverão ser incluídos alguns aspectos sobre:

- A indústria nacional que como já podemos adiantar, atua em diversas etapas da cadeia tecnológica.
- Necessidade de Formação de Recursos Humanos para cada uma destas etapas.
- Possibilidade de cooperação nacional e internacional
- Etc.

Para se ter uma idéia dos investimentos do setor governamental na área FV ressalte-se que:

- Até 1980 o CNPq tinha catalogado 10 projetos nesta área envolvendo um investimento de  $\approx$  Cr\$ 180 milhões.
- Relatório recente da FINEP indica que na área de Energia Solar foram investidos recursos da seguinte maneira:

Cr\$ 340 milhões - Projetos encerrados (abril/81)  
 Cr\$ 122 milhões - Projetos em execução (Abril/81)  
 Cr\$ 330 milhões - Projetos em análise (Abril/81)

Dos projetos em análise em 1980, 6 eram relativos a pesquisas FV e totalizavam Cr\$ 250 milhões dos quais boa parte encontra-se hoje aprovada.

Por fim, o CNPq entende que a solução energética brasileira deva ser buscada na diversificação das fontes de energia, utilizando-as umas mais, outras menos intensamente de forma compatível com as condições socio-econômicas das diversas Regiões Brasileiras.

Não procuramos a energia que venha substituir o petróleo por si só, mas uma matriz energética que possa suprir cada região com o vetor energético mais conveniente, racionalizando sua utilização.

Neste contexto é que a conversão FV certamente tem um lugar ao Sol.

## 5. OBSERVAÇÕES

Todos os valores monetários apresentados, quando não especificados em contrário, se referem a moeda em questão no ano base de 1980.