

PROJETO “A CARTA DO SOL”

RELATÓRIO TÉCNICO

SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO DA PROMOÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

Coordenador:

Emilio Lèbre La Rovere
LIMA/PPE/COPPE/UFRJ
e-mail: emilio@ppe.ufrj.br

Equipe técnica:

Claudia do Valle
Coordenação Executiva
LIMA/PPE/COPPE/UFRJ
Amaro Pereira
Professor, PPE/COPPE/UFRJ
Marcelo Khaled Poppe
Consultor

LIMA — Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente

PPE — Programa de Planejamento Energético

COPPE — Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

UFRJ — Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, 19 de Agosto de 2011

ÍNDICE

1.	Introdução	1
2.	Análise e Perspectivas da Energia Solar Fotovoltaica (ES-FV) – uma Revisão do Estado da Arte. 3	
2.1.	Aspectos Tecnológicos e de Mercado da Energia Solar Fotovoltaica	5
2.2.	O Papel dos Mecanismos de Incentivo na Política de Promoção da Energia Solar Fotovoltaica (ES-FV).....	10
2.2.1.	Descrição dos Instrumentos	12
2.2.2.	Exemplo de Aplicação desses Instrumentos nos Países com maior Capacidade Instalada de Energia Solar Fotovoltaica	13
3.	Ambiente Político/Regulatório para a Promoção da Energia Solar Fotovoltaica (ES-FV) no Brasil.....	17
3.1.	Arcabouço Regulatório.....	18
3.2.	Mecanismo de Incentivos e Estímulos ao Uso da Energia Solar Fotovoltaica.....	20
3.3.	Instrumentos Econômicos Existentes para a Energia Solar Fotovoltaica no Brasil.....	22
4.	Estratégia de Inserção da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil	27
4.1.	Perspectivas e Mercado Potencial para a Energia Solar Fotovoltaica	28
4.2.	Abordagem da Estratégia para Introdução da Energia Solar Fotovoltaica	36
4.2.1	Identificação da Estratégia	37
4.2.2.	Plantas de Demonstração	37
4.2.3.	Inserção no Mercado.....	39
4.2.3.1.	Leilão de Energia Solar Fotovoltaica	39
4.2.3.2.	Comercialização da Energia Solar Fotovoltaica para as Distribuidoras de Energia.....	40
4.2.3.3.	Comercialização da Energia Solar Fotovoltaica no Mercado Livre.....	41
4.2.4.	Estímulo à Cadeia Produtiva da ES-FV	42
4.2.5.	Barreiras e Desafios para a Introdução da Energia Solar Fotovoltaica.....	44
5.	Conclusões e Recomendações	47
5.1.	Benefícios	47
5.2.	Barreiras.....	48
5.3.	Diretrizes.....	49
5.4.	Propostas de Medidas	50
6.	Bibliografia	53

FIGURAS

Figura 1	Capacidade Instalada da Energia Solar Fotovoltaica (ESF) – Acumulada	3
Figura 2	.....	4
Figura 3	.....	5
Figura 4	.....	6
Figura 5	Preço médio no mercado Spot para algumas categorias (Euro/watt)	7
Figura 6	Preço médio no mercado Spot por Região (Euro/watt)	7
Figura 7	Distribuição Regional da Capacidade de Produção.....	8
Figura 8	.....	9
Figura 9	.....	31
Figura 10	.....	32
Figura 11	.....	32
Figura 12	.....	36
Figura 13	.....	42
Figura 14	.....	43
Figura 15	.....	44

QUADROS

Tabela 1	Eficiência dos Módulos Fotovoltaicos	6
Tabela 2	Mercado de Energia Solar Fotovoltaica no Brasil	9
Tabela 3	Classificação dos Instrumentos de Promoção para Fontes de Energia Renováveis	11
Tabela 4	Net Metering nos EUA	14
Tabela 5	Exemplos das Políticas Adotadas nos Países com Maior capacidade Instalada de Energia Solar Fotovoltaica	15
Tabela 6	Instrumentos de Políticas adotados no Brasil.....	16
Tabela 7	Classificação dos Consumidores	19
Tabela 8	Principais aspectos regulatórios e desafios relacionados à ES-FV	20
Tabela 9	Linhas de Financiamento Disponíveis no BNDES.....	24
Tabela 10	Principais desafios na introdução da ES-FV no mercado brasileiro	27
Tabela 11	Geração de Empregos diretos por ano por Twh	28
Tabela 12	Análise segmentada do mercado fotovoltaico brasileiro	33
Tabela 13	Estimativa de mercado anual em potência instalada (MW)	35
Tabela 14	Estimativa de mercado acumulado em potência instalada.....	35
Tabela 15	Pipeline de projetos no Brasil.....	38

1. INTRODUÇÃO

O setor elétrico brasileiro se destaca internacionalmente pela grande participação de fontes renováveis. De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN), em 2009 aproximadamente 89% da geração de energia elétrica foi proveniente de fontes renováveis, sendo 84% hidrelétrica. Apesar desta característica já ser um fator positivo para o país, seja pela conseqüente baixa emissão de gases de efeito estufa e menor dependência de combustíveis fósseis, se faz necessária a manutenção deste baixo conteúdo de carbono do parque gerador de energia elétrica para que o país continue a crescer de forma sustentável.

O potencial do Brasil em termos de expansão de fontes renováveis que não a hidrelétrica é vasto. Fontes como biomassa (especialmente do bagaço de cana-de-açúcar e resíduos da agroindústria florestal e da indústria madeireira), pequenas centrais hidrelétricas (PCH), energia eólica e energia solar fazem parte desse portfólio.

A primeira obteve relativo sucesso nos leilões de energia nova, tanto que foi viabilizada a construção de mais 4.400 MW de capacidade a partir de tal fonte, de acordo com dados da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). As maiores expansões negociadas, no entanto, aconteceram quando houve algum programa de promoção da fonte, a exemplo do Programa de Incentivo a Fontes Alternativas (PROINFA), os leilões de fontes alternativas em 2007 e 2010 e o leilão de energia de reserva em 2008, que foi exclusivo para biomassa. As PCH's obtiveram um desempenho mais modesto. Sua expansão significativa ocorreu com o PROINFA.

Dentre essas fontes, a energia eólica foi a mais dependente de programas de incentivo, tais como o PROINFA, o leilão de energia de reserva (que foi exclusivo para eólica em 2009) e o leilão de fontes alternativas em 2010. Sua expansão realmente só se deu quando da implantação dessas medidas.

Os resultados dos leilões de energia mostram que biomassa, PCH e energia eólica atualmente já têm potencial de concorrer em igualdade de condições com fontes fósseis. Tal desempenho confirma o sucesso dos programas de promoção de fontes renováveis no Brasil.

No entanto, a energia solar fotovoltaica (ES-FV) foi a única não contemplada nos referidos programas para contratação no Sistema Interligado Nacional (SIN). No PROINFA vislumbrou-se a possibilidade de introduzir a ES-FV entre as fontes do programa, mas posteriormente essa condição foi retirada alegando-se que o seu preço ainda era alto demais. Dessa forma, esta fonte foi adotada somente no âmbito do Luz para Todos (LpT), ficando restrita ao atendimento de domicílios isolados, com potências instaladas e volumes de encomendas reduzidos, notadamente insuficientes para permitir uma dinâmica de inovação e o desenvolvimento no País da cadeia produtiva FV capazes de proporcionar redução de custos.

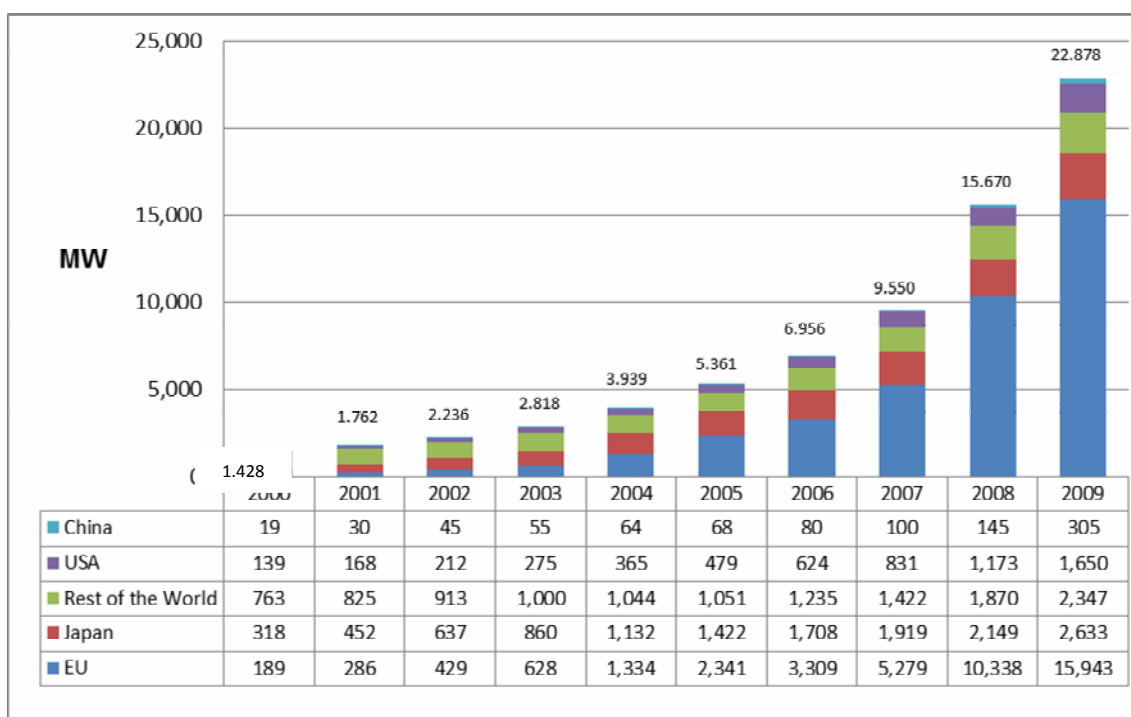
No entanto, a energia fotovoltaica vem experimentando um forte progresso tecnológico no mundo nos últimos anos, acentuado a partir de 2004, ano de regulamentação do PROINFA. Esse desenvolvimento é reflexo do crescimento exponencial dos volumes de produção e de instalação FV

e na queda do custo dessa fonte, ocasionada pelos programas de incentivos para a geração fotovoltaica no mundo.

Nesse contexto, este relatório analisa as perspectivas desta fonte no Brasil, seu desenvolvimento tecnológico a nível mundial, custos e formas de incentivos apropriadas, e propõe caminhos possíveis para a sua promoção no País.

2. ANÁLISE E PERSPECTIVAS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ES-FV) – UMA REVISÃO DO ESTADO DA ARTE

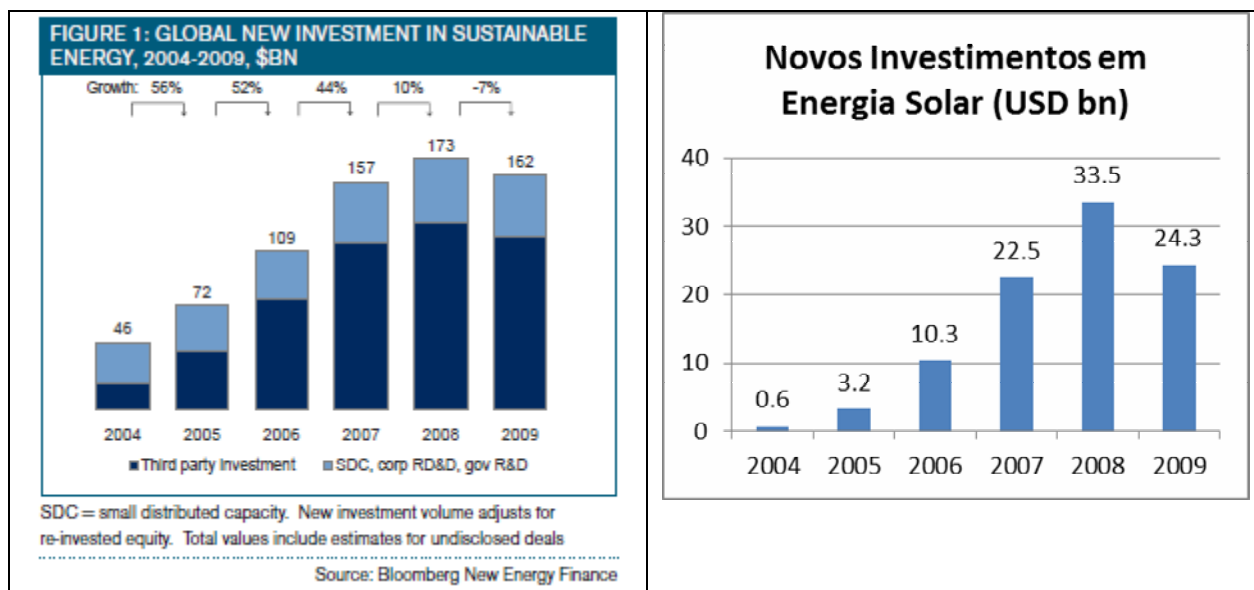
Na última década a tecnologia fotovoltaica emergiu no panorama mundial como uma das tecnologias mais promissoras para a geração de energia elétrica. Dos 1.428 MW instalados em 2000, o mercado cresceu para 22.878 MW em 2009, um crescimento robusto que tende a continuar nos próximos anos. A Europa é a líder no segmento, com cerca de 16 GW de capacidade instalada em 2009 (70% da potência acumulada mundial) – com Japão (2,6 GW) e Estados Unidos (1,6 GW) em seguida. A China desponta como a mais nova potência entrando no mercado, e existe a expectativa de que se torne um dos principais players nos próximos anos.



Fonte: EPIA: Global Market Outlook for Photovoltaics until 2014

Figura 1 Capacidade Instalada da Energia Solar Fotovoltaica (ES-FV) – Acumulada

Embora a crise econômica mundial tenha impactado os investimentos no setor de energias renováveis, que apresentou uma redução de 7%, como um todo, em 2009 (quando comparado ao ano de 2008), o montante investido – 162 bilhões de dólares – foi mais alto daquele observado em 2007, de 157 bilhões de dólares. O setor de ES-FV correspondeu a aproximadamente 20% dos investimentos em 2009 (24 bilhões de dólares), uma redução de 27%, quando comparado aos 33 bilhões de dólares investidos no setor em 2008.



Fonte: Global Trends in Sustainable Energy Investments 2010

Figura 2

Mesmo com a crise financeira de 2008, a capacidade instalada adicional de ES-FV em 2009 foi da ordem de 7,2 GW, um crescimento de quase 15% quando comparado a 2008, mesmo com a redução de 27% no total de investimento no setor. Uma análise do mercado da energia solar fotovoltaica nos fornece algumas explicações para o comportamento dos investimentos no setor:

- ▣ Entre o final de 2008 até o final de 2009, o preço do módulo fotovoltaico caiu cerca de 50%, uma vez que o segmento industrial fotovoltaico – desde o fabricante do silício grau solar até o de montagem de painéis – tinha feito pesados investimentos na ampliação da produção. Com a crise, houve um excesso de oferta de equipamentos, o que resultou na redução do preço do módulo fotovoltaico, permitindo assim a expansão da demanda de 7,2 GW em 2009.
- ▣ Com a redução do preço do módulo fotovoltaico, caiu também o valor em dólar que foi investido na ampliação da produção, e o desempenho financeiro do investimento em solar caiu. Além disso, a percepção de risco dos investidores (*venture capital* e *public markets*) em novas empresas de energia solar e a escassez de financiamento da dívida bancária para projetos na Europa e na América do Norte (um problema que afetou também a indústria eólica) reduziu os investimentos nesse setor e explica a redução de 27% entre 2008 e 2009.
- ▣ Outro fator que impactou a indústria da energia solar foi a situação do mercado na Espanha, que reduziu substancialmente os incentivos de mercado para apoio à energia solar fotovoltaica em 2009.

Recente publicação do *World Economic Forum* (2011) mostra que em 2010 o investimento no setor de energias renováveis atingiu 243 bilhões de dólares, devido ao apoio dos governos de diversos países que aportaram cerca de 194 bilhões de dólares¹ em “*stimulus funding*”. A indústria de energia solar fotovoltaica, que já se beneficiava da redução dos preços dos módulos fotovoltaicos, teve a adição de mais 18,4 GW de nova capacidade instalada em 2010, dos quais 7,6 GW somente na Alemanha. Vale ressaltar que o forte crescimento dessa fonte na Alemanha resultou, além das conjunturas de mercado descritas acima, do eficiente sistema de incentivo para a promoção de fontes renováveis existente neste País.

2.1. Aspectos Tecnológicos e de Mercado da Energia Solar Fotovoltaica

Tecnologia

Atualmente mais de 90% dos módulos fotovoltaicos são à base de células de silício (c-Si), e é esperado que esta tecnologia se mantenha como a principal durante os próximos anos (IEA, 2008). Esta tecnologia está já bem consolidada e utiliza o silício de grau solar como a principal matéria-prima. Portanto, o seu preço e disponibilidade, bem como o aumento da eficiência no processo de utilização do silício, interferem diretamente no custo final do módulo fotovoltaico.

A produção de módulos de silício (c-Si) tipicamente envolve a produção de lingotes de silício, o corte dos lingotes para fazer as células solares, e o interligamento elétrico das células, seguido do encapsulamento, formando o módulo. Os módulos podem ser de silício monocristalino (sc-Si) ou multicristalino (mc-Si). Os módulos de silício monocristalino possuem custos mais altos do que os multicristalino, mas são também mais eficientes. Recentemente a tecnologia baseada em *ribbon* vem se desenvolvendo e permite a utilização de menores quantidades de silício, para uma eficiência semelhante ao do módulo de silício multicristalino.

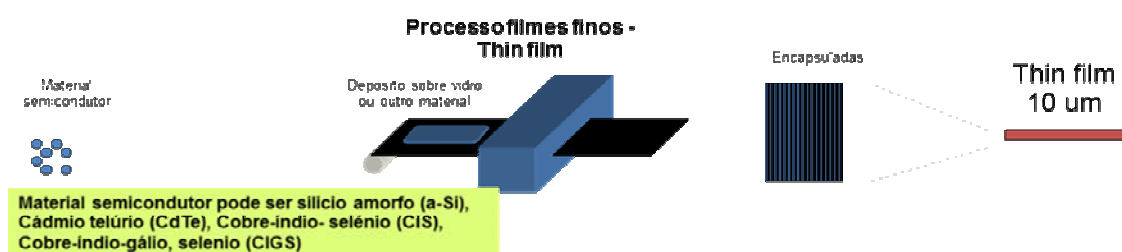


Fonte: Black & Veatch, 2010

Figura 3

¹Para garantir a manutenção da indústria de fontes energéticas renováveis durante a crise, o aporte governamental de recursos correspondeu a 65,1 bilhões de dólares nos Estados Unidos, 46,1 bilhões de dólares na China, 32,2 bilhões de dólares na Coreia do Sul e 15,2 bilhões de dólares na Alemanha.

A tecnologia de filmes finos possui uma abordagem de fabricação completamente diferente. Consiste no depósito de camadas extremamente finas de materiais fotossensíveis, sobre um suporte de baixo custo, como vidro, aço inox ou plástico. A primeira tecnologia de filmes finos produzida foi o silício amorfo (a-Si). Mais recentemente, outras tecnologias foram desenvolvidas na área de semicondutores compostos como telureto de cádmio (CdTe) e disseleneto de cobre-indio (CIS) – nesse caso podendo ainda adicionar pequenas quantidades de gálio, produzindo a tecnologia CIGS, o que aumenta um pouco a eficiência. A camada do filme varia de 40-60 µm para o silício amorfo para menos de 10 µm para o CdTe.



Fonte: Black & Veatch, 2010

Figura 4

A tabela a seguir mostra a eficiência atual e esperada para os próximos anos:

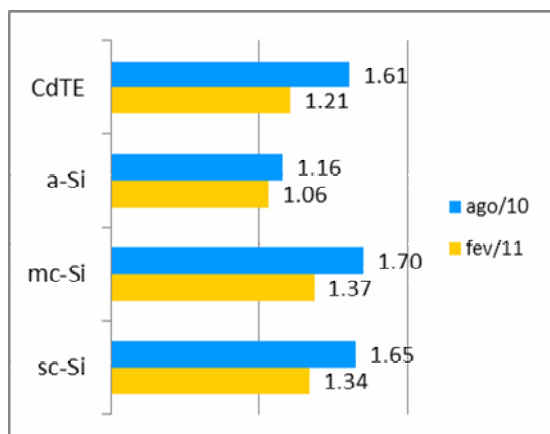
Tabela 1 Eficiência dos Módulos Fotovoltaicos

Tecnologia	2010-2015	2015-2020	2020-2030
Silício			
Monocristalino	17-20%	23%	25%
Multicristalino	14-17%	19%	21%
Filmes finos			
Cd -Te	12%	14%	15%
CIS/CIGS	14%	15%	18%
Si-a	10%	12%	15%

Fonte: IEA, Solar PV Roadmap Targets, 2009

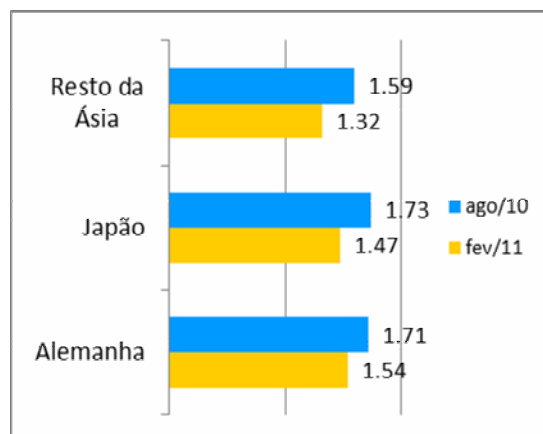
Mercado

De acordo com dados da revista Photon International (2011), o preço do mercado spot dos módulos fotovoltaicos vem apresentando uma tendência de queda nos últimos meses. Esses valores são calculados a partir de uma pesquisa com os principais fabricantes e refletem valores médios.



Fonte: Revista Photon International, Fevereiro, 2011

Figura 5 Preço médio no mercado Spot para algumas categorias (Euro/watt)



Fonte: Revista Photon International, Fevereiro, 2011

Figura 6 Preço médio no mercado Spot por Região (Euro/watt)

A distribuição regional da produção varia significativamente dependendo do tipo de produção e sua posição na cadeia de valor. Dados de 2009 (EPIA, 2010), mostram que a produção de células e de módulos de silício é dominada pela China e Taiwan (acima de 50% em ambos os casos). A capacidade de produção na Europa contabiliza cerca de 20% da produção de células de silício e 30% dos módulos. No Japão, a produção das células e módulos de silício ficam abaixo de 10% e nos Estados Unidos em torno de 5%.

Quando consideramos a produção de silício grau solar a situação muda: cerca de 40% da produção é localizada nos Estados Unidos, seguido por Europa e China. Importante ressaltar que a produção do silício é dominada por apenas algumas empresas e essa matéria prima é extremamente impactante no custo final do módulo fotovoltaico. Em um cenário de escassez de silício, o valor no mercado spot pode atingir 500 USD/kg, em comparação a contratos de longo prazo que permitem um custo mais razoável: em torno de 80-100 USD/kg.

No que diz respeito aos Filmes Finos, a Europa é líder, com 30% da produção, devido principalmente à localização na Alemanha da principal empresa nessa área, a First Solar.

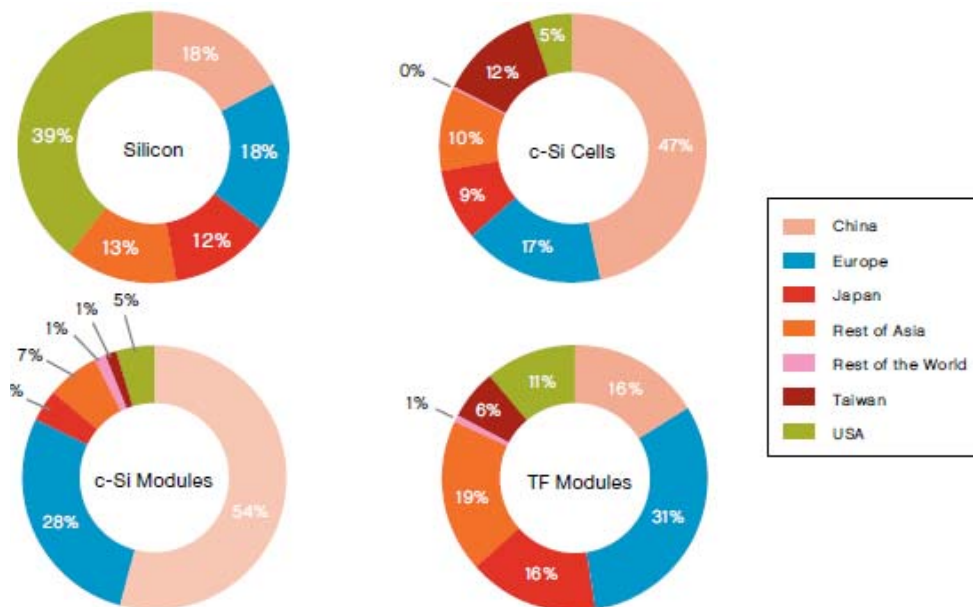


Figure 23 - Production of Silicon, c-Si cells, c-Si Modules and Thin Film modules by geographies in 2009

Fonte: EPIA, 2010

Figura 7 Distribuição Regional da Capacidade de Produção

A Figura a seguir mostra a evolução da oferta e demanda da ES-FV na última década. Durante os anos de 2002 e 2003, em função da pequena quantidade da demanda (menos de 1 GW por ano) os mercados locais eram supridos pela produção local. De 2004 em diante, no entanto, uma quantidade significativa de módulos japoneses² foi importada pela Europa para suprir o rápido crescimento da demanda. Atualmente o mesmo fenômeno ocorre com os módulos chineses, beneficiados principalmente pela mão de obra barata. Hoje mais de 50% da produção dos módulos são chineses, contra menos de 15% em 2006. No entanto, de acordo com dados da EPIA 2010, em torno de 50-55% do valor total dos sistemas fotovoltaicos³ é criado próximo ao mercado final, dos quais 80% são localizados na Europa.

²Inicialmente os japoneses puderam se organizar melhor na fabricação de células e módulos fotovoltaicos para suprir a demanda externa devido ao desenvolvimento de sua indústria eletroeletrônica, que utiliza silício grau eletrônico.

³ Que compreende módulos, inversores, cabos, estrutura, etc, bem como os custos e as margens do mercado atacadista e dos instaladores. A maior parte dos equipamentos, assim como uma parte da matéria prima usada na produção dos módulos, é exportada da Europa e dos Estados Unidos para as fábricas de módulos fotovoltaicos na Ásia.



Fonte: EPIA, 2010

Figura 8

Tabela 2 Mercado de Energia Solar Fotovoltaica no Brasil

No Brasil, o mercado de ES-FV é incipiente e sempre esteve ligado a programas de eletrificação rural e acesso a energia elétrica. Um dos exemplos é o PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios). O programa foi lançado em 1994 e teve diversas fases, totalizando um investimento da ordem de US\$ 37,2 milhões para instalação de aproximadamente 9 mil sistemas fotovoltaicos totalizando 5.112 kWp. Atualmente este programa encontra-se em fase de reestruturação pois houve uma série de problemas na sua execução como manutenção dos equipamentos, sustentação do programa e até roubo e sucateamento dos equipamentos instalados. A reestruturação do PRODEEM prevê a revitalização dos módulos fotovoltaicos instalados e a sua incorporação ao Programa Luz para Todos.

Além do PRODEEM, outras iniciativas, todas voltadas para eletrificação rural, incentivaram o uso da ES-FV no Brasil: Programa de Combate à Pobreza do Banco Mundial, para pequenas comunidades no Estado da Bahia; Eletrificação de Comunidades Ribeirinhas da Eletrobrás; Instalações de Cerca Elétrica da Associação de Pequenos Proprietários do Estado da Bahia, etc.

De acordo com Zilles (2005) e (2008), o Brasil conta com apenas 152,5 kWp conectados à rede de energia elétrica. A maioria desses sistemas é proveniente de universidades ou de empresas que utilizaram sistemas fotovoltaicos no âmbito de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento.

Apenas recentemente, algumas iniciativas vêm ganhando espaço, procurando pavimentar o caminho tanto a nível de mercado, como a nível de conhecimento e operação de sistemas fotovoltaicos

conectados à rede, identificando gargalos e barreiras e procurando mostrar a importância dessa fonte para o Brasil:

- Usina Solar Fotovoltaica de Tauá – Iniciativa da MPX Energia, a usina de 1 MW de capacidade instalada é a primeira usina solar conectada à rede e entrará em operação em 2011. De acordo com informações da empresa foram investidos R\$ 10 milhões na planta (para construir a infra-estrutura inicial) e existe licenciamento ambiental para mais 4 MW.
- Megawatt Solar – Projeto da Eletrosul / KfW de 1 MW a ser instalado em prédio da Eletrosul e conectado à rede de energia elétrica. Pretendem comercializar a energia no mercado livre para consumidores incentivados e montar a estrutura para ter um “Selo Solar” para este projeto, tendo o Instituto Ideal como entidade executora e de monitoramento.
- CEMIG – pretendem instalar 3 MW de energia solar fotovoltaica no município de Sete Lagoas, interligados à rede de energia elétrica. Este projeto está no âmbito do programa de P&D da ANEEL e faz parte do projeto “Cidades do Futuro”. Tem como parceria a empresa Solaria e serão construídas 3 unidades: uma de 2,5MW, que será a parte comercial, a segunda área onde ocorrerão os testes de tecnologia e a terceira que será destinada à pesquisa. O valor do empreendimento é em torno de R\$ 25 milhões e o custo de geração estimado em torno de 600 R\$/MWh.
- Estádios solares – Várias iniciativas para a instalação de energia solar em Estádios estão surgindo, principalmente viabilizado pela Copa do Mundo de 2014. Entre eles podemos citar: Mineirão, projeto com a CEMIG de 1,4 MW; Pituvaçu, projeto com a COELBA de 400 kWp; Maracanã, projeto com a Light de 3 MW.

Todos estes projetos tem o potencial de acrescentar ao parque gerador brasileiro cerca de 13 MW de ES-FV (sem considerar todos os Estádios de Futebol existentes).

Fora os projetos de P&D todas essas iniciativas ainda estão carecendo de uma política que fomente uma estrutura adequada de comercialização/mercado para sua viabilidade comercial.

2.2. O Papel dos Mecanismos de Incentivo na Política de Promoção da Energia Solar Fotovoltaica (ES-FV)

A maioria dos países com significativa capacidade instalada de ES-FV possui na sua base uma política de incentivo que consegue subsidiar os custos de geração da energia solar fotovoltaica de forma adequada e eficiente. A motivação por trás destes subsídios compreende uma visão mais abrangente de estimular e aumentar a participação de fontes renováveis em suas matrizes energéticas, justificada pelas questões de segurança energética, mudanças climáticas e atendimento às metas estabelecidas pela União Europeia. A fonte solar entra no pacote, com o objetivo de aumentar a curva de aprendizado da tecnologia, baratear os seus custos no mercado e também para o

desenvolvimento da indústria de equipamentos fotovoltaicos. É o caso da Alemanha, Estados Unidos, Espanha⁴ e Japão, países com a maior capacidade instalada acumulada, atualmente.

Como vimos no item anterior, cerca de 50 a 55% da cadeia de valor da indústria fotovoltaica atualmente é gerada próximo ao consumidor final – o que nos faz pensar qual a melhor estratégia para o Brasil atuar mais ativamente nesse mercado, uma vez que a China está se destacando na produção de células e módulos fotovoltaicos.

Dentre os mecanismos de incentivo existentes, podemos diferenciar dois tipos: mecanismos diretos e indiretos.

Os mecanismos diretos compreendem medidas de incentivo imediato à promoção de fontes renováveis; e os indiretos procuram melhorar as condições de infra-estrutura física, financeira e regulatória no longo prazo. Além dos instrumentos regulatórios, existem também os voluntários, baseados no desejo do consumidor em pagar uma tarifa “Premium” para consumir eletricidade verde. Outro critério de classificação desses instrumentos é se são baseados no “preço” ou na “quantidade” ou se eles apóiam o “investimento” ou a “geração”.

A Tabela a seguir apresenta uma classificação dos instrumentos existentes:

Tabela 3 Classificação dos Instrumentos de Promoção de Fontes de Energia Renováveis

	Foco	Direto		Indireto
		Preço	Quantidade	
Regulatório	Investimento	Incentivo ao Investimento Tax credits Low Interests /Soft Loans	Sistema de leilão (tendering system for investment grants)	Taxas ambientais Simplificação dos procedimentos de autorização
	Geração	Feed-in tariffs Fixed Premium System	Sistema de leilão para contratos de longo prazo Sistema de Quotas com Certificado Verdes	Taxas de conexão, balanceamento de custos
Voluntário	Investimento	Programa de Acionistas (shareholders program) Programas de contribuição		Acordos Voluntários
	Geração	Tarifas Verdes	Acordos voluntários com definição de quantidade e certificados verdes	

⁴ A Espanha retirou o subsídio existente para energia solar fotovoltaica após a crise econômico-financeira de 2008/2009.

2.2.1. Descrição dos Instrumentos

Instrumentos regulatórios baseado no “preço”

- ▣ Geradores de eletricidade a partir de energia renovável recebem apoio financeiro, definido pelo governo, na forma de subsídio por capacidade instalada (kW) ou um pagamento por kWh gerado e vendido.
- ▣ Foco no investimento: o apoio financeiro é dado por subsídios ao investimento, empréstimos em condições favoráveis (com taxas de juros mais baixas), redução ou isenção tributária (normalmente por unidade de capacidade de geração)
- ▣ Foco na geração: o apoio financeiro é uma tarifa Premium fixa (Feed-in Tariff), que consiste no valor total do custo da ES-FV; ou um valor Premium que compreende a diferença entre o custo da energia convencional e o custo da geração da ES-FV. Nesse tipo de mecanismos, normalmente instituições governamentais pagam a concessionárias de energia elétrica acima do valor da energia convencional (pagamento por unidade de energia gerada)

Instrumentos regulatórios baseados na “quantidade”

- ▣ O governo define o nível desejável de geração ou de penetração da fonte no mercado.
- ▣ Foco no investimento: Licitação de projetos para subsidiar uma parte do investimento (a fundo perdido).
- ▣ Foco na geração: Sistema de leilão, onde é feita uma chamada pública, para determinada capacidade. A competição entre os empreendedores leva ao menor preço. Os ganhadores recebem então uma tarifa garantida por todo o tempo do contrato – tempo este que deve ser suficiente para garantir o investimento.
- ▣ Foco na Geração: Quota com certificados verdes (na Europa conhecido como Certificados verdes negociáveis, e nos Estados Unidos e Japão como “renewable portfolio standard”). Funciona da seguinte forma:
 - Os geradores de eletricidade ou as empresas distribuidoras de energia (dependendo de quem está envolvido na cadeia de oferta da eletricidade) são obrigados a ofertar/comprar uma dada quantidade de eletricidade a partir de fontes renováveis. Na data da comprovação da obrigação, os geradores ou as distribuidoras têm que apresentar um número de certificados verdes compatíveis com a meta estipulada pelo governo, para demonstrar o atendimento. Os certificados podem ser obtidos de três formas diferentes: a partir da geração de energia renovável própria; a partir da compra da geração da energia renovável e de seus certificados verdes, de outros geradores; Ou com a compra somente dos certificados verdes, sem comprar a geração da energia renovável (que deve ser colocada na rede para fins de comprovação).

Acordos Voluntários

- ▣ Este tipo de estratégia é principalmente baseada no desejo de consumidores pagarem um preço premium por fontes de energia renovável, devido, por exemplo, às preocupações relativas ao aquecimento global.
- ▣ Focados no investimento: programas de acionistas, doações para fundos de fomento, etc
- ▣ Focados na geração: Pagamento de tarifas diferenciadas para cobrir os custos da energia renovável. Pode haver um selo verde ou não.

2.2.2. Exemplo de Aplicação desses Instrumentos nos Países com maior Capacidade Instalada de Energia Solar Fotovoltaica

Os países que possuem maior capacidade instalada acumulada de energia solar fotovoltaica utilizaram a “Feed-in tariff” e/ou subsídios ao investimento e incentivos fiscais e financeiros, para sua introdução em larga escala. A tabela a seguir mostra os principais resultados alcançados e uma análise da efetividade dos instrumentos. Vale ressaltar, que devido à crise, em 2008 a Espanha reduziu drasticamente os subsídios para ES-FV e estipulou o limite de 500 MW como teto anual de capacidade a ser adicionada. Em função disso, a capacidade adicionada anualmente se reduziu de 2,6 GW em 2008 para 369 MW em 2010, e tende a ficar nessa ordem de grandeza nos próximos anos.

O Japão, antes do terremoto que o abalou no início de 2011, instalou cerca de 990 MW em 2010, e é preciso avaliar como será o desenvolvimento do setor de energia durante esse ano de 2011 – até 2010, a mola propulsora por trás do desenvolvimento da ES-FV era o fato de cerca de 50% do investimento ser subsidiado pelo governo.

Os Estados Unidos, apesar dos benefícios fiscais e esquemas de depreciação acelerada no nível federal, somente nos estados onde há incentivos paralelos para ES-FV esta fonte se desenvolveu. É o caso da Califórnia e de Nova Jersey. A Califórnia estabeleceu descontos fiscais para instalações residenciais e comerciais. E Nova Jersey, além dos descontos introduziu um sistema de quotas. Outro fator que beneficiou a ES-FV nos Estados Unidos foi o sistema de “Net Metering”, conforme apresentado no Quadro a seguir. “Net Metering” é um sistema oferecido pelas concessionárias de energia para clientes que querem instalar ES-FV, para gerar sua própria eletricidade. Nesse sistema, existe um medidor que registra a quantidade total de eletricidade gerada, a que é consumida e aquela que é colocada na rede. A eletricidade colocada na rede é então comprada pela concessionária, por uma tarifa Premium.

A Alemanha segue como líder de mercado, beneficiada por uma política de longo prazo e tarifas atrativas para os investidores. Além disso, vale mencionar que o estrondoso crescimento da ES-FV foi motivado pelo fato de que toda a energia gerada a partir de fonte solar (em telhados) era conectada à rede e recebia uma tarifa Premium. Dentre os princípios do desenho do instrumento de promoção na Alemanha temos:

- ▣ Estabelecimento de um quadro regulatório claro, definindo para o mercado os objetivos e garantindo a segurança do investimento no longo prazo;

- ▣ Definição de uma tarifa premium capaz de estimular o mercado
- ▣ Garantia do acesso para a conexão à rede
- ▣ Definição dos parâmetros técnicos e operacionais para a conexão à rede.

Atualmente a Alemanha vem discutindo o “Net Metering”, mas para manter a atratividade da ES-FV é possível que seja pago um bônus pelo autoconsumo da energia, mantendo a tarifa Premium para aquela energia que é colocada na rede de energia elétrica.

Tabela 4 Net Metering nos EUA

Segundo a lei federal dos EUA, as concessionárias devem permitir que produtores independentes de energia possam se conectar à rede elétrica, e elas têm de comprar a eletricidade excedente gerada pelos produtores independentes. Muitos estados têm ido além das exigências mínimas da legislação federal, permitindo medição líquida (*net metering*) para os clientes com sistemas fotovoltaicos. Com a medição líquida, o medidor do cliente pode girar para trás quando o sistema solar elétrico produz mais energia do que o necessário ao funcionamento de suas instalações.

Um inversor converte a corrente contínua produzida pelos módulos fotovoltaicos em corrente alternada que corresponda exatamente à voltagem e à frequência da eletricidade fluindo na linha da concessionária. O sistema também deve atender aos requisitos de qualidade e segurança da rede elétrica. A energia excedente é então introduzida na rede elétrica e vendida para a concessionária ao preço *spot*. Em caso de falta de energia, chaves de segurança no inversor desligam automaticamente o sistema fotovoltaico da linha.

Em termos práticos, a rede elétrica funciona como se fosse uma bateria para o cliente, o que lhe poupa a despesa adicional de compra e manutenção de um sistema de baterias. Geralmente, o método preferido de contabilizar a eletricidade, *sob net metering*, usa um medidor único reversível. Uma alternativa é a medição dupla, em que os clientes ou a concessionária instalam dois medidores contínuos que meçam os fluxos elétricos em cada sentido separadamente.

A medição dupla aumenta os gastos de instalação de um sistema fotovoltaico. A tendência atual nos EUA vai na direção de um medidor único reversível. Algumas concessionárias são contra a medida líquida porque acreditam que pode ter um impacto financeiro negativo sobre elas (deixam de faturar e ainda têm de pagar por uma tarifa elevada pela energia que é injetada em sua rede). No entanto, alguns estudos têm mostrado que a medição líquida pode beneficiar algumas concessionárias. Sistemas FV ligados à rede podem evitar o custo de transmissão e distribuição de energia, além de aumentar a confiabilidade e a qualidade da energia elétrica na rede e, em alguns casos, gerar energia nos períodos de pico.

Tabela 5 Exemplos das Políticas Adotadas nos Países com Maior capacidade Instalada de Energia Solar Fotovoltaica

	Estados Unidos	Japão	Alemanha	Espanha
Capacidade Instalada ES-FV 2010 (GW)	2,7	3,6	17,1	3,8
Capacidade adicionada em 2010 (MW)	983	990	7,4	369
Instrumento adotado	Incentivos fiscais Subsídios aos investimentos	Incentivos fiscais Subsídios aos investimentos	Feed-in Tariffs Subsídios ao investimento Empréstimos com baixas taxas de juros (soft loans)	Feed-in Tariffs Subsídios ao investimento Empréstimos com baixas taxas de juros
Principal característica	A junção de incentivos federais e estaduais vem propiciando a introdução dessa fonte	Incentivo ao investimento de 50%	As instalações fotovoltaicas são conectadas à rede e o gerador (residencial ou comercial) recebe a tarifa Premium por toda a energia gerada	
Custo (US cent/kWh)	0,48	0,35	0,65	0,42
Indicador de efetividade da política ⁵	10%	20%	20%	5%

⁵ Fonte: Deploying Renewables – IEA, 2009

Tabela 6 Instrumentos de Política adotados no Brasil

No Brasil, tivemos a adoção do PROINFA (Lei 10.438/2002), como um mecanismo de incentivo direto, voltado para a promoção da energia eólica, biomassa e PCHs. Este instrumento foi primordial para promover no país a indústria de energia eólica, e para reduzir os custos de geração dessa fonte no mercado brasileiro. O PROINFA estabeleceu uma tarifa Premium a ser paga por um período de 20 anos, para uma capacidade máxima de 3.300 MW. Paralelamente também houve “incentivos ao investimento” pelo BNDES, oferecendo empréstimos a taxas de juros mais baixas, exigindo para isso um índice de nacionalização nos projetos. Para viabilizar o investimento, foi oferecido pelo BNDES financiamento de longo prazo na modalidade Project Finance com participação de recursos do BNDES em até 75% dos ativos totais do projeto, a um custo compatível com as tarifas do PROINFA e seus índices de reajuste, reduzindo assim as incertezas para os investidores. Isso foi possível graças à estrutura de garantias montada para os projetos enquadrados no PROINFA, com a interveniência da Eletrobrás na arrecadação dos recursos, bem como no baixo risco de não pagamento por parte dos consumidores. O maior risco da operação residia nas incertezas quanto à performance dos projetos, principalmente no caso de usinas eólicas, pois havia poucas informações sobre a performance dos aerogeradores em sítios brasileiros.

O PROINFA, entretanto, não atingiu completamente seus objetivos. A geração elétrica a biomassa, por exemplo, não apresentou projetos suficientes para completar a cota de 1.100 MW, pois os empreendedores entendiam que poderiam conseguir preços melhores para a energia gerada em outras modalidades de contratação. Assim, a capacidade instalada necessária para completar os 3.300 MW do PROINFA foi atingida a partir da contratação de outros empreendimentos eólicos e baseados em PCHs. Dos 3.299,40 MW contratados na primeira etapa do programa, 1.191,24 MW são de 63 PCHs; 1.422,92 MW são de 54 usinas eólicas; e 685,24 MW são de 27 usinas à base de biomassa.

No caso da energia eólica, vem se notando atrasos na entrada em operação da maior parte das usinas devido a uma série de fatores. Em termos de legislação, a demora na regulamentação do programa pelo governo gerou incertezas sobre a divisão de competências, condições de aquisição de energia e prazos de contratação. Houve também problemas relacionados à obtenção de licenças ambientais por conta de fatores jurídicos, técnicos e financeiros. Já em termos de mercado, os principais problemas foram o financiamento e o acesso de empreendedores ao crédito, o valor econômico dos projetos, a falta de segurança para investidores e o índice mínimo de nacionalização.

Alguns projetos de biomassa tiveram dificuldade de conexão à rede elétrica. Este fato foi mais bem encaminhado somente com a definição das ICGs⁶ a partir do Leilão de reserva de biomassa em 2008. A formação de condomínio de geradores na contratação de serviços de transmissão de energia elétrica tem se mostrado fundamental para a viabilização da expansão da capacidade de geração instalada a partir de fontes alternativas em regiões com pouca ou nenhuma capilaridade de redes de transmissão e de sub-transmissão.

Vale ressaltar, no entanto, que existem expectativas sobre a real implantação desses projetos. Isso porque, além do preço, a exemplo do que ocorreu no Reino Unido nos leilões de eólicas o fator de capacidade projetado na maioria dos projetos foi da ordem de 40-50%. Dados do ONS vêm apresentando para os projetos do PROINFA um fator de capacidade da ordem de 30-35%, bem abaixo do projetado para os novos projetos, o que pode impactar negativamente o fluxo de caixa do projeto.

⁶ICGs: Instalações de Interesse Exclusivo de Centrais de Geração para Conexão Compartilhada. Definidas pelo Decreto 6.460 de 20 de maio de 2008, consistem em um arranjo que permite a repartição dos custos entre diversas usinas, seja eólica, a biomassa ou PCH.

3. AMBIENTE POLÍTICO/REGULATÓRIO PARA A PROMOÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ES-FV) NO BRASIL

A expansão mundial da ES-FV é fortemente baseada em políticas de promoção que estabelecem mecanismos de incentivo e instrumentos econômicos compatíveis, alavancando assim a indústria e levando à redução de custos significativos da tecnologia nos últimos 10 anos. Além disso, a maioria desses países possui uma política de P&D+I, o que tem possibilitado avanços tecnológicos, ou mesmo o desenvolvimento de novas rotas tecnológicas.

De acordo com a a previsão da Agência Internacional de Energia (IEA, Solar Roadmap Targets, 2009), a geração de eletricidade a partir de ES-FV atingirá 5% do consumo mundial em 2030 e 11% em 2050. O “roadmap” assume uma taxa de crescimento anual do mercado em torno de 17%, atingindo 200 GW de capacidade instalada. Se observarmos o crescimento da capacidade de ES-FV do ano de 2010, e assumirmos que o crescimento anual nos próximos anos terá a mesma ordem de grandeza, a previsão do IEA se confirmará adequadamente. Uma das principais justificativas que o “roadmap” traz para esse crescimento é baseada na perspectiva da paridade de custos com a energia consumida da rede de energia elétrica, que é prevista de ser alcançada nos próximos anos.

De fato a paridade facilitará a adoção de sistemas de “net metering”. No entanto é importante mencionar que até hoje, a motivação do consumidor residencial em implementar ES-FV foi o fato de poder conectar toda a sua geração de energia à rede e receber a tarifa Premium integralmente. A Alemanha, principal País em capacidade instalada, vem discutindo implementar o “Net Metering”, mas possivelmente garantindo um bônus para o consumidor residencial em cima da ES-FV consumida, e a tarifa Premium para aquela que for colocada na rede de energia elétrica. Portanto, para expandir e iniciar um mercado de ES-FV em residências deve-se estar atento a essa questão motivacional.

Deve-se também mencionar que um dos principais gargalos para a redução do preço da ES-FV é o silício. Existem poucos “players” mundiais, e embora recentemente se observe a entrada de algumas empresas (como a Timminco, por exemplo) no desenvolvimento da rota metalúrgica para obtenção de silício grau solar (menos cara que a rota tradicional para a obtenção do silício grau eletrônico), essa matéria prima ainda possui gargalos na sua comercialização para a cadeia fotovoltaica. O Brasil possui reservas de silício e poderia se beneficiar desse mercado, podendo inclusive alavancar a produção de células com custos mais baixos que os observados atualmente.

Portanto, em virtude dessas tendências mundiais é preciso avaliar qual o papel e a participação que o Brasil poderá ter para o desenvolvimento e aplicação dessa tecnologia, e assim se beneficiar do aprendizado necessário para garantir um espaço estratégico dessa fonte na matriz, ampliando assim as suas características de sustentabilidade.

Entre as principais forças para justificar uma maior introdução da ES-FV na matriz, podemos citar:

- ▣ Diversidade da matriz energética
- ▣ Incentivo à redução de custos de uma fonte de energia limpa e com excelentes perspectivas futuras na matriz energética nacional
- ▣ Desenvolvimento de uma indústria nacional, com geração de tecnologia e empregos
- ▣ Potencial solar abundante no País
- ▣ Baixa Confiabilidade do Sistema de T&D no Brasil – Blackouts.
- ▣ Alta demanda de eletricidade nos horários de pico de estabelecimentos comerciais em sistemas urbanos – ar condicionado.

Os itens a seguir apresentam o ambiente (regulatório/político e econômico) que permeia o atual desenvolvimento da ES-FV no Brasil.

3.1. Arcabouço Regulatório

A atividade de geração de energia elétrica é regida pelas Leis n° 10.847 e 10.848, de 15 de março de 2004, além do Decreto 5.163, de 30 de julho de 2004, que são os marcos do modelo regulatório do setor elétrico brasileiro. Esta legislação, entretanto, não dispõe sobre regulamentação específica para ES-FV. Por outro lado, para o atendimento direto de consumidores isolados, ou via sistemas elétricos isolados, incluindo aplicações individuais ou coletivas, há no Brasil uma regulamentação bem detalhada do atendimento dos consumidores finais com sistemas de ES-FV no âmbito da concessão de serviço público de energia elétrica, como pode ser visto nas Resoluções 247/2006 e 286/2007 da ANEEL.

As referidas leis definem as instituições responsáveis pelo planejamento (Empresa de Pesquisa Energética – EPE), pela operação (Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS), pela regulação do mercado e das atividades de geração (G), transmissão (T), distribuição (D) e comercialização de energia elétrica (ANEEL), pela confiabilidade (Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico – CMSE) do sistema e pela comercialização de energia (Câmara de Comercialização de Energia – CCEE) no Sistema Interligado Nacional – SIN.

Para a comercialização de energia, existem dois ambientes de contratação: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), do qual fazem parte os agentes de geração e distribuição de energia elétrica; e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), do qual participam, além dos agentes de geração, os de comercialização, os importadores, os exportadores e os consumidores livres.

Os consumidores livres são os agentes que não são obrigados a comprar energia das respectivas distribuidoras, podendo escolher seus fornecedores e negociar as condições contratuais. Para isso devem, obrigatoriamente, ter demanda contratada superior a 3 MW

(megawatts) – condição que lhes permite adquirir também energia de fontes alternativas. Aqueles com demanda contratada entre 0,5 MW e 3 MW podem adquirir exclusivamente energia alternativa (ou incentivada), como mostra a tabela abaixo.

Tabela 7 Classificação dos Consumidores

Carga	Caracterização
Carga < 500 kW	Consumidor Cativo
500 kW < carga < 3.000 kW	Consumidor livre apenas para comprar de fontes alternativas
Carga > 3.000 kW	Consumidor livre

Fonte: CCEE

A geração de ES-FV pode ser classificada como uma fonte incentivada e, como tal, sua comercialização está sujeita a regulamentação específica. De uma forma geral, as leis que incentivam as fontes renováveis não tratam diretamente da geração de ES-FV, mas criam ambiente adequado para este tipo de aplicação, tais como: a Lei 21.111/09, que dispõe sobre os serviços de energia elétrica no sistema isolado e reforça no artigo 6º incentivos para a geração distribuída; e a revisão na Lei n.º 9991/00, que destina os recursos para programas de universalização do serviço público de energia elétrica.

Além disso, a Lei 10.848 prevê que a Eletrobrás “instituirá um programa de fomento específico para a utilização de equipamentos, de uso individual e coletivo, destinados à transformação de energia solar em energia elétrica, empregando recursos da Reserva Global de Reversão – RGR e contratados diretamente com as concessionárias e permissionárias”⁷. No entanto, a RGR até o momento ainda não foi utilizada para tal fim.

Da mesma forma, de acordo com o artigo n.º 14 do Decreto 4.541/02 que regulamenta a Lei 10.438/02 sobre o uso de encargos para universalização do atendimento, “no processo de universalização dos serviços públicos de energia elétrica no meio rural, serão priorizados os municípios com índice de atendimento aos domicílios inferior a 85%, calculados com base nos dados do Censo 2000 do IBGE, podendo ser subvencionada parcela dos investimentos com recurso da Reserva Global de Reversão, instituída pela Lei n.º 5.655, de 20 de maio de 1971 e da Conta de Desenvolvimento Energético – CDE, de que trata o art. 13 desta Lei, nos termos da regulamentação”. Criada em 26 de abril de 2002, a CDE é uma conta que é atualmente utilizada para universalização do acesso à eletricidade, no âmbito do Programa Luz para Todos (LpT), para subvenção aos consumidores de baixa renda e para a expansão da malha de gás natural para o atendimento dos estados que ainda não possuem rede canalizada. Pode ser utilizada também para garantir a competitividade da energia produzida a partir de fontes

⁷A RGR é um fundo setorial administrado pela Eletrobrás formado por encargo embutido na tarifa de energia. Criada em 1957 com objetivo de levantar recursos para possível recompra pela União de ativos não amortizados de concessões de serviço público de energia elétrica, os valores arrecadados nunca foram utilizados para tal fim, mas o fundo pode repassar recursos a serem aplicados pelas concessionárias em programas gerenciados pela Eletrobrás, conforme será melhor detalhado no item 3.3.

alternativas. A exemplo da RGR, os recursos da CDE também podem ser utilizados para promoção de geração de ES-FV.

Tabela 8 Principais aspectos regulatórios e desafios relacionados à ES-FV

- A energia solar fotovoltaica é uma fonte incentivada e como tal possui desconto mínimo de 50% nas tarifas de uso dos sistemas de distribuição e transmissão, para uma potência injetada na rede de até 30 MW. Uma das possibilidades de incentivo direto à ES-FV seria a possibilidade de aumentar o desconto na TUSD e TUST para até 100%.
- O Decreto 5.163/2004, que define as regras de comercialização da energia elétrica, define em seu Art 36 que a contratação de energia elétrica a partir de geração distribuída (GD)⁸ pode ser repassada à tarifa de energia elétrica até o limite do valor anual de referência (VR) definido pela ANEEL (de R\$ 135,38 para 2011). Este fato restringe a compra pelas distribuidoras da ES-FV, que tem custos bem mais altos, e a possível criação de um mercado voluntário de energia solar no mercado livre (ACL).
- Além disso, o referido Decreto estabelece que a contratação proveniente de GD seja precedida de chamada pública e que somente poderá ser contratada até 10% da carga do agente de distribuição, limitando assim o crescimento em algumas regiões de grande potencial solar. A Nota técnica 004/2011 da ANEEL menciona o fato de o decreto impor uma limitação geográfica para a contratação via chamada pública, pois a geração deve estar instalada dentro da área de concessão da distribuidora, limitando assim a quantidade de interessados e a opção de projetos. Por outro lado, nem todas as empresas distribuidoras têm interesse em realizar chamadas públicas para GD – Já que não existe uma obrigatoriedade na lei e fica a cargo da Distribuidora decidir se quer ou não ter em seu portfólio uma determinada quantidade de energia proveniente de GD.

3.2. Mecanismo de Incentivos e Estímulos ao Uso da Energia Solar Fotovoltaica

O primeiro mecanismo de incentivo no País com o objetivo de fomentar ES-FV é o FIES – Fundo de Incentivo à Energia Solar do Estado do Ceará, um mecanismo desenhado no âmbito estadual. Como no Brasil, a regulação do setor elétrico se dá no nível federal, o Estado não tem como intervir, por exemplo, para obrigar que as distribuidoras comprem energia solar.

Dessa forma o FIES foi desenhado para que os grandes consumidores de energia elétrica, ou seja, empresas que tenham carga acima de 500 kW, e estejam localizadas no Estado do Ceará, possuam a obrigatoriedade de consumo de uma parcela de sua energia através de fonte solar. Em resumo o FIES funciona da seguinte forma:

⁸ Geração distribuída é a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador. Se exclui dessa modalidade de produção as hidrelétricas com capacidade superior a 30 Megawatts (MW) e as termelétricas que apresentem eficiência energética inferior a 75%; contudo, as termelétricas abastecidas por biomassa ou resíduos não estarão limitadas a percentuais de eficiência energética.

- ▣ Empresas grandes consumidoras de energia, que queiram se instalar no Estado do Ceará podem obter um desconto no ICMS. Em cima do valor do desconto concedido pelo Governo, incide uma taxa anual de 5%, que é direcionada para o FDI – Fundo de Desenvolvimento Industrial. Uma parte desse recurso é encaminhada para o FIES;
- ▣ Uma das contrapartidas da empresa para obter esse desconto no ICMS é comprar uma parte de sua energia de fonte solar, sendo o contrato realizado com base na regulação do setor elétrico, ou seja, a empresa paga o valor de referência VR;
- ▣ O FIES então cobre a diferença entre o VR e o preço da ES-FV. São realizadas chamadas públicas, no âmbito do FIES, para uma determinada capacidade de energia solar, que deverá ser compatível com a quantidade a ser consumida obrigatoriamente pelas empresas grandes consumidoras de energia. O contrato é oferecido por 15 anos;
- ▣ O FIES também permite o aporte voluntário de recursos ao Fundo e permite que outros consumidores/empresas, fora da obrigatoriedade, possam participar do esquema, sendo que nesse caso, deverão pagar o custo integral da ES-FV
- ▣ O FIES cria também um selo verde para todas as empresas que consomem energia solar no âmbito desse mecanismo

O FIES foi criado através da Lei Complementar 81/2009 e Decreto 29.993/2009. No entanto, até o momento ainda não ocorreu a chamada pública. Mas é importante citar esse mecanismo por ser a primeira tentativa de lançar um incentivo para fonte solar, mesclando incentivos estaduais no âmbito da regulação federal do setor energético.

Fora esse mecanismo de incentivo, algumas iniciativas recentes vêm ocorrendo de forma a estimular a energia solar, o que vem ampliando o debate sobre as formas de incentivos possíveis a esta fonte no País:

No âmbito do Ministério de Ciência e Tecnologia

- ▣ O CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, que faz levantamentos em ciência, tecnologia e inovação para o governo brasileiro, lançou um estudo prospectivo para energia fotovoltaica com o objetivo de identificar o potencial produtivo brasileiro e as macro-dimensões estratégicas. O resultado desse estudo conta com dois relatórios base, um referente ao diagnóstico de base da situação brasileira frente à tecnologia fotovoltaica e o potencial existente no Brasil, e outro especificamente sobre o diagnóstico e potencial de desenvolvimento do silício grau solar no Brasil, e a publicação em 2010 de um Documento Técnico.
- ▣ Além disso, pode-se destacar a implantação do Sibratec FV e o apoio do CNPq e da Finep a projetos em curso em diferentes instituições de ciência e tecnologia (ICT).

No âmbito do Ministério de Minas e Energia:

- ▣ A Portaria MME nº 36 de 28/11/08 criou um Grupo de Trabalho (GT) de geração a partir de sistemas fotovoltaicos com a finalidade de “elaborar estudos, propor condições e sugerir critérios para subsidiar definições competentes acerca de uma proposta de política de utilização de geração fotovoltaica conectada à rede e em edificações urbanas, como um fator de otimização da gestão da demanda de energia e de promoção ambiental do País, em curto, médio e longo prazo”.
- ▣ Um novo GT está iniciando agora seus trabalhos voltados para aspectos regulatórios e de planejamento energético, envolvendo ANEEL e EPE.

No âmbito industrial:

- ▣ O Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) têm acompanhado as diversas iniciativas recentes, governamentais e empresariais, visando identificar e sugerir mecanismos de incentivo adequados.
- ▣ O BNDES também examina dispositivos de apoio à cadeia produtiva da ES-FV e apoia projetos inovadores com recursos não reembolsáveis do Fundo de Tecnologia (Funtec).
- ▣ A Associação Brasileira da Indústria Eletro-Eletrônica (ABINEE) formou recentemente um grupo de trabalho em ES-FV que já conta com a adesão de cerca de sessenta empresas.

3.3. Instrumentos Econômicos Existentes para a Energia Solar Fotovoltaica no Brasil

Além dos mecanismos de incentivo, outro fator relevante para apoiar ES-FV são os instrumentos econômicos, tais como, incentivos ao investimento, incentivos à produção, empréstimos a baixas taxas de juros (*soft loans*), isenção de impostos e taxas, etc.

No que diz respeito à desoneração de impostos, podemos citar as desonerações de ICMS e IPI, de competência estadual e federal, respectivamente. O benefício, entretanto, se aplica somente aos equipamentos tributados através do decreto 3.827 de 2001. Os módulos FV, na verdade, são os únicos equipamentos que atualmente são isentos de IPI e ICMS, conforme convênio ICMS 101/97 prorrogado pelo convênio ICMS 124/10 até 31/12/2013. Na compra de inversores no mercado nacional são incluídos 12% de ICMS e no caso dos controladores de carga são incluídos 12% de ICMS e 15% de IPI.

Um outro instrumento existente, porém ainda não adotado para ES-FV, são os recursos da RGR – Reserva Global de Reversão. A RGR é um recurso que as distribuidoras podem solicitar, em condições mais vantajosas que as linhas de créditos tradicionais do mercado, para financiar fontes alternativas de energia, entre elas a ES-FV. A RGR é um encargo do

setor elétrico pago mensalmente pelas empresas distribuidoras, equivalente a 2,5% dos investimentos anuais das concessionárias, observado o limite de 3% da receita anual. A Eletrobrás define os procedimentos a serem observados pelas concessionárias para habilitarem-se à obtenção de financiamentos com recursos da RGR (Art 8º, Resolução 23/1999, ANEEL), embora recentemente haja um movimento no Senado para passar a administração desse recurso para o BNDES. Segundo a Eletrobrás, em dezembro de 2010, os recursos da RGR somavam R\$16,9 bilhões.

As condições de financiamento da RGR para todos os projetos elegíveis são bastante atrativas para as distribuidoras de energia elétrica, como segue:

I – taxa de juros: cinco por cento ao ano, incidentes sobre a parcela de financiamento com recursos da RGR, calculados “pro rata tempore” sobre o saldo devedor corrigido dessa parcela, com pagamento mensal, no dia 30 de cada mês;

II – período de carência: vinte e quatro meses, contados a partir da data de liberação da primeira parcela estabelecida no contrato de financiamento e subvenção;

III – prazo de amortização: dez anos, a partir do primeiro mês após o vencimento da carência;

IV – prestações: efetuadas em parcelas mensais, iguais e sucessivas;

V – taxa de administração: um por cento ao ano, vencível e paga no dia 30 de cada mês, calculada sobre o saldo devedor corrigido a partir da data de assinatura do contrato; e

VI – na eventualidade de utilização de recursos da RGR como subvenção econômica, será cobrada uma taxa de administração de um por cento ao ano.

O BNDES também apresenta diversas linhas de financiamento, nas quais projetos de ES-FV podem se enquadrar, a depender do tipo de proponente e do valor do financiamento. O BNDES financia não apenas as distribuidoras de energia elétrica, mas também os geradores e os fornecedores de componentes, máquinas e equipamentos. Para esses últimos, há algumas flexibilizações em termos de valor mínimo⁹, prazo, garantias etc. Todos os atores, tanto do setor elétrico como da cadeia de fornecedores, podem se beneficiar de linhas de inovação tecnológica em condições bastante favoráveis, a taxa fixa de financiamento, tal como ocorre com a RGR.

Na maioria dos casos, o custo do financiamento do BNDES é lastreado em TJLP (Taxa de Juros de Longo Prazo), que é uma taxa variável. Há também a TJ-462 que custa 1% a.a a mais que a TJLP e, para equipamentos importados sem similar nacional, aplica-se uma cesta de moedas e taxas de juros de mercado. Nestes casos, a participação do BNDES no investimento é menor.

⁹ Via de regra, os financiamentos abaixo de R\$ 10 milhões são realizados na modalidade indireta, via instituições financeiras, mas em alguns casos especiais, para os quais o BNDES dedica atenção particular, o valor mínimo para realização de financiamentos diretos pode cair para R\$ 3 milhões, R\$ 1 milhão ou até mesmo haver isenção desta exigência.

Além do custo financeiro, adiciona-se a remuneração do BNDES e a taxa de risco de crédito, a primeira para cobrir os custos de operação do BNDES e a segunda para cobrir os custos de eventuais inadimplências.

Associado ao plano de investimento do proponente a uma das linhas de financiamento, o BNDES pode ainda apoiar a aquisição de máquinas e equipamentos, através de *leasing de bens de capital*. O BNDES também pode apoiar capital de giro associado a projetos de investimentos. Em geral, o capital de giro é limitado a 30% do financiamento e as condições financeiras seguem as condições da linha de financiamento em que o projeto se enquadra.

Destaque-se que a aquisição de bens de capital novos pode se enquadrar no programa BNDES PSI – Bens de Capital, cuja vigência é até dezembro de 2011. O PSI – Programa de Sustentação do Investimento foi lançado pelo governo federal como um instrumento de política anticíclica para combater os efeitos adversos da crise financeira deslançada em 2008.

A Tabela a seguir apresenta as principais linhas de financiamento disponíveis no BNDES para o setor elétrico, passíveis de serem utilizadas em projetos de ES-FV:

Tabela 9 Linhas de Financiamento Disponíveis no BNDES

Categoria	Linha	Condições Básicas
Projetos		
Produtor Independente de Energia	Geração Energias Alternativas Modalidade de Project Finance	Mínimo R\$ 10 milhões ¹⁰ TJLP 0,9% a.a Risco: 3,57% a.a 80% participação máxima Até 16 anos
Distribuição	Projetos de modernização tecnológica de linhas de distribuição e subestações	Mínimo R\$ 10 milhões 50% em TJLP e 50% em TJ-462 1,3% a.a Risco: 3,57% a.a 50% dos itens financiáveis Até 6 anos
Eficiência Energética	PROESCO – eficiência energética incluindo a substituição de combustíveis de origem fóssil por fontes renováveis	TJLP 0,9% a.a Risco: 3,57% a.a. 80% dos itens financiáveis Até 6 anos

¹⁰ Para valores inferiores, as operações devem ser realizadas por intermédio de instituições financeiras credenciadas no BNDES.

Categoria	Linha	Condições Básicas
Bens de capital, máquinas e equipamentos		
BNDES-PSI	Produção de bens de capital da indústria nacional, como na aquisição de máquinas e equipamentos de uma forma geral, os bens adquiridos podendo ser destinados a operações de arrendamento mercantil.	Mínimo R\$ 10 milhões 5,5% a.a. a 8,7% a.a. 90% dos itens financiáveis Até 10 anos.
FINAME Componentes	Aquisição de peças, partes e componentes de fabricação nacional para incorporação em máquinas e equipamentos em fase de produção ou desenvolvimento e serviços tecnológicos relacionados à produção ou desenvolvimento de máquinas e equipamentos.	Valor mínimo: Não há TJLP 1,5% a.a Intermediação financeira*: 0,5% a.a 90% dos itens financiáveis Até 18 meses Pode ter instituição financeira credenciada cuja remuneração é negociada pelo cliente
Inovação tecnológica		
Capital Inovador	Apoio a empresas no desenvolvimento de capacidade para empreender atividades de inovação em caráter sistemático, por meio de investimentos tanto nos capitais intangíveis quanto nos tangíveis, incluindo a implementação de centros de pesquisa e desenvolvimento	Mínimo: R\$ 1 milhão Máximo: 200 milhões TJLP 0% a.a Risco: 3,57% a.a** 90% dos itens financiáveis Até 12 anos
Inovação produção	Apoio a pesquisa e desenvolvimento ou inovação que apresentem oportunidade comprovada de mercado ou a projetos de investimentos que visem à modernização da capacidade produtiva necessária à absorção dos resultados do processo de pesquisa e desenvolvimento ou inovação.	Mínimo: R\$ 3 milhões Máximo: 200 milhões TJLP 0,9% a.a*** Risco: 3,57% a.a**** 70% a 90% dos itens financiáveis Prazo: em função da capacidade de pagamento
Inovação tecnológica	Projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação com risco tecnológico e oportunidade de mercado, compreendendo o desenvolvimento de produtos e/ou processos novos ou significativamente aprimorados (pelo menos para o mercado nacional) e que envolvam risco tecnológico e oportunidades de mercado	Mínimo: R\$ 1 milhão 4,5% a.a 90% dos itens financiáveis Até 14 anos
Fundo perdido		
FUNTEC	Apóia projetos que objetivam estimular o desenvolvimento tecnológico e a inovação de interesse estratégico para o País.	Apoio direto, na modalidade não reembolsável e limitado a 90% do valor total do projeto.

Categoria	Linha	Condições Básicas
	<p>Projetos de pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e inovação direcionada aos seguintes focos: Energia; Meio Ambiente; Saúde; Eletrônica; Novos Materiais; Química; Transportes; e Petróleo e Gás. Para a cadeia fotovoltaica pode-se destacar os seguintes tipos de projetos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Novas tecnologias para geração de energia solar. • Aumento da eficiência no sensoriamento da rede, na medição (remota e em tempo real) do consumo e na redução de perdas (implantação de redes inteligentes). • Desenvolvimento de materiais tecnologicamente novos no grupamento dos metais ferrosos ou não ferrosos. 	<p>O acesso ao recurso do BNDES Funtec é restrito a Instituições Tecnológicas – IT, diretamente ou por meio de Instituições de Apoio – IA¹¹, para a realização de projetos em parceria com empresas que exerçam atividade econômica diretamente ligada ao escopo do projeto</p>

(*) Operações com micro, pequenas e médias empresas estão isentas desta taxa.

(**) A taxa é isenta aos clientes cuja Receita Operacional Bruta (ROB) da empresa ou do grupo econômico seja de até R\$ 60 milhões.

(***) Exceto para aquisição de equipamentos importados, situação em que a Remuneração do BNDES será de 2,5% a.a.

(****) A taxa é isenta aos clientes cuja Receita Operacional Bruta (ROB) da empresa ou do grupo econômico seja de até R\$ 60 milhões.

¹¹ O BNDES entende como instituição tecnológica – IT: pessoa jurídica de direito público interno ou entidade direta ou indiretamente por ela controlada ou pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos, que tenha por missão institucional, dentre outras, executar atividades de pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico, bem como desenvolvimento tecnológico. Como instituições de apoio – IA: instituições criadas com a finalidade de dar apoio a projetos de pesquisa, ensino e extensão e de desenvolvimento institucional, científico e tecnológico de interesse das instituições estaduais de ensino superior e de pesquisa científica e tecnológica e instituições criadas ao amparo da Lei nº 8.958, de 20/12/1994, que possuam esta mesma finalidade.

4. ESTRATÉGIA DE INSERÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

O Brasil apresenta uma série de características favoráveis à difusão da energia solar fotovoltaica (ES-FV). Essas características não são suficientes para que o mercado de ES-FV se desenvolva no país. É preciso identificar os nichos de mercado mais promissores e os meios pelos quais a ES-FV possa se tornar viável para diferentes interessados. Os principais fatores que influenciam o sucesso ou fracasso de programas de promoção de energias renováveis estão relacionados a questões de motivação política, regulatórios e legais, financeiros, fiscais, de capacitação tecnológica e de informação, educação e treinamento, conforme Tabela a seguir.

Tabela 10 Principais desafios na introdução da ES-FV no mercado brasileiro

Aspectos políticos	A motivação política para apoiar novas idéias no campo energético é um dos pontos cruciais para o desenvolvimento das energias renováveis. Como exemplo temos as diversas políticas adotadas no âmbito da União Européia. Se não houver vontade política, é muito pouco provável que se estabeleça os marcos regulatórios adequados para a efetiva promoção da ES-FV
Aspectos legais e regulatórios	A criação de um arcabouço legal e regulatório para apoiar o desenvolvimento das renováveis é um outro ponto fundamental. Refere-se à garantia e prioridade de acesso à rede de distribuição, bem como à contratação da energia renovável por longo prazo. Esses aspectos reduzem as incertezas do empreendedor.
Aspectos financeiros	É necessário o estabelecimento de financiamentos de longo prazo adequados pois a aversão a risco dos financiadores é grande, uma vez que as incertezas tecnológicas e de eficiência ainda são pontos de dúvidas por grande parte dos investidores. O mercado de ES-FV ainda não está bem consolidado e a tecnologia muitas vezes não está difundida.
Aspectos fiscais	As tecnologias renováveis em geral, e a ES-FV especificamente, sofrem competição distorcida das tecnologias convencionais. A distorção se refere ao fato de se comparar uma tecnologia madura com uma outra em estágio infante. Muitas das plantas movidas a combustíveis fósseis e nuclear foram construídas com subsídios e a maior parte das plantas usando tecnologia convencional já foram amortizadas. Há também a distorção da não apropriação de custos externos e das externalidades sociais e ambientais negativas de algumas tecnologias. Alguns países já impuseram taxas sobre o consumo de energia ou taxas sobre emissões de carbono e outros poluentes. Outros preferiram isentar ou reduzir impostos sobre a aquisição de equipamentos para produção de renováveis e impostos sobre a geração a partir dessas fontes de energia. A redução de impostos e encargos tem sido empregada no Brasil para incentivar as fontes renováveis, sobretudo aquelas enquadradas no PAC. Há também a opção adotada em alguns países de incentivar as renováveis com a depreciação acelerada dos investimentos
Capacitação tecnológica	Para se chegar à fase de plena comercialização da nova tecnologia é necessário que exista pessoal capacitado na operação e na manutenção da tecnologia. Para a criação de um parque industrial preparado para atender à expansão da ES-FV no mercado, também é preciso desenvolver competências específicas na cadeia de energia solar fotovoltaica
Informação, comunicação, educação e treinamento	Para que uma tecnologia tenha sucesso e possa ser difundida, é necessário que ela seja aceita pela sociedade. A associação de benefícios não energéticos, tais como o incremento da renda ou a geração de empregos no país, pode ajudar a aceitação e a difusão da nova tecnologia. Do ponto de vista nacional, pode-se aproveitar o momento histórico de desenvolvimento de grandes projetos para a Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas de 2016 para inserir a ES-FV nas construções e reformas de estádios, arenas esportivas e aeroportos que serão apresentados para o mundo inteiro durante os eventos. Esses projetos vitrine seriam, igualmente, uma forma de divulgação da ES-FV para os consumidores brasileiros e contribuiriam para acelerar a curva de aprendizagem dessa tecnologia, proporcionando uma redução expressiva do seu custo e aproximando-a do patamar de competitividade com as demais fontes de energia

O item 4.1 procura identificar o mercado potencial existente para ES-FV no País, considerando todos os nichos existentes. A seguir, o item 4.2 apresenta uma abordagem estratégica que pode ser adotada para a introdução dessa fonte no mercado brasileiro no curto, médio e longo prazo, no caso de sistemas conectados à rede de energia elétrica.

4.1. Perspectivas e Mercado Potencial para a Energia Solar Fotovoltaica

Os governos, de uma maneira geral, para contrapor aos custos elevados de geração de novas tecnologias, têm justificado o apoio a energias renováveis relacionando-as a aspectos ambientais e sociais. No caso da ES-FV, podemos destacar os seguintes aspectos favoráveis para desenvolvimento no Brasil:

- ▣ Significativa geração de empregos, muitos deles qualificados, no país. Segundo CGEE (2009) Nota Técnica “Incentivo ao mercado de energia fotovoltaica no Brasil”, pode-se considerar que 10 empregos são criados para cada MWh produzido e 33 para cada MW instalado. As fontes renováveis, e em especial a ES-FV, geram muito mais empregos diretos que as não renováveis, conforme pode ser visto no quadro abaixo.

Tabela 11 Geração de Empregos diretos por TWh/ano

Petróleo Offshore	265
Gás Natural	250
Carvão Mineral	370
Nuclear	75
Lenha	733 – 1067
Hidroeletricidade	250
Pequena central hidroelétrica	120
Eólica	918 – 2.400
Energia Solar Fotovoltaica	29.580 – 107.000
Biomassa de bagaço de cana	3.711 – 5.392

Fonte: Goldemberg, José, “The Case for Renewable Energies”, Relatório Temático, Secretaria da Conferência Internacional para Energias Renováveis, janeiro, 2004.

- ▣ Desenvolvimento da economia local e regional devido aos gastos locais com a instalação e manutenção de sistemas de ES-FV. Alguns fabricantes de componentes e equipamentos consideram que, atualmente, quase 50% do investimento e a totalidade dos custos de operação podem ser despendidos no país. À medida que a indústria nacional se desenvolve, o percentual de gastos locais com a aquisição de equipamentos aumenta.
- ▣ Os custos de geração da ES-FV vêm se reduzindo de forma expressiva, ao passo que o custo marginal de expansão de fontes tradicionais é crescente.

- ▣ A capacidade instalada mundial vem crescendo de forma exponencial (cerca de 50% ao ano nos últimos anos) e o Brasil pode se beneficiar desse “boom”, se se tornar competitivo, por meio de medidas de inovação tecnológica e incentivos, na produção de matérias-primas, componentes e equipamentos da cadeia produtiva de ES-FV.
- ▣ A geração de ES-FV é renovável e ambientalmente correta, evitando emissões de gases de efeito estufa e impactos ambientais causados pela geração em grande escala.
- ▣ Redução na demanda de eletricidade nos horários de pico de estabelecimentos comerciais em alguns sistemas urbanos, como edifícios comerciais, por exemplo.
- ▣ Redução do risco de abastecimento pela geração distribuída em relação à geração em grande escala, distante de grandes centros consumidores.
- ▣ Grande insolação no país e, portanto, elevado potencial de geração de ES-FV, em especial na Região Nordeste e em regiões do semiárido, onde há escassez de insumos energéticos.
- ▣ Possibilidade de evitar investimentos por parte das distribuidoras em ponta de linha, principalmente aquelas necessitando de investimentos em reforço da sua rede. Ao invés de realizar investimentos em expansão de redes, as distribuidoras poderiam utilizar recursos da RGR, disponíveis exclusivamente para elas mesmas, a baixo custo, para viabilizar sistemas de ES-FV, seja para participar da instalação em consórcio com o cliente-gerador, seja para arcar com os custos de conexão e medição (*net metering*).
- ▣ Possibilidade de instalar painéis fotovoltaicos em consumidores com curva de carga coincidente com a geração de ES-FV, o que reduziria o custo de capital graças à menor necessidade de gastos com aquisição e manutenção de baterias.

Além desses fatores, o Brasil apresenta, atualmente, uma conjuntura bastante favorável à difusão de geração distribuída a partir de fontes renováveis, devido aos investimentos que estão sendo realizados no âmbito do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e de projetos para a Copa do Mundo de 2014 e para as Olimpíadas. Há uma oportunidade ímpar para o Brasil introduzir a geração solar em aeroportos, estádios de futebol, arenas esportivas, hotéis etc. que serão construídos ou reformados para esses eventos.

No caso dos estádios de futebol, a UFSC elaborou o estudo “Estádios Solares: Opção Sustentável para a Copa 2014 no Brasil”, no qual se analisam as possibilidades de instalação de sistemas solares nos estádios brasileiros. A iniciativa de promoção da ES-FV por meio de estádios solares para a Copa do Mundo de 2014 replica a experiência realizada na Copa do Mundo em 2006 na Alemanha e na Eurocopa de 2008. Conforme mencionado na Tabela 15,

esses projetos servem de vitrine para a difusão da ES-FV no país, exercem uma ação de sensibilização sobre a população, e também criam um mercado de porte razoável para a escala de produção de ES-FV.

Todavia, é importante destacar a importância do engajamento das concessionárias de distribuição no desenvolvimento desses projetos, para viabilizar a instalação de ES-FV. Caso contrário, as medidas de produção eficiente de energia vão se concentrar no autoconsumo de eletricidade do estádio e aquecimento de água para os vestiários.

Os projetos de estádios solares têm sido projetados para uma potência de 1 a 1,5 MW. Esta potência é particularmente interessante no caso do Brasil porque pode ser injetada na rede sem muitas restrições de cunho regulatório. Na maior parte de tempo, os estádios solares estariam produzindo e injetando uma parte da energia gerada na rede e, durante os eventos esportivos, estariam utilizando energia da rede elétrica.

Com base no estudo da USFC sobre a viabilidade técnico-econômica, a CEMIG obteve aprovação de linha de crédito junto ao KfW, no âmbito do Acordo Brasil-Alemanha, para o financiamento do sistema de ES-FV e de projeto de eficiência energética do estádio, totalizando 10 milhões de euros¹². Além disso, a CEMIG tem pleiteado junto à ANEEL a eliminação da TUSD e a concessão de benefícios adicionais para melhorar o retorno do projeto.

Deve-se ressaltar o papel fundamental da concessionária para o sucesso de um projeto de tal envergadura. A CEMIG, em particular, tem a preocupação de manter a reputação de empresa ambientalmente sustentável, pois integra o índice Dow Jones de Sustentabilidade da BOVESPA. Talvez o fato de a CEMIG ser listada em Bolsa, com preocupações com governança e sustentabilidade, tenha contribuído para a concessionária ter se antecipado e aderido ao programa. Outras distribuidoras de energia elétrica talvez não compartilhem dessas preocupações.

Outra forma de promover a ES-FV poderia ser por meio de uma obrigação ou incentivo à certificação de “edifícios verdes”, associada ao Programa Minha Casa Minha Vida, e também em programas de financiamento da Caixa Econômica Federal. Poder-se-ia estabelecer que, em construções financiadas com recursos públicos, houvesse algum tipo de comprometimento com geração própria renovável. No Nordeste, em particular, a ES-FV poderia ser uma opção interessante de geração para o próprio condomínio, seja para bombeamento de água, seja para iluminação. O excedente poderia ser vendido à rede elétrica ou poderia ser distribuído para os próprios condôminos.

¹² O apoio do KfW se viabiliza quando os equipamentos são produzidos na Europa, em especial, na Alemanha. Alternativamente, as distribuidoras poderiam recorrer a recursos públicos a baixo custo da RGR ou do BNDES. No caso do BNDES, as distribuidoras são financiadas para desenvolver seus planos plurianuais de investimentos. Os custos são os mais caros dentre aqueles oferecidos pelo BNDES para o setor elétrico. Porém, os projetos de ES-FV poderiam ser incluídos nos planos de negócios das distribuidoras e separados em subcréditos específicos, com condições financeiras privilegiadas como as oferecidas para um produtor independente de energia renovável.

Há ainda os projetos que estão sendo desenvolvidos para serem aplicados a um pequeno número de clientes interconectados ao sistema isolado, que viabilizam uma geração solar de porte não tão desprezível. Estes empreendimentos são denominados de miniredes. A Eletrobrás estima que a penetração de sistemas de ES-FV possa alcançar, no curto prazo, 66 MWp, ou seja, 20% do mercado. No médio prazo, o potencial estimado é de 164 MWp (Eletrobrás, 15/03/11, in: InovaFV).

As Figuras 9 a 11 e as Tabelas 12 a 14 a seguir apresentam uma estimativa do mercado fotovoltaico potencial no país, para a próxima década, a partir de uma análise segmentada das diversas aplicações. A segmentação adotada, com as premissas, exemplos e memória de cálculo, é apresentada nas Figuras 9 a 11 e Tabelas 12 a 14, bem como o resultado obtido no exercício de projeção, em termos de potência instalada (MW) correspondente a cada segmento de mercado. O valor estimado para exportação corresponde ao total do mercado interno de todos os segmentos somados.

Destaca-se a importância do segmento de aplicações coletivas conectadas à rede: autoprodução com venda de excedente, condomínios residenciais, edificações comerciais, prédios públicos, aeroportos, estádios, portos, tetos e fachadas em áreas eletrificadas, uso coletivo etc.

É importante, no entanto, observar que a estratégia deve mirar não apenas os segmentos de mercado promissores no curto prazo, mas também criar condições políticas, regulatórias e de mercado para introduzir a ES-Fv em diferentes nichos de mercado ao longo do tempo, fortalecendo assim uma estratégia de longo prazo.

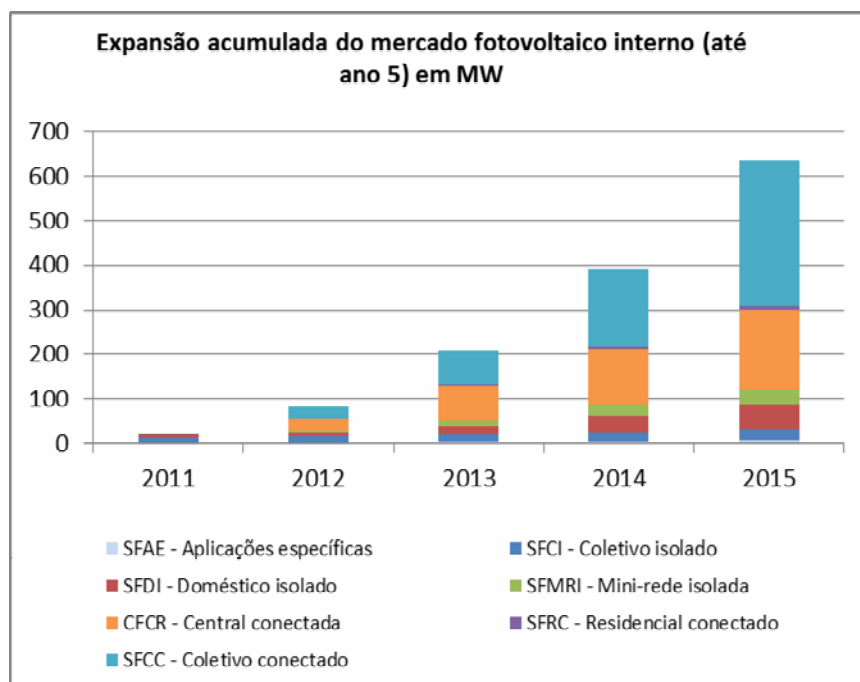


Figura 9

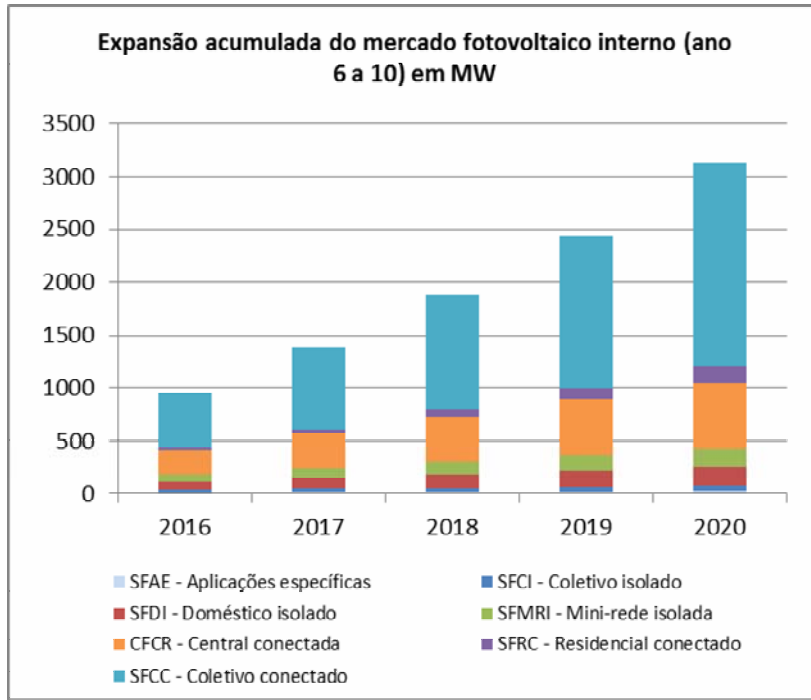


Figura 10

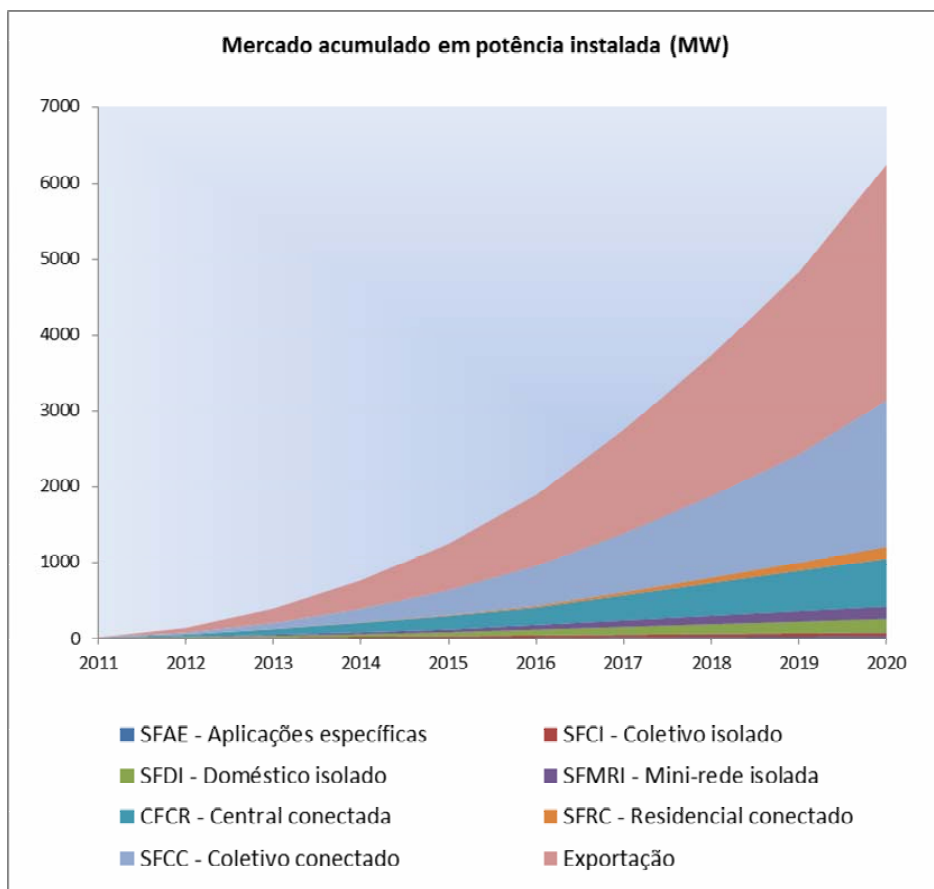


Figura 11

Tabela 12 Análise segmentada do mercado fotovoltaico brasileiro

Aplicação	
SFAE – Aplicações específicas	Exemplo: sinalização, telecomunicações, luminárias, usos produtivos, irrigação, cerca elétrica, instalações militares, reservas ambientais e similares etc.
	Premissa: mercado existente e em expansão; atende a iniciativas públicas e privadas para autoprodução localizada.
	Memória de cálculo: Mercado potencial = inúmeros dispositivos e sistemas com 100 W a 20 kW. Ritmo anual de instalação de sistemas: 1 mil, (2 mil), (5 mil), ...
SFDI – Doméstico isolado	Exemplo: domicílios dispersos, uso doméstico, individual, isolado (stand-alone PV systems).
	Premissa: Regime de serviço público, implantação por concessionárias e permissionárias no âmbito do LpT (eletrificação rural).
	Memória de cálculo: Mercado potencial = 500 mil sistemas, com 250 W a 1 kW (ver SIGFI ANEEL). Ritmo anual de instalação de sistemas: 10 mil, 20 mil, 30 mil, 40 mil, (50 mil), ...
SFCI – Coletivo isolado	Exemplo: instalações dispersas de uso coletivo, não doméstico, como escolas, postos de saúde, estações de bombeamento de água, iluminação pública, centros comunitários, inserção digital comunitária, etc. (stand-alone PV systems, a exemplo do Prodeem).
	Premissa: Regime de serviço público, implantação por concessionárias e permissionárias no âmbito do LpT.
	Memória de cálculo: Mercado potencial = 50 mil sistemas com 500 W a 2 kW. Ritmo anual de instalação de sistemas: 1 mil, 2 mil, (5 mil), ...
SFMRI – Mini-rede isolada	Exemplo: localidades isoladas, em geral combinado com outras fontes (eólica, diesel, etc.).
	Premissas: Regime de serviço público, implantação por concessionárias e permissionárias no âmbito do LpT.
	Memória de cálculo: Mercado potencial = 5 mil sistemas com 10 kW a 100 kW. Ritmo anual de instalação de sistemas: 100, (200), (500), ...
CFCR – Central conectada	Exemplo: Central de geração fotovoltaica conectada à rede; extremidades de rede de distribuição ou outros locais de interesse do sistema elétrico.
	Premissas: Realização de investimentos pelas concessionárias para melhora da qualidade da energia e redução de perdas nas redes de distribuição, cujo custo evitado de reforço é muito superior à geração de ES-FV; necessita "Programa Nacional de Promoção da Geração de ES-FV" – Eletricidade Solar, p.ex., (previsto na Lei 10.438, de 26/04/2002, art. 23 § 8), apoio Eletrobrás e empréstimos RGR; necessita outorga de autorização da ANEEL (Res. 389 – Outorga das fontes alternativas renováveis) acima de 5 MW; pode atender a interesse das concessionárias em postergar o reforço da rede ou diversificar o suprimento contemplando no seu mix de ES-FV; pode atender a leilões específicos para fonte de ES-FV.
	Memória de cálculo: Mercado potencial = algumas centenas de centrais com 5 MW a 10 MW. Ritmo anual de instalação de centrais: 5, (10), (20), ...

Aplicação	
SFRC – Residencial conectado	Exemplo: tetos e fachadas em áreas eletrificadas, uso individual, em residências, autoprodução com eventual venda de excedente, ou bairros periféricos novos, com instalação pela concessionária em regime de serviço público.
	Premissas: Realização do investimento por consumidores ou pelas concessionárias; necessita ajustes na regulamentação: medição bidirecional, extensão do SIGFI ANEEL a domicílios interligados etc.
	Memória de cálculo: Mercado potencial = inúmeros sistemas com 2 kW a 10 kW. Ritmo anual de instalação de sistemas: 200, 300, 500, 1 mil, 2 mil, 4 mil, 6 mil, 8 mil, (10 mil), ...
SFCC – Coletivo conectado	Exemplo: tetos e fachadas em áreas eletrificadas, uso coletivo, autoprodução com venda de excedente, condomínios residenciais, edificações comerciais, prédios públicos, aeroportos, estádios, portos etc.
	Premissas: Realização de investimentos por consumidores, autoprodutores e produtores independentes; associado aos conceitos de smart building, smart grid, etc.; necessita ajustes na regulamentação; pode atender a leilões específicos para fonte de ES-FV (ou ser assimilado a leilões de eficiência energética, ou de desligamento da carga).
	Memória de cálculo: Mercado potencial = inúmeros sistemas com 100 kW a 10 MW. Ritmo anual de instalação de sistemas: 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 100, ...
Exportação	Premissa: Com o ganho de competitividade as exportações podem ser da mesma ordem de grandeza do mercado interno.

Tabela 13 Estimativa de mercado anual em potência instalada (MW)

Aplicação	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
SFAE – Aplicações específicas	0,1	1	2	2	2	5	5	5	5	5	32,1
SFCI – Coletivo isolado	0,1	1	2	5	5	5	5	5	5	5	38,1
SFDI – Doméstico isolado	0,1	5	10	15	20	25	25	25	25	25	175,1
SFMRI – Mini-rede isolada	0,1	5	10	10	10	25	25	25	25	25	160,1
CFCR – Central conectada	1	25	50	50	50	50	100	100	100	100	626
SFRC – Residencial conectado	0,1	1	1,5	2,5	5	10	20	30	40	50	160,1
SFCC – Coletivo conectado	0,1	25	50	100	150	200	250	300	350	500	1.925,1
Exportação	0	63	125,5	184,5	242	320	430	490	550	710	3.116,6
Total	1,6	126	251	369	484	640	860	980	1.100	1.420	6.233,2

Tabela 14 Estimativa de mercado acumulado em potência instalada

Aplicação	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
SFAE – Aplicações específicas	1	2	4	6	8	13	18	23	28	33
SFCI – Coletivo isolado	12	13	15	20	25	30	35	40	45	50
SFDI – Doméstico isolado	5	10	20	35	55	80	105	130	155	180
SFMRI – Mini-rede isolada	0,5	5,5	15,5	25,5	35,5	60,5	85,5	110,5	135,5	160,5
CFCR – Central conectada	1	26	76	126	176	226	326	426	526	626
SFRC – Residencial conectado	0,25	1,25	2,75	5,25	10,25	20,25	40,25	70,25	110,25	160,25
SFCC – Coletivo conectado	0,25	25,25	75,25	175,25	325,25	525,25	775,25	1.075,25	1.425,25	1.925,25
Exportação	0	63	188,5	373	615	935	1.365	1.855	2.405	3.115
Total	20	146	397	766	1.250	1.890	2.750	3.730	4.830	6.250

4.2. Abordagem da Estratégia para Introdução da Energia Solar Fotovoltaica

A inserção de uma nova fonte na matriz de energia elétrica pressupõe o apoio para o desenvolvimento da tecnologia, englobando a indústria, o financiamento e o mercado de fato. Temos como exemplo o caso da energia eólica, tanto internacionalmente como nacionalmente.

Internacionalmente, os exemplos da Dinamarca e da Alemanha desde a década de 1990 mostram que a combinação de mecanismos de incentivo (subsídios ao investimento, incentivos fiscais, feed-in tariffs decrescentes) e estabilidade regulatória foi capaz de criar condições favoráveis (garantia de rendimentos, contratos PPA, custos de financiamento, medidas fiscais) para o financiamento de projetos, que serviram como força motriz para o crescimento de mercado e induziram a inovação tecnológica, melhorando aspectos técnicos como redução de barulho nas turbinas e qualidade da energia na operação do sistema.

No Brasil o exemplo do PROINFA para a energia eólica é semelhante. Apesar dos inúmeros problemas de contorno do programa, a indústria de energia eólica se desenvolveu, houve o aprendizado dos aspectos técnicos e de conexão para essa fonte no País, bem como na operação do sistema, e permitiu que o setor privado pudesse obter maior segurança para o investimento e na operação dessa fonte.



Fonte: Mizuno, 2010

Figura 12

Para a energia solar fotovoltaica, a exemplo do que ocorreu no resto do mundo, uma estratégia apropriada para o seu desenvolvimento contempla as seguintes fases:



Identificação da estratégia	Plantas demonstração	Inserção no mercado	P&D	Política industrial
------------------------------------	-----------------------------	----------------------------	----------------	----------------------------

É importante observar e identificar as motivações para o desenvolvimento desse mercado no País. A tecnologia de ES-FV vem se desenvolvendo rapidamente nos últimos anos, com decaimento de custos expressivos, e é preciso avaliar onde o Brasil quer estar posicionado no desenvolvimento e aplicação da energia solar fotovoltaica, por exemplo, em 2025, e quais os passos necessários para isso.

4.2.1 Identificação da Estratégia

Esta etapa contempla a definição dos principais instrumentos regulatórios e da quantidade em MW que se quer promover na matriz de energia elétrica em curto, médio e longo prazo. Esta é uma decisão política baseada na motivação dos diferentes players do setor para a criação do mercado nacional: governo, indústria, academia e sociedade em geral, levando em consideração a disponibilidade do recurso solar existente no País. Além disso, devem ser levantadas as necessidades de P&D para a correta aplicação da tecnologia no País e as alianças estratégicas com indústrias para avaliar as principais barreiras e a forma de inserção da política industrial.

No Brasil, as atuais iniciativas (usinas solares e estádios solares) em andamento e as suas perspectivas de expansão poderiam ser a primeira meta de apoio para inserção dessa capacidade, conforme apresentado no próximo item.

4.2.2. Plantas de Demonstração

O objetivo de plantas de demonstração de ES-FV conectadas à rede é o de identificar o arcabouço técnico e regulatório para atender plenamente à introdução de ES-FV no País, seus pontos positivos e limitações, no que diz respeito a:

- ▣ conexão a rede
- ▣ ajustes na legislação e criação de novos marcos regulatórios
- ▣ exigências técnicas e operacionais, para garantir a qualidade da energia
- ▣ normatizações técnicas
- ▣ custos de implantação e operacionais
- ▣ necessidades de P&D e identificação de áreas de maiores desenvolvimento tecnológico no País – identificação de sinergias tecnológicas e de mercado
- ▣ identificação de áreas prioritárias para a formação de recursos humanos

No caso do Brasil, é importante comentar que atualmente (em 2011) já se está discutindo e avaliando a implantação de 34 MW em projetos de ES-FV. Temos já em implantação 5 MW (curto prazo) e a informação de que mais 4 MW estão em articulação, podendo no entanto já haver outros projetos sendo montados por diferentes empresas/investidores no Brasil. Portanto, uma meta de 50 MW em 2016 parece ser factível do ponto de vista de projetos, faltando apenas ser traçada uma estratégia de como viabilizar e introduzir esses projetos na matriz brasileira.

Tabela 15 Pipeline de projetos no Brasil

Projeto	Capacidade	Custo estimado*
USINAS		
• Em implantação/andamento		
Projeto MW solar da Eletrosul	1 MW	
Planta solar de Tauá, no Ceará	1 MW	10 milhões R\$/MW
CEMIG – Projeto Demonstração em Sete Lagoas	3 MW	8 milhões R\$/MW
Sub-Total acumulado	5 MW	
• Em articulação		
Planta solar de Tauá, no Ceará	4 MW	9 milhões R\$/MW ¹³
Total acumulado de usinas	9 MW	
ESTÁDIOS SOLARES		
• Em articulação mais avançada		
Mineirão (CEMIG/MG)	1,4 MW	7,2 milhões R\$/MW
Maracanã (Light/RJ)	3,2 MW	
Pituaçu (Salvador/BA)*	446 kWp	R\$ 3,8 milhões - total
Sub-Total estádios solares em articulação	5 MW	
Total acumulado de usinas e estádios solares em articulação	14 MW	
• Em avaliação		
Mané Garrincha (Brasília)	2,4 MW	7,2 milhões R\$/MW
Verdão (Cuiabá)	1,9 MW	
Joaquim Américo Guimarães (Curitiba)	1,7 MW	
Castelão (Fortaleza)	1,7 MW	
Vivaldo Lima (Manaus)	3,3 MW	
Arena das Dunas (Natal)	nd	
Beira Rio (Porto Alegre)	3,6 MW	
Arena Cidade da Copa (Recife)	nd	
Fonte Nova (Salvador)	3,2 MW	
Morumbi (SP)	2,4 MW	
Sub-Total estádios solares em avaliação	20,2 MW	
Total acumulado geral	34,2 MW	

*Custos estimados com a tecnologia de silício policristalino, exceto para o Pituaçu, que devido à limitada capacidade da sua estrutura para receber maiores pesos, foi dimensionado com a tecnologia de filmes finos, que é mais leve.

¹³ Estimativa dos autores por se tratar de ampliação da planta de 1 MW que está atualmente em construção

A Nota técnica da ANEEL 004/2011 estima o custo de geração da ES-FV em 600,00 R\$/MWh. No entanto, já existem projeções por parte de fabricantes no valor de 400,00 R\$/MWh. Se considerarmos um montante de 14 MW (que são os projetos em implantação e articulação atualmente) como projetos de demonstração, considerando um fator de capacidade de 17%, temos uma geração de 20.848 MWh/ano, o que daria um custo a mais da ordem de R\$ 8,3 a 9,5 milhões ao ano nos PPAs (descontando-se o valor de referência da ANEEL).

Para cobrir essa diferença, será preciso um mecanismo de incentivo no nível das políticas públicas. Além disso, com as plantas demonstração, os custos de geração poderão ser avaliados à luz de outros incentivos, como isenção de TUSD e TUST, incentivos fiscais, financiamentos com melhores taxas de juros, depreciação acelerada, etc, que possam compor um conjunto de ações para iniciar o mercado de ES-FV no Brasil, conforme será discutido no próximo item.

4.2.3. Inserção no Mercado

A inserção de uma nova tecnologia no mercado de energia elétrica passa pelo desenho eficiente de uma política de suporte que consiga trazer segurança para o investimento no longo prazo, permitindo a superação dos riscos tecnológicos e de mercado na fase inicial. Os projetos de demonstração servem para iniciar o mercado. Porém, para garantir uma política industrial eficiente e maximizar seus ganhos, é preciso que a política de suporte sinalize para o mercado metas anuais durante um período suficiente.

Para as plantas de demonstração e desenvolvimento do mercado, o melhor mecanismo existente, conforme mostra a experiência internacional, seria a criação de um mecanismo de apoio tipo “feed-in”, ou seja, a criação de uma tarifa Premium a ser paga por toda ES-FV colocada na rede. Esse recurso poderia ser proveniente da CDE – Conta de Desenvolvimento Energético, por exemplo. Em paralelo, outros instrumentos de política poderiam ser utilizados, tais como: subsídios ao investimento, através de recursos do Fundo Nacional de Mudanças Climáticas – FNMC, ou BNDES/FUNTEC; e desoneração fiscal da operação e dos equipamentos. O leilão de energia para fontes renováveis não vem se mostrando um instrumento eficiente de promoção dessa fonte a nível internacional. No entanto, como no Brasil esse sistema é o adotado dentro da política do setor energético, com alguns ajustes pode ser um instrumento capaz de promover alguma capacidade.

Os itens a seguir apresentam um panorama dos arranjos possíveis para a promoção de ES-FV no ambiente atual do setor elétrico, incluindo algumas proposições para alavancar o mercado solar no País.

4.2.3.1. Leilão de Energia Solar Fotovoltaica

A legislação atual do setor elétrico prevê a realização de leilões para a adição de nova capacidade regularmente. Esse modelo, para se adequar à fonte fotovoltaica, teria que ser

desenhado especificamente para englobar as características de custo e operação de usinas solares conectadas a rede, tanto as montadas sobre o solo como em telhados de estádios de futebol, por exemplo. A quantidade de ES-FV a ser fomentada neste mecanismo pode ser determinada em função de diversos fatores, entre eles: impacto nos custos da expansão (definir uma porcentagem máxima de impacto nos custos da expansão anualmente); ou tamanho e tipo de segmento da indústria fotovoltaica que se quer fomentar no País.

Portanto, um leilão específico, que ofereça um PPA por um período de 15 -20 anos contemplando os custos reais de geração de energia fotovoltaica, é um instrumento viável. Algumas considerações devem ser observadas:

- ▣ Para ser um instrumento efetivo, de introdução de ES-FV no mercado, e não apenas somente para os projetos de demonstração, é preciso que a política pública estabeleça um horizonte mínimo suficiente para a promoção da ES-FV. Por exemplo, introdução de 5 MW anuais até 2020.
- ▣ Uma vez que os custos de geração fotovoltaica vêm decaindo significativamente, o instrumento deve, ao longo do tempo, incorporar esse aspecto.
- ▣ A política industrial também vai depender do tamanho do mercado que se quer promover, de forma a iniciar um processo de nacionalização dos equipamentos envolvidos na cadeia de geração de energia solar fotovoltaica.

No que diz respeito a mecanismos paralelos e/ou adequações possíveis do mecanismo de leilão, o preço da energia solar fotovoltaica pode ser ajustado em função de outros incentivos, como:

- ▣ desoneração de impostos na cadeia dos equipamentos fotovoltaicos
- ▣ isenção de TUSD e TUST
- ▣ subsídios ao investimento ou financiamento com baixas taxas de juros
- ▣ depreciação acelerada no financiamento

Além disso, a participação de fundos como fundos setoriais de ciência e tecnologia, o Fundo Nacional de Mudanças Climáticas – FNMC, e o FUNTEC/BNDES, poderia compor o ambiente regulatório para incentivo a essa fonte, através de subsídios ao investimento.

4.2.3.2. Comercialização da Energia Solar Fotovoltaica para as Distribuidoras de Energia

O Decreto 5.163/2004 define no Capítulo II as normas para a comercialização de energia no mercado regulado. No Artigo 13, estabelece que as distribuidoras no cumprimento de suas obrigações podem contratar energia proveniente de geração distribuída¹⁴.

O Decreto define ainda, em seu Art.15, que as distribuidoras deverão realizar chamadas públicas para a geração distribuída, e o montante de energia contratada não poderá exceder 10% da carga do agente de distribuição. Além disso, em seu Art.36, determina que o repasse à tarifa dos custos de aquisição de energia elétrica será limitado ao valor do VR. Portanto o valor do VR é um limitador para a contratação de fontes com custos de geração mais altos, como no caso da ES-FV. Logo, o decreto protege o consumidor e não incentiva de forma adequada a expansão da geração distribuída.

Nesse sentido, uma política de promoção baseada em geração distribuída deveria primeiramente alterar o decreto de forma a permitir o repasse do valor integral dos custos de geração de ES-FV à tarifa de energia elétrica. Para não onerar demais o consumidor, numa determinada área de concessão, poderia ser definida uma porcentagem máxima de aumento na tarifa relativa à implementação da ES-FV. Isso é particularmente importante, pois algumas áreas de concessão apresentam um potencial de energia solar maior que outras, e portanto poderia haver um desbalanceamento significativo no valor das tarifas. A exceção seria se fosse criado um mecanismo de compensação financeira, a exemplo da Alemanha, entre todas as empresas de distribuição de energia elétrica, garantindo assim uma certa equalização entre as diferentes regiões do País.

Outra possibilidade é a definição de uma tarifa Premium, tipo “feed-in”, cujos recursos poderiam ser provenientes da CDE. Por exemplo, o gerador de ES-FV ao vender sua eletricidade para uma empresa distribuidora recebe o valor VR mais a complementação do custo de geração da ES-FV através da tarifa Premium (pela CDE). Nesse tipo de política o ideal é determinar a capacidade anual ES-FV que se quer fomentar e introduzir na matriz, sinalizando para os investidores o tamanho do mercado para atrair investimentos na cadeia fotovoltaica. Conforme vimos na experiência internacional, o instrumento do tipo “feed-in” vem se configurando no instrumento mais adequado à promoção de ES-FV.

4.2.3.3. Comercialização da Energia Solar Fotovoltaica no Mercado Livre

A comercialização de energia no mercado livre pode ser realizada para consumidores livres (cargas acima de 500 kV), que podem comprar energia em contratos bilaterais. Também o decreto 5.163/2004 define as normas de comercialização nesse mercado.

¹⁴ Considera-se geração distribuída a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, incluindo aqueles tratados pelo art. 8º da Lei nº 9.074, de 1995, conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento: I – hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW; e II – termelétrico, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a setenta e cinco por cento, conforme regulação da ANEEL, estabelecida em dezembro de 2004.

No mercado livre a grande motivação pelo consumo de ES-FV é relacionada a aspectos de sustentabilidade empresarial, onde voluntariamente o consumidor se dispõe a pagar um valor a mais para ter no seu “portfolio” de consumo uma parcela de energia solar. Esse sistema ocorre em alguns países, embora de forma menos eficiente no que diz respeito à formação de um mercado estável para alavancar a indústria e para a introdução da fonte. Nesse tipo de mercado pode haver também um sistema de certificado ou selo verde para que o consumidor possa comprovar que está consumindo energia de fato renovável.

4.2.4. Estímulo a Cadeia Produtiva da ES-FV

De forma simplificada, a cadeia produtiva da energia solar fotovoltaica, desde a produção de silício até os principais componentes, pode ser representada pela figura abaixo:

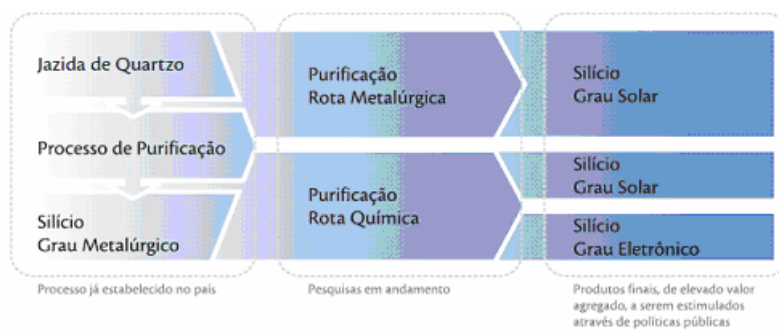


Fonte: CGEE

Figura 13

O Brasil possui grandes jazidas de quartzo de qualidade, o que atraiu para o país a indústria extrativa e de transformação, com liderança no mercado mundial. O quartzo é processado para se obter o silício grau metalúrgico, para ser utilizado principalmente pela indústria metalúrgica. Boa parte da produção é exportada.

O silício empregado pela indústria eletrônica, e até mesmo na fabricação de painéis solares, tem de apresentar um grau de pureza mais elevado do que o silício grau metalúrgico tradicional. A forma de purificação corrente do silício para grau eletrônico e solar utiliza a rota química. Porém, para o silício de grau solar, está em desenvolvimento o aperfeiçoamento da rota metalúrgica para obtenção de silício com grau de pureza satisfatório ao emprego pela indústria de painéis solares. A vantagem da rota metalúrgica em relação à química é que a primeira necessita de menos energia no processo de purificação e causa menores impactos ambientais. A redução de custos no processo de obtenção de silício grau solar é um aspecto promissor para melhorar a competitividade da ES-FV.



Fonte:CGEE

Figura 14

Vale aqui mencionar o consórcio formado em 2008 entre o IPT e a empresa Minasligas para desenvolvimento de projeto de inovação para aperfeiçoar o processo de obtenção de silício grau solar pela rota metalúrgica. O projeto de inovação está sendo apoiado pelo BNDES com recursos não reembolsáveis do FUNTEC. O volume de recursos é de R\$ 12 milhões, com 10% de contrapartida de recursos da Minasligas. Foi aprovado em 2010 e tem prazo de execução de 3 anos.

Destaca-se que a produção de silício grau solar pela rota metalúrgica já é realizada por algumas empresas como a Elkem Solar da Noruega, com capacidade de produção de 5.000 t/ano, iniciada em 2009, após 15 anos de pesquisa, ao custo de US\$ 500 milhões. A empresa foi adquirida pela China National BlueStar (Group) Co por US\$ 2 bilhões.

No Canadá, há a CaliSolar, com capacidade de 6.000 t/ano, mas produção de 400 t em 2010. O custo de produção é estimado em 50% do custo de produção do processo químico tradicional da Siemens.

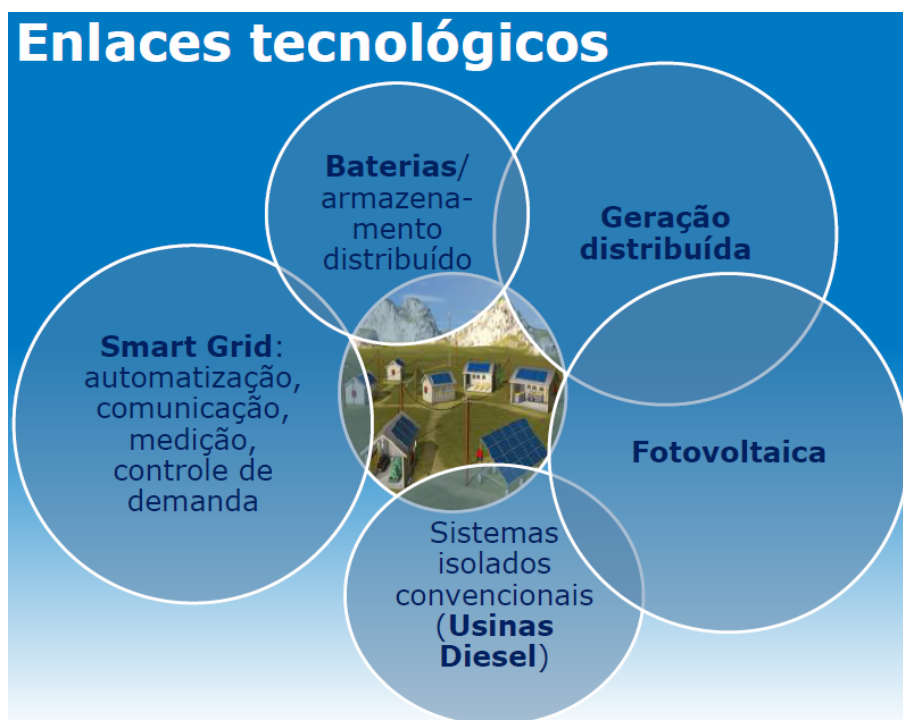
Além das expectativas promissoras da rota metalúrgica para obtenção de silício grau solar, está se desenvolvendo capacitação tecnológica para fabricação de células e módulos solares fotovoltaicos no país. A PUC-RS possui uma planta piloto em operação e depende de um mercado consumidor para poder fazer o *scaling-up* da planta.

No que se refere a componentes e acessórios, o Brasil possui fábricas de acumuladores de energia e de inversores. Com o devido estímulo e articulação entre as partes interessadas, esses componentes poderão ser adaptados a fim de atender as especificações dos sistemas solares fotovoltaicos.

Existem grupos industriais interessados em investir no Brasil, mas por enquanto, atuam apenas na comercialização do silício grau solar, na venda de lâminas (*wafers*), na instalação de sistemas fotovoltaicos completos e, até mesmo, de usina geradora de energia fotovoltaica para alguns interessados.

A criação de um mercado de ES-FV com alguma expressão na matriz energética nacional provavelmente causará efeitos multiplicadores e estímulos à inovação tecnológica

em diversos segmentos da economia. A Figura abaixo apresenta alguns segmentos que poderiam ser estimulados a se desenvolverem (e a realizarem inovações tecnológicas) com a ampliação do mercado de ES-FV.



Fonte: Eletrobrás

Figura 15

Contudo, não se pode deixar de considerar o tamanho e crescimento do mercado asiático, principalmente o chinês, que vem ganhando escala e exportando para os principais mercados consumidores. Na atual conjuntura, há uma distorção não desprezível tanto pela questão tributária incidente na cadeia produtiva brasileira em relação à concorrência chinesa, russa ou indiana, quanto pela questão cambial. Enquanto o real está apreciado em relação ao dólar, moedas asiáticas estão depreciadas (China e Coréia do Sul, por exemplo). Além disso, há programas de incentivo como *rebate* de 13% para *wafer* monocristalino e de 17% para o módulo fotovoltaico.

No que se refere à indústria de componentes da cadeia produtiva de ES-FV, o Brasil possui um parque bastante desenvolvido que pode ser expandido, sem maiores dificuldades, para atender uma eventual demanda adicional. Essa parte da cadeia produtiva é liderada pela Abinee, associação que tem acompanhado as discussões sobre o tema e tem montado grupos de trabalho para propor ações de incentivo à ES-FV.

4.2.5. Barreiras e Desafios para a Introdução da Energia Solar Fotovoltaica

As principais barreiras identificadas, dificultando a penetração da ES-FV, estão relacionadas com a inadequação do marco regulatório às especificidades dessa fonte, à complexidade das regras de comercialização para produtores em pequena escala e à falta de interesse de um ator fundamental para a promoção da ES-FV que são as distribuidoras de energia elétrica. Assim, torna-se necessário:

- ▣ Aperfeiçoar o marco regulatório de forma a possibilitar a penetração da ES-FV no mercado de geração conectado à rede;
- ▣ Simplificar as regras de comercialização para produtores em pequena escala;
- ▣ Solucionar as questões relacionadas a fatores operacionais de conexão à rede, com o devido ajuste e simplificação dos contratos de uso e conexão (CUSD e CCD); e
- ▣ Quebrar as resistências remanescentes das distribuidoras contrárias à conexão de pequenos produtores em sua rede elétrica.

A ANEEL realizou consulta pública com o objetivo de receber contribuições dos interessados em propostas de remoção de barreiras existentes e de flexibilização de regras necessárias para que pequenos geradores de energia possam ser conectados à rede elétrica. A consulta pública nº 015/2010 da ANEEL recebeu contribuições de 39 agentes do setor e representantes da sociedade civil.

A Agência procederá à análise das contribuições para, em seguida, promover uma audiência pública presencial, colher subsídios complementares e apresentar mudanças regulatórias que sejam possíveis no nível regulatório. Isto porque mudanças mais profundas, e mais especificamente nas leis e decretos, dependem de atos do executivo na esfera federal e do Congresso Nacional. Esse trâmite seria necessário se as medidas fossem calcadas em um programa de subsídios e incentivos como as tarifas *feed-in*. Por isso, é desejável recorrer a medidas mais simples, que não ultrapassem o escopo de atuação da ANEEL, como é o caso de procedimentos de medição *net-metering* e algumas flexibilizações extras que podem ser realizadas no âmbito do setor elétrico.

Provavelmente, as concessionárias de distribuição iriam preferir um incentivo do tipo *feed-in* se não tiverem a obrigação de pagar por uma energia cara ao preço do mercado livre. As concessionárias apresentam as seguintes preocupações em relação à conexão de pequenos geradores em suas redes:

- ▣ As políticas de medição líquida para viabilizar a ES-FV têm requerido dos concessionários o pagamento da energia gerada pelos clientes-geradores ao preço do mercado de curto prazo;
- ▣ A tarifa da concessionária inclui não só o custo marginal de geração da energia, mas também os custos incorridos pelas concessionárias para a transmissão, distribuição e outros serviços públicos não fornecidos pelo cliente-gerador. As distribuidoras

precisam recuperar o investimento em suas redes e, por isso, elas são contrárias à elevação dos descontos na TUSD;

- ▣ A geração de energia solar fotovoltaica é intermitente e não pode ser programada ou despachada da mesma forma que uma fonte convencional;
- ▣ As distribuidoras argumentam que as linhas de baixa e média tensão não foram dimensionadas para o fluxo bidirecional de energia;
- ▣ As distribuidoras, à exceção da Copel, não possuem normas técnicas para a conexão de geração distribuída em baixa tensão; e
- ▣ As distribuidoras não possuem sistema de supervisão robusto para redes de baixa e média tensão, de forma a poder controlar: a qualidade da energia injetada à rede; a de tensão – sobretensão em carga leve; riscos de curto circuito e de choque elétrico e de danos aos equipamentos dos clientes, inclusive os clientes-geradores (como responsabilizar os reais infratores?) etc.

No que se refere à comercialização, para empreendimentos comerciais tradicionais e com porte acima de 500 kWp, cujo objetivo principal é a venda de energia, as condições exigidas pela CCEE para operação no mercado livre não são barreiras impeditivas para a venda da energia. Todavia, para empreendimentos de menor porte, principalmente consumidores cativos abaixo de 500 kWp, nos quais a comercialização de energia elétrica não é o objetivo final mas sim uma atividade secundária, as regras de funcionamento do ACL são um tanto quanto complexas e custosas para o empreendedor de pequeno porte.

Existe uma série de barreiras que resultam em um custo de transação muito elevado relativo à comercialização de contratos. O pequeno produtor não possui uma estrutura de pessoal dedicada a gerir contratos de comercialização. A seguir, destacam-se algumas regras obrigatórias para adesão na CCEE, que dificultam o acesso de pequenos produtores:

- ▣ Obrigação de entrar com um processo de registro do agente na CCEE – a documentação exigida é extensa demais;
- ▣ Necessidade de registro de contratos – exige-se esforço e tempo demais para volume de energia muito pequeno comparado ao de produtores independentes;
- ▣ Exigência de lastro e garantias – onera o empreendimento e desestimula os interessados;
- ▣ Medição complexa – mesmas exigências de grandes empreendimentos, tendo de seguir as normas técnicas de concessionárias, obrigando a instalação de cabines de medição e, assim, onerando o pequeno empreendimento.

Atualmente, ainda não existem mudanças previstas para atender a comercialização de energia solar fotovoltaica oficialmente declarada por pequenos produtores de energia elétrica junto a CCEE, ANEEL, ou MME, que indiquem redução de barreiras a estes novos agentes.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No intuito de contribuir para o aperfeiçoamento do uso eficiente de fontes renováveis de energia no Brasil, é crucial definir e consolidar, entre as esferas de governo Federal e Estadual, ações e políticas públicas voltadas a efetivar, de forma eficiente e racional, a exploração do potencial nacional de energia solar fotovoltaica como fonte energética.

À luz do exposto neste relatório, encontram-se resumidos, a seguir, os principais benefícios, barreiras, diretrizes e propostas de medidas prioritárias para a Exploração do Potencial Nacional de Energia Solar Fotovoltaica.

5.1. Benefícios

A disseminação em grande escala do uso da energia solar fotovoltaica no Brasil pode fornecer uma série de benefícios para a promoção de um desenvolvimento mais sustentável do país. A tecnologia tem experimentado um forte crescimento no mundo, o que tem possibilitado significativa redução nos seus custos. O Brasil pode se beneficiar dessa situação internacional, pois apresenta condições favoráveis ao aproveitamento de tal fonte, não somente devido às condições climáticas e extensão territorial, mas também pelas características do seu sistema elétrico e pela grande disponibilidade de recursos naturais, como o silício, matéria-prima de grande parte das tecnologias de módulos fotovoltaicos.

Além disso, a introdução da geração elétrica fotovoltaica evitaria custos de transmissão e de distribuição, pelo fato dessa tecnologia permitir a instalação dos equipamentos na proximidade do ou diretamente no local de consumo final, podendo proporcionar uma redução na tarifa de energia elétrica e aumentar a confiabilidade do suprimento de eletricidade ao consumidor final. Adicionalmente, o advento das redes, medição e edifícios inteligentes (*smart grids, smart metering, smart buildings*), proporciona uma convergência tecnológica que certamente favorecerá o desenvolvimento da geração elétrica distribuída de pequeno porte.

Portanto, além de contribuir para diversificar o suprimento da demanda de energia elétrica, a expansão dos sistemas fotovoltaicos abre novas oportunidades tecnológicas para o país, que é rico no insumo básico para fabricação das células e filmes e dispõe de um parque industrial de componentes extenso e diversificado, favorecendo a instalação de toda a cadeia produtiva industrial e de serviços, e gerando dessa maneira emprego e renda, vetores fundamentais para o desenvolvimento econômico nacional e regional.

Um outro ponto a ser considerado é que a consolidação de uma indústria fotovoltaica competitiva no país permitiria atender plenamente as necessidades energéticas da população rural dispersa e de toda a Amazônia, assim como o mercado de usos específicos (sinalização, telecomunicações, instalações ambientais e militares, etc.). Nesses casos, a alternativa fotovoltaica muitas vezes já é a mais barata e mais adequada.

Sem desconsiderar os desafios existentes quanto à eficiência, à tecnologia e ao preço da energia fornecida, a fonte solar fotovoltaica será mais uma contribuição para a preservação do caráter limpo de nossa matriz energética de geração de eletricidade. Com efeito, a energia solar fotovoltaica pode contribuir para manter elevada, a médio e longo prazo, a participação de energia renovável na matriz elétrica, de acordo com um dos objetivos específicos do Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC.

5.2. Barreiras

Deve-se considerar, no entanto, que algumas barreiras ainda precisam ser superadas para que a energia solar fotovoltaica alcance posição de destaque no mercado brasileiro. Não se pode deixar de reconhecer que:

- ▣ Apesar de o custo de geração de energia elétrica a partir da tecnologia fotovoltaica ter apresentado significativa redução nos últimos anos, ainda é preciso incrementar essa diminuição para aproximá-lo dos valores praticados por outras fontes de geração de energia elétrica, visando manter a tarifa para o consumidor final em patamares aceitáveis;
- ▣ Os mercados onde a tecnologia fotovoltaica é mais econômica que as demais (Amazônia, rural disperso, áreas de preservação ambiental ou de fronteira etc), são hoje dependentes de equipamentos importados, frequentemente inadequados, caros e de difícil reposição; no entanto, a pequena dimensão e a grande dispersão dessas aplicações tornam esses mercados insuficientes para dar escala e atratividade ao estabelecimento da cadeia produtiva industrial no país;
- ▣ O mercado fotovoltaico no Brasil ainda é incipiente e a fabricação de sistemas fotovoltaicos precisa ganhar escala de produção para reduzir seu custo; no entanto, a incerteza quanto à dimensão do mercado inibe investimentos na ampliação da capacidade de produção, gerando um círculo vicioso que precisa ser rompido;
- ▣ A sistemática atual de contratação de energia por meio de leilões precisa ser adequada ao estágio de desenvolvimento e às características próprias dessa fonte, que ainda necessita de incentivos, à imagem dos que o PROINFA proporcionou com tanto sucesso à fonte eólica, para ampliar sua participação no mercado, além de um maior aprendizado sobre seu desempenho tecnológico e sua conexão e operação;
- ▣ As regras e critérios técnicos para conexão à rede e comercialização de energia elétrica, específicos para a baixa tensão, precisam ser definidos o quanto antes, a exemplo do que foi feito em alguns países europeus, onde a energia solar fotovoltaica já começa a ter participação significativa na matriz de geração elétrica; inclusive no Brasil, com frágil regulamentação para geração distribuída, algumas distribuidoras têm se antecipado na fixação de normas técnicas de conexão para a baixa tensão;

- ▣ O conhecimento sobre o interesse desse segmento para o país ainda é restrito a alguns especialistas e partes diretamente interessadas, necessitando a adoção de ações de disseminação da informação e sensibilização dos setores acadêmico, produtivo e governamental, e de toda a sociedade, assim como a formação e capacitação de pessoal especializado

5.3. Diretrizes

Em face dos benefícios e das barreiras, e tendo em vista nortear a condução dos debates para incentivar a energia solar fotovoltaica no Brasil, os signatários da Carta do Sol propõem às diferentes instâncias do Governo Federal e de Governos Estaduais e Municipais as seguintes diretrizes:

- ▣ Promover a articulação institucional para a criação de uma estratégia de incentivos apropriados à geração de energia solar fotovoltaica no ambiente do setor elétrico brasileiro, que garanta o crescimento dessa fonte no mercado no médio/longo prazo;
- ▣ Integrar as diferentes instâncias do Governo Federal e de Governos Estaduais e Municipais para a criação de sinergias na formatação de planos, projetos e programas para a promoção da energia solar fotovoltaica;
- ▣ Estabelecer marco regulatório específico para a geração de energia solar fotovoltaica, além do disposto no § 8, Art. 23 da Lei 10.438 de 2002, que já prevê a adoção de um programa específico de estímulo à energia solar fotovoltaica, desde a criação do PROINFA que contemplou apenas pequenas centrais hidroelétricas, energia eólica e de biomassa;
- ▣ Adotar incentivos financeiros, fiscais e tributários adequados ao desenvolvimento da cadeia produtiva da energia solar fotovoltaica, desde a transformação da matéria prima, fabricação e instalação dos componentes e sistemas, até a venda da energia elétrica;
- ▣ Estabelecer metodologias padronizadas para a identificação do potencial solar, tais como um período de tempo padrão para medição de irradiação solar, nas regiões favoráveis a projetos de usinas fotovoltaicas que possam vir a buscar habilitação em potenciais leilões de energia, como já se dá no caso da medição de vento para habilitação de projetos eólicos;
- ▣ Definir diretrizes para aperfeiçoar o processo de licenciamento ambiental de projetos de geração de energia solar fotovoltaica;
- ▣ Apoiar e articular uma política industrial para fomentar a cadeia produtiva fotovoltaica no Brasil, desenvolvendo o mercado de equipamentos e serviços, incluindo a atração de investidores internacionais e o favorecimento da transferência de tecnologia;

- ▣ Implantar, gradualmente, políticas de incentivo à nacionalização dos equipamentos e serviços contratados pelos empreendimentos, para que o parque já existente de fornecedores nacionais venha a crescer no Brasil;
- ▣ Incrementar programas de P&D que assegurem o domínio da tecnologia de energia solar fotovoltaica e coloquem o país em posição de destaque no cenário mundial;
- ▣ Fomentar programas de capacitação e formação de recursos humanos para atuar em todas as etapas da cadeia produtiva da energia solar fotovoltaica.

5.4. Propostas de Medidas

Para implantar as diretrizes mencionadas acima, os signatários da Carta do Sol se propõem a discutir com as respectivas instâncias públicas envolvidas (incluindo as instituições abaixo citadas e outras que se mostrarem necessárias) a viabilidade das seguintes medidas, a serem ampliadas e aprimoradas no decorrer do debate:

- ▣ Criar condições para o desenvolvimento de um mercado para energia elétrica solar fotovoltaica no país, inclusive por meio da promoção de projetos de demonstração, de pelo menos 50 MW anuais a partir de 2012, contemplando os diversos segmentos de mercado, em particular usinas (UFVs) no sistema interligado e em mini-redes isoladas, estádios, aeroportos, portos, estacionamentos, centros comerciais, prédios públicos, universidades e escolas, condomínios, bairros, eletrificação rural no âmbito do Programa Luz para Todos, dentre outros; [CNPE, MME, EPE, ANEEL, CCEE, BNDES]
- ▣ Cumprir o quanto antes o disposto no § 8, Art. 23 da Lei 10.438 de 2002, que ao excluir a energia solar do PROINFA previu a criação do dispositivo especial para seu apoio, ainda não estabelecido: “instituir programa de fomento específico para utilização de equipamentos destinados à transformação de energia solar em energia elétrica empregando recursos da Reserva Global de Reversão – RGR e contratados diretamente com as concessionárias e permissionárias de serviço público de energia elétrica, através da Eletrobrás”; [CNPE, MME, Eletrobrás, ANEEL, CCEE]
- ▣ Definir com celeridade os aspectos técnicos de conexão, definição de condições, normas e padrões para projetos de energia solar fotovoltaica conectada à rede (geração distribuída), por níveis de tensão e potência, e das formas de viabilização da introdução gradativa de sistemas de net metering a médio/longo prazo, em conjunto com as distribuidoras, permitindo viabilizar a compra e venda de energia solar fotovoltaica interligada à rede elétrica por produtores independentes, autoprodutores, comercializadores, distribuidores e consumidores; [MME, ANEEL, CCEE]
- ▣ Isentar de 100% da TUSD/TUST, para venda e compra da energia, os projetos de energia solar fotovoltaica, até um determinado nível de potência; [MME, ANEEL]

- ▣ Definir realisticamente uma quantidade anual de energia solar fotovoltaica a ser contemplada nos Planos Decenais de Expansão – PDEs e no Plano de Expansão de Longo Prazo – PNE, e indicação de mecanismos de incentivo para sua inserção na matriz elétrica nacional sem prejuízo da modicidade tarifária; [CNPE, MME, EPE, ANEEL]
- ▣ Definir alternativas atrativas para o estabelecimento de leilões específicos para a energia solar fotovoltaica, no âmbito de uma estratégia de curto/médio/longo prazo, contemplando a geração por usinas fotovoltaicas distribuídas, próximas aos centros de carga e/ou em extremidades de redes, onde essas UFVs forem particularmente atrativas para o sistema elétrico, proporcionando redução de perdas, melhora da qualidade da energia e evitando ou postergando investimentos elevados de reforço da rede, entre outros benefícios; [CNPE, MME, EPE, ANEEL, CCEE, BNDES]
- ▣ Estudar a viabilidade e as modalidades mais adequadas do estabelecimento, no médio prazo, de um mercado de certificados negociáveis de aquisição e/ou geração de energia solar fotovoltaica a serem exigidos das empresas de distribuição de energia elétrica, em quantidade a ser definida em percentual de sua energia contratada, de acordo com as metas a serem estabelecidas para a energia solar fotovoltaica nos PDEs e no PNE [CNPE, MME, EPE, ANEEL, CCEE, BNDES]
- ▣ Avaliar o uso dos recursos da Conta de Desenvolvimento Energético – CDE e do Fundo Nacional de Mudanças Climáticas – FNMC (para subsídio ao investimento ou pagamento de tarifas premium), para viabilizar a implantação da estratégia de promoção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira sem prejuízo da modicidade tarifária, inclusive para apoio aos projetos de demonstração; [CNPE, MME, MMA, BNDES]
- ▣ Estabelecer que os financiamentos do BNDES às empresas distribuidoras de energia elétrica para a contratação de projetos de energia solar fotovoltaica, incluídos em seus planos plurianuais de investimentos, possam ser separados em subcréditos específicos, em condições financeiras privilegiadas como as oferecidas para um produtor independente de energia renovável; [BNDES]
- ▣ Utilizar o instrumento de licenciamento ambiental para a promoção da energia solar fotovoltaica, simplificando a emissão de licenças para projetos de energia solar e inserindo instalações de geração solar fotovoltaica como parte das condicionantes ambientais de projetos, em articulação com os instrumentos de viabilização dos Planos Nacional, Estaduais e Municipais de Mitigação das Mudanças Climáticas; [órgãos ambientais nas esferas federal, estadual e municipal]
- ▣ Criar mecanismos de compras governamentais que privilegiem a utilização de energia solar fotovoltaica em edificações e obras públicas, em consonância com a nova

redação do Art. 2º do Decreto-Lei n º 8666, através de instrumentos como Guias de Compras e de Edificações Sustentáveis; [Governos federal, estaduais e municipais]

- ▣ Criar programa de benefícios, incentivos e diferimentos fiscais (de IPI, IRPJ, ICMS, ISS, IPTU e outros impostos, taxas e tributos federais, estaduais e municipais), por tempo determinado, assim como linhas específicas de financiamento para incentivar a instalação de toda a cadeia produtiva solar fotovoltaica no país; [Ministério da Fazenda, Confaz, Sefaz estaduais e municipais, instituições financeiras]
- ▣ Facilitar o acesso das empresas da cadeia produtiva fotovoltaica à subvenção econômica e demais instrumentos de políticas públicas voltadas para o incentivo à inovação tecnológica industrial, tais como: Lei do Bem, Lei da Inovação, Lei de Informática, Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria de Semicondutores (Padis), Fundo Tecnológico (Funtec) do BNDES, entre outros [MDIC, MCT, BNDES, FINEP]
- ▣ Reforçar o dispositivo nacional de ensino, pesquisa, desenvolvimento e inovação, fomentando a área solar fotovoltaica junto às universidades, laboratórios, instituições de ciência e tecnologia – ICTs, parques tecnológicos, incubadoras e empresas de base tecnológica etc. [MCT, MEC, CAPES, CNPq, FINEP, FAPs, BNDES].

6. BIBLIOGRAFIA

- ANEEL, Nota Técnica 004/2011 – SRD/ANEEL. Análise das contribuições referentes à Consulta Pública n°15/2010, visando reduzir as barreiras para a instalação de geração distribuída de pequeno porte, a partir de fontes incentivadas, conectadas na rede de distribuição de energia elétrica. Fevereiro 2011.
- ANEEL, Resolução Normativa n° 206 de Dezembro de 2005.
- CEMIG, O Mercado da Copa do Mundo e Olimpíadas – os Estádios Solares, in: Lisboa, Alexandre, Estádios Solares: Minas Solar 2014, apresentado no Inova FV, UNICAMP, Campinas, 15-16 março, 2011.
- CGEE, Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Subsídios Para a Tomada de Decisão, Série Documentos Técnicos 02-10, Brasília, maio, 2010.
- Devienne Filho, R.; Estudo sobre o Mercado de Energia Elétrica focando a Geração Distribuída. Programa Energia Brasil-Alemanha, GIZ, Janeiro 2011.
- Devienne Filho, Roberto, Survey of Electricity Market Focusing on Distributed Generation, relatório preparado para GTZ, janeiro, 2011.
- Eletrobrás, atendimentos Alternativos do Luz Para Todos: Experiência da Eletrobrás com Sistemas de Atendimento para Eletrificação Rural, Utilizando Fontes Renováveis de Energia, in: Lima, Alex Artigiani Neves, Experiências em projetos de eletrificação rural, apresentado no InovaFV, UNICAMP, Campinas, 15-16 março, 2011.
- EPIA – European Photovoltaic Industry Association; Global Market Outlook for Photovoltaics 2015, EPIA (2011)
- Goldemberg, José, The case for renewable Energies. Relatório Temático, Secretaria da Conferência Internacional para Energias renováveis, Janeiro 2004
- IEA – International Energy Agency. Deploying Renewables, 2009
- IEA – International Energy Agency. Solar Roadmap Targets, 2009
- Januzzi, G.; Varella, F.; Gomes, R.; Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica no Brasil: Panorama da Atual Legislação. IEI – International Energy Initiative, Outubro 2009.
- Mizuno, in: IEA presentation during Workshop on “Accelerating Energy Technology Innovation” Paris, 29-30 June 2010”.
- NEF – New Energy Finance, 2010. Global Trends in Sustainable Energy Investments 2010, Bloomberg New Energy Finance, SEFI, UNEP, 2010
- Photon International, Fevereiro 2011
- Ruther, Ricardo. et. al.; Relatório Estádios Solares – Opção Sustentável para a Copa 2014 no Brasil. UFSC, Instituto IDEAL. Brazilian-German Energy program, GTZ, 2010

Stadler, I et al. Implementation of Small Grid Connected Decentralized Power Generators Using Renewable Energies. Brazilian- German Energy program, GIZ, October 2010.

WEF – World Economic Forum, 2009. Green Investing: Towards a Clean Energy Infrastructure, 2009

Wiemken, Edo, Petry, Anna-Raquel e Wewiór, Jakub, Solar cooling in Brazil – Technology study, relatório preparado para GTZ, novembro, 2009.