

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL E  
NEGÓCIOS NO SETOR ENERGÉTICO

PAULA MAYUMI SEKIGUCHI

ANÁLISE DAS BARREIRAS PARA INSERÇÃO DA GERAÇÃO  
FOTOVOLTAICA CENTRALIZADA NA MATRIZ ELÉTRICA  
BRASILEIRA

SÃO PAULO

2014

PAULA MAYUMI SEKIGUCHI

ANÁLISE DAS BARREIRAS PARA INSERÇÃO DA GERAÇÃO  
FOTOVOLTAICACENTRALIZADA NA MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

Monografia para conclusão do Curso de  
Especialização em Gestão Ambiental e  
Negócios no Setor Energético do  
Instituto de Energia e Ambiente da  
Universidade de São Paulo

Orientador: Luis Roberto Valer

SÃO PAULO

2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Sekiguchi, Paula Mayumi.

Análise das Barreiras para Inserção da Geração Fotovoltaica Centralizada na Matriz Elétrica Brasileira / Paula Mayumi Sekiguchi; orientador: Luis Roberto Valer. – São Paulo, 2013.

49f. il.; 30 cm

Monografia (Curso de Especialização Gestão Ambiental e Negócios no setor energético) Instituto de Energia e Ambiente - Universidade de São Paulo.

1.Geração Fotovoltaica Centralizada 2.fonte solar fotovoltaica 3.Barreiras



**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL E NEGÓCIOS NO SETOR ENERGÉTICO**

**ATA DE DEFESA – MONOGRAFIA**

**CANDIDATO: Paula Mayumi Sekiguchi**

Aos quinze dias do mês de abril de 2014, às 17:00h realizou-se no Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo a defesa de monografia da aluna Paula Mayumi Sekiguchi, nível especialização, intitulado: “Análise das barreiras para inserção da geração fotovoltaica centralizada na matriz elétrica brasileira”, sendo a banca constituída pelas Professores: Luis Roberto Valer Morales – Orientador e Presidente da Comissão Examinadora e Suani Teixeira Coelho (IEE/USP).

Manifestação dos membros da banca:	Assinatura	Conceito
MSc Luis Roberto Valer Morales		9.0 (nove)
Profa. Dra. Suani Teixeira Coelho		9.0 (nove)

A candidata foi considerada (Aprovada / Reprovada)

( Aprovado )

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer aos meus amigos da CPFL Renováveis S.A. que sempre se dispuseram em tirar minhas dúvidas. Aos entrevistados que me ajudaram com questões que iam além desse trabalho. Aos meus amigos desse curso e da minha graduação pela paciência de sempre me dar suporte de alguma maneira, ao meu noivo por me apoiar sempre nas minhas decisões e ao meu orientador por sempre me incentivar com os obstáculos acadêmicos a serem enfrentados.

## RESUMO

SEKIGUCHI. P.M. **Análise das Barreiras para Inserção da Geração Fotovoltaica Centralizada na Matriz Elétrica Brasileira.** Monografia de especialização – Curso de Especialização em Gestão Ambiental e Negócios no Setor Energético do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. 2014.

O interesse pela inserção de energias renováveis nas matrizes elétricas é cada vez maior dado os seus impactos ambientais mais baixos quando comparados às fontes não renováveis. No Brasil, a matriz elétrica é visível o domínio das hidrelétricas, porém o ano de 2013 pode mostrar que a baixa diversificação da matriz pode trazer riscos ao fornecimento de energia elétrica para o país. Neste cenário observa-se o crescente interesse pela inserção da fonte solar fotovoltaica na nossa matriz, uma fonte com baixo impacto ambiental e alto potencial. Este trabalho teve como objetivo analisar as principais barreiras técnicas, econômicas e regulatórias para a participação mais efetiva da geração fotovoltaica centralizada na matriz elétrica brasileira. Para a discussão das principais barreiras da atualidade foi elaborado um questionário aplicado para alguns atores envolvidos na introdução da fonte solar fotovoltaica no país. Foi possível verificar que entre as barreiras técnicas está a falta de mão de obra qualificada tanto para projetos como para instalação dos centrais geradoras fotovoltaicas, além da falta de produção local dos componentes dos sistemas fotovoltaicos. As barreiras relacionadas à conexão com a rede envolvem problemas recorrentes às fontes como a eólica, que é a morosidade de se obter o pedido de acesso à rede, a questão da intermitência dessas fontes para a rede, e a distância ao ponto de conexão que não deve ser muito grande, pois isso pode encarecer o projeto a ponto de torná-lo inviável economicamente. As regularizações fundiárias são problemas que outras fontes também já enfrentam atualmente, e que a solar, possivelmente, enfrentará na execução dos seus projetos. Como barreiras econômicas destacam-se o elevado preço da fonte solar fotovoltaica, quando comparada às outras fontes e a indisponibilidade de linhas de financiamento e as tributações envolvidas com a importação de equipamentos. Além de algumas observações para algumas regulações que poderiam incentivar a fonte solar, relacionadas aos descontos na TUSD e TUST e licenciamento ambiental.

Assim concluiu-se que o cenário poderia ser melhorado para a inserção da geração fotovoltaica centralizada. Essas proposições envolvem a execução de um leilão exclusivo para a fonte solar, flexibilização inicial nos financiamentos para os empreendimentos solares fotovoltaicos e a criação de centros de capacitação. Sendo necessário ainda análise dos próximos acontecimentos para a fonte.

**Palavras-chave:** fonte solar fotovoltaica, geração fotovoltaica centralizada; barreiras

## ABSTRACT

SEKIGUCHI. P.M. **Analysis of Barriers to Integration of Centralized Photovoltaic Generation in the Brazilian Electric Matrix.** Monograph of specialization – Specialization Course in Environmental and Business Management at the Institute of Energy and Environment, University of São Paulo Energy Sector.2014.

The interest for renewable energy integration in electrical grids is increasing because it causes lower environmental impacts compared to non-renewable sources. In Brazil, the energy matrix is visible dominated by the hydro one, but the year of 2013 demonstrated that the low diversification of the matrix can bring risks to the electricity supply of the country. In this scenario it is possible to observe the growing interest in the integration of solar photovoltaic power in our matrix, a source with high potential and low environmental impact. This study aimed to analyze the main technical, economic and regulatory barriers to a more effective participation of centralized photovoltaic energy generation in the Brazilian energy matrix. A questionnaire has been applied to some of the actors involved in the introduction of photovoltaic power in the country for discussing the present main barriers. It was founded that among the technical barriers is the lack of skilled workmanship both for projects and for installation of photovoltaic power plants, and the lack of local production of components of photovoltaic systems. Barriers related to network connection problems involve recurring sources such as wind, the slowness of getting the request for network access, the issue of intermittency of these sources to the network, and the distance to the point of connection which should not be very long, as this can endear the project until the point of making it uneconomical. The land regularizations are problems that other sources have also currently facing, and that the solar source can possibly face in implementing their projects. Among economic barriers it is included the high price of solar photovoltaic power, when compared to other sources and availability of funding lines and taxes involved with the importation of equipment. Besides some observations for the regulations that could encourage solar power, related to discounts on TUSD and TUST and environmental licensing.

Thus it was concluded that the setting could be improved for the insertion of centralized photovoltaic power generation. These proposals include the implementation of an exclusive auction for solar power, flexibility in initial funding for solar PV projects and the creation of training centers. If necessary further analysis of the events near the source can be done.

**Keywords:** solar photovoltaic power, centralized photovoltaic generation; barriers

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Participação das Fontes Renováveis na matriz energética brasileira e mundial .....	6
Figura 2 – Matriz Elétrica Brasileira em 2012. ....	7
Figura 3 – Sistema Térmico para aquecimento de água. ....	13
Figura 4 – Planta Térmica Solar PS 10 – Sevilla – Espanha .....	14
Figura 5 – Curva de aprendizagem da tecnologia solar fotovoltaica.....	16
Figura 6 – Sistemas fotovoltaicos domiciliares instalados na comunidade de São Francisco de Aiucá.....	17
Figura 7 – Usina Solar Tanquinho – CPFL Renováveis. ....	19



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Resumo dos empreendimento habilitados no A-3 / 2013. ....	20
Tabela 2 – Habilitação de empreendimento por fonte no leilão A-3/ 2013. ....	20
Tabela 3 – Resultado do cadastramento de empreendimentos para o leilão A-5/2013. .	21
Tabela 4 – Resultado do leilão A-5/2013. ....	22

## **LISTA DE SIGLAS**

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BNE - Banco do Nordeste

CCEAL - Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Livre

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos

PROINFA- Programa de Incentivo às Fontes Alternativas

SIN - Sistema Interligado Nacional

SRHE-PE - Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

## Sumário

1. Introdução.....	6
2. Objetivo.....	10
2.1. Objetivo Geral.....	10
2.2. Objetivos Específicos.....	11
2.3. Metodologia.....	11
3. Revisão Bibliográfica.....	11
3.1. Recurso Solar.....	12
3.1.1. Energia Solar Térmica.....	13
3.1.1.1. Sistemas Térmicos para aquecimento de água.....	13
3.1.1.2. Termelétricas Solares.....	14
3.1.2. Energia Solar Fotovoltaica.....	14
3.1.2.1. Sistemas fotovoltaicos isolados.....	16
3.1.2.2. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede.....	17
3.1.2.2.1. Geração Distribuída.....	17
3.1.2.2.2. Geração Centralizada.....	19
4. Iniciativas para Inserção da Geração Centralizada.....	19
5. Resultados: barreiras para inserção da geração fotovoltaica centralizada na matriz elétrica brasileira.....	24
5.1. Barreiras Técnicas.....	24
5.1.1. Mão de obra.....	24
5.1.2. Componentes: Módulos fotovoltaicos, inversores e outros.....	25

5.1.3. Conexão à rede elétrica .....	26
5.1.4. Regularizações fundiárias .....	27
5.2. Barreiras Econômicas .....	28
5.3. Barreiras Regulatórias.....	30
6. Discussões e análises das barreiras.....	32
7. Conclusões .....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
ANEXOS.....	40

## 1. Introdução

O consumo de energia é algo inerente ao estilo de vida atual em que se tem uma necessidade cada vez maior de energia elétrica. Esse consumo é a principal origem de grande parte dos impactos ambientais em diversas escalas que vão desde doenças respiratórias causadas pelo uso de lenha até as emissões de gases do efeito estufa, que intensificam as mudanças climáticas e a perda da biodiversidade (GOLDENBERG; LUCON, 2011).

Uma das maneiras para reduzir os problemas ambientais causados pelo uso da energia proveniente dos combustíveis fósseis é aumentar o uso de fontes renováveis, que preservam os combustíveis fósseis de seu esgotamento.

A notoriedade da questão energética na agenda ambiental global se dá pelo fato da matriz energética mundial ter uma grande dependência de combustíveis fósseis, como mostra a figura 1.

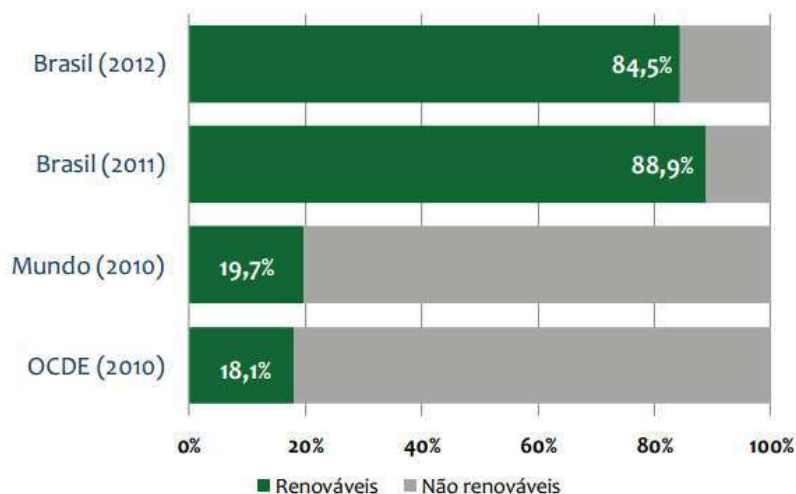


Figura 1 – Participação das Fontes Renováveis na matriz energética brasileira e mundial .

(Fonte: Balanço Energético Nacional, 2013)

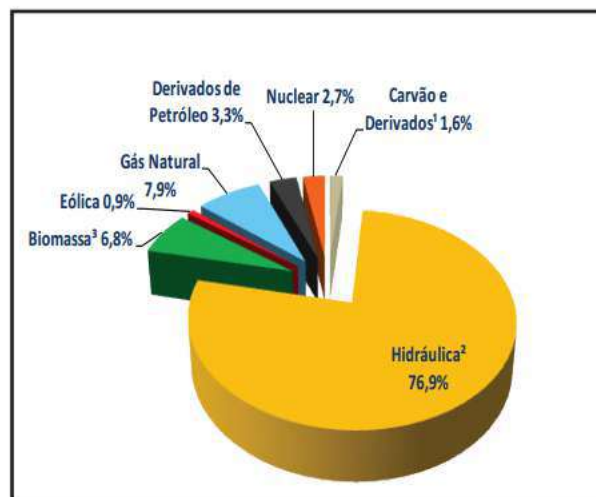
Devido à dependência elevada de combustíveis fósseis e à pequena participação das fontes renováveis no mundo têm se destacado as discussões em busca de maior eficiência energética e aumento do uso de recursos renováveis para a geração de energia elétrica.

O Brasil possui uma particularidade na sua matriz elétrica pelo fato de ter uma participação muito elevada de fontes renováveis. Atualmente esses tipos de fontes têm demonstrado no país um crescimento médio anual de 4,7 % (MME/ EPE, 2013). O último Balanço Energético Nacional (2013) demonstra que as centrais hidráulicas ainda mantêm a sua predominância em relação às outras fontes. Também são demonstrados os seguintes acréscimos: 47,8% de centrais hidráulicas; 40% centrais térmicas e 12,2% representando as usinas eólicas.

Ainda que o Brasil faça importação de energia, que também é renovável considera-se que o país tem 85% da eletricidade originada por fontes renováveis (BEN, 2013). A Figura 2 demonstra a situação da matriz elétrica brasileira no ano de 2012.

### Matriz Elétrica Brasileira

Brasil (2012)



geração hidráulica<sup>2</sup> em 2012: 455,6 TWh  
geração total<sup>2</sup> em 2012: 592,8 TWh

<sup>1</sup> Inclui gás de coqueria

<sup>2</sup> Inclui importação

<sup>3</sup> Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações.

Figura 2 – Matriz Elétrica Brasileira em 2012.

(Fonte: Balanço Energético Nacional, 2013)

Apesar da composição da matriz elétrica brasileira ser principalmente renovável, em 2012 o gás natural, o petróleo e seus derivados tiveram uma participação significativa no aumento da oferta de energia. A principal causa para a utilização dessas fontes

fósseis foi a redução da oferta interna de biomassa da cana e da hidroeletricidade (BEN, 2013).

A redução da oferta de hidroeletricidade também refletiu na participação das fontes renováveis na matriz elétrica que, em 2011, representava 88,9% e, no ano de 2012, essa participação reduziu para 84,5%.

A experiência do Brasil com a crise de suprimento de energia elétrica evidencia cada vez mais a necessidade de diversificação da oferta de energia, e o Brasil dispõe de diversas opções de geração de energia limpa para sua expansão incluindo a hidroeletricidade, a energia eólica, a cogeração, a biomassa e a energia solar.

A drástica queda do nível dos reservatórios das hidrelétricas, principal fonte na matriz energética brasileira, e, por conseguinte, a necessidade de despacho de usinas térmicas, reforça a necessidade de se repensar o modelo elétrico brasileiro (ABEEOLICA, 2013).

O custo das termelétricas é, em média, R\$400/MWh, em janeiro de 2013 foi necessário manter em geração cerca de 13GW médios de usinas termelétricas, e algumas dessas apresentavam custos acima de R\$800/MWh, o custo total em termos de Encargos de Serviços de Sistema, ultrapassam 5 bilhões de reais (ABEEOLICA, 2013).

Esse tipo de experiência só reforça a importância da combinação de todas as fontes de geração de energia disponíveis e a consideração de complementariedade entre as fontes, sendo assim, o país não deve abrir mão de nenhuma fonte de energia, e sim equilibrar todas as fontes com o objetivo de se atingir o ótimo de longo prazo, visando a eficiência econômica, sustentabilidade socioambiental e segurança quanto ao fornecimento de energia. É nesse cenário que temos o início da inserção da fonte solar no país, porém com entraves que dificultam sua participação mais efetiva na matriz elétrica brasileira.

Dentre as fontes renováveis, as que mais se destacam atualmente no Brasil são as fontes eólica, hidráulica, biomassa e solar. Para esta última, observa-se um crescimento considerável do interesse em aumentar a sua participação na matriz elétrica brasileira.

Muitas publicações internacionais preveem que para o ano de 2050 aproximadamente 50% da geração de energia elétrica virá das fontes renováveis e, desse consumo, 25% será suprido pela energia solar fotovoltaica (CGEE, 2010).

Em outros países, na década de 70, houve um forte movimento de implantação de sistemas fotovoltaicos para zonas remotas e, na década de 90, ocorreu um crescimento

da aplicação dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica para uso residencial e comercial nos países desenvolvidos. Os países que possuem a fonte solar já inserida em sua matriz de forma consolidada são: Alemanha, Japão, EUA e Espanha (CÂMARA, 2011).

O cenário mundial mostra que cada vez mais os países estão aumentando o uso da fonte solar. Mesmo com o período da crise econômica europeia, aproximadamente 31 GW foram instalados no mundo em 2012 (EPIA, 2013).

Dessa forma, observa-se que a fonte solar fotovoltaica demonstra-se altamente promissora, principalmente nos últimos anos no Brasil, devido ao interesse pela diversificação da matriz energética brasileira e redução das inseguranças de fornecimento de energia no país. Além disso, é preciso que o país ingresse de forma sustentável no mercado da energia fotovoltaica para que consiga garantir seu espaço estratégico na geração de dividendos socioeconômicos no futuro.

Apesar do potencial solar no Brasil e seu baixo impacto ambiental as pesquisas e as iniciativas no nosso país ainda são incipientes e isso pode nos desfavorecer no cenário internacional.

Estima-se que a geração de energia a partir da fonte solar em uma área de 2.400 km<sup>2</sup> com módulos fotovoltaicos, localizada em uma região com insolação média de aproximadamente 1.400 kWh/m<sup>2</sup>/ano, poderia suprir o consumo do Sistema Interligado Nacional – SIN de 2011 (EPE, 2012).

Como uma das demonstrações do alto potencial que o país possui, em 2012 o Brasil assinou com a França uma série de parcerias, e dentre elas está a produção de células fotovoltaicas, acordo fechado com o Ministério do Desenvolvimento e os ministérios franceses da Indústria e do Ensino Superior para o desenvolvimento da cadeia produtiva inteira no Brasil.

O interesse de inserção no país é perceptível também com o Plano Inova Energia, que conta com o apoio do BNDES, ANEEL, e Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e tem como objetivos:

- Apoiar o desenvolvimento e a difusão de dispositivos eletrônicos, microeletrônicos, soluções integradas e padrões para implementação de redes elétricas inteligentes (*smart grids*) no Brasil;



- Apoiar as empresas brasileiras no desenvolvimento e domínio tecnológico das cadeias produtivas das seguintes energias renováveis: solar fotovoltaica, termossolar e eólica para geração de energia elétrica;
- Apoiar iniciativas que promovam o desenvolvimento de integradores e adensamento da cadeia de componentes na produção de veículos elétricos e híbridos a etanol, e melhoria de eficiência energética de veículos automotores no país;
- Aumentar a coordenação das ações de fomento e aprimorar a integração dos instrumentos de apoio financeiro disponíveis.

Como pode ser observado, um dos itens abordados no plano é o apoio ao desenvolvimento de fontes renováveis como a solar fotovoltaica. Isso desencadearia uma série de pesquisas que contribuiriam fortemente para o estabelecimento dessa fonte na matriz elétrica.

Os últimos leilões de energia demonstraram a alta competitividade dos preços dos parques eólicos frente às Pequenas Centrais Hidrelétricas e essa realidade poderia ser a mesma para a fonte solar, visto as tentativas recentes de incentivos de órgãos municipais, estaduais e federais.

Dessa maneira esse trabalho pesquisará a respeito das barreiras da geração fotovoltaica centralizada, que é um tipo de geração que ainda possui poucas discussões. Abordagens específicas das barreiras para sistemas fotovoltaicos no município de São Paulo podem ser encontradas em Cintrão (2014).

A resolução da ANEEL, 482/2012 tinha como objetivo a geração distribuída, dessa forma observou-se uma discussão ainda incipiente para a geração fotovoltaica centralizada e uma necessidade de aprofundamento nesse tema.

## **2. Objetivo**

Os itens a seguir descrevem o objetivo geral e os objetivos específicos desse trabalho.

### **2.1. Objetivo Geral**

Sob a perspectiva de participação cada vez maior da fonte solar na geração fotovoltaica, esse trabalho consiste em analisar as principais barreiras para inserção dessa fonte na matriz elétrica brasileira em sistema de geração centralizada.

## **2.2. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Analisar as principais iniciativas feitas para que a geração centralizada com usinas solares fotovoltaicas seja cada vez mais inserida no cenário energético nacional;
- Analisar as principais barreiras econômicas, técnicas e regulatórias existentes para a inserção da geração centralizada fotovoltaica de grande porte.

## **2.3. Metodologia**

Para o suporte em relação às barreiras atuais, para a geração centralizada fotovoltaica foram realizadas entrevistas com alguns dos principais atores envolvidos na introdução da fonte solar fotovoltaica, tais como: Renova Energia, CPFL Renováveis, Yingli Solar, Solaria, Fotovoltec Consultoria, ONS, SS Solar e Brasil Solar Power, a fim de complementar as informações sobre as principais barreiras para a fonte solar fotovoltaica, com foco para a geração centralizada fotovoltaica, além da revisão bibliográfica para descrição das aplicações da fonte solar.

O questionário aplicado encontra-se no anexo A, cuja elaboração baseou-se em estudos da ABINEE a respeito da inserção da fonte solar na matriz elétrica brasileira.

O questionário foi entregue via correio eletrônico e em alguns casos por meio da vídeo conferência.

Apesar da cooperação de profissionais, como os das empresas citadas anteriormente, ainda assim houve uma dificuldade de comunicação com algumas empresas e órgãos públicos, como o de meio ambiente do estado de Pernambuco.

Por fim os dados foram coletados e analisados a fim de auxiliar a questão inicial da pesquisa. “Quais as barreiras atuais para a geração centralizada fotovoltaica”.

## **3. Revisão Bibliográfica**

A seguir são descritas algumas das aplicações da fonte solar segundo revisão bibliográfica.

### 3.1. Recurso Solar

Ao pensarmos no aproveitamento da energia gerada pelo sol, consideramos essa fonte como sendo inesgotável na escala terrestre de tempo, tanto como fonte de calor, como de luz. Além disso, o Sol é praticamente responsável pela origem das outras fontes de energia. A partir da energia do sol que se dá a evaporação, originando o ciclo das águas, que possibilita o represamento de água e conseqüentemente a geração de eletricidade por meio de hidrelétricas.

A radiação solar também é responsável por induzir a circulação atmosférica, gerando os ventos para a energia eólica. Petróleo e carvão natural foram gerados a partir de resíduos de plantas e animais que obtiveram a energia necessária ao seu desenvolvimento da radiação solar. Também por causa da energia solar, a matéria orgânica, como a cana-de-açúcar, consegue se desenvolver, através da fotossíntese, para depois seu bagaço e óleos serem utilizados como combustível nas usinas.

A energia solar que atinge a atmosfera anualmente corresponde a  $1,52 \times 10^{18}$  kWh e o consumo primário de energia no mundo é da ordem de  $1,4 \times 10^{14}$  kWh. Considerando esses números, poder-se-ia dizer que um aproveitamento de 0,01% da radiação solar supriria a demanda energética mundial (ABINEE, 2012).

A irradiação média anual no país varia entre 1.200 e 2.400 kWh/m<sup>2</sup>/ano, valores bem acima da média dos países europeus, onde a produção de energia solar tem grande destaque. Os valores médios ficam entre 900 e 1.250 kWh/m<sup>2</sup>/ano na Alemanha, entre 900 e 1.250 kWh/m<sup>2</sup>/ano na França, e entre 1.200 e 1.850 kWh/m<sup>2</sup>/ano na Espanha (EPE, 2012).

De forma geral, o Brasil é beneficiado pela irradiação global, mas o destaque fica no estado da Bahia, que possui os valores máximos de irradiação no país, com um valor médio de 6,5 kWh/m<sup>2</sup>/dia. A área, cuja irradiação global tem destaque, ainda abrange também o noroeste de Minas Gerais (EPE, 2012).

A região sul mostra valores menores de irradiação global média, principalmente na costa norte do estado de Santa Catarina (4,25 kWh/m<sup>2</sup>/dia), litoral do Paraná e litoral sul de São Paulo, além de demonstrarem maior variabilidade média anual, por ser uma região com nebulosidade elevada (EPE, 2012).

Atualmente, as principais formas de se utilizar a energia solar são: Energia Solar Térmica e Energia Solar Fotovoltaica, que serão explicadas a seguir.

### 3.1.1. Energia Solar Térmica

A utilização dessa forma da energia consiste em captar a energia solar e aproveitá-la sob a forma de calor. Geralmente isso se consegue com um equipamento conhecido como coletor solar.

Existem diversas aplicações para a conversão térmica: cocção com fogões solares, secagem de alimentos, acondicionamento térmico de vivendas, etc. Mas as aplicações mais utilizadas são o aquecimento de água sanitária e geração de vapor para a geração de eletricidade. A seguir são explicados alguns tipos de configurações.

#### 3.1.1.1. Sistemas Térmicos para aquecimento de água

Os sistemas de aquecimento de água basicamente consistem em um coletor por onde circula a água, que em alguns casos é armazenada e depois distribuída. Os coletores são painéis cobertos por vidro, por onde passam tubos, comumente de cobre.

Esse tipo de técnica para aquecimento de água é utilizado há muito tempo por vários países, como Israel e cidades como Barcelona, que possuem leis fortes e programas de incentivo para essa tecnologia, uma vez que a mesma contribui para a redução de uso de combustíveis fósseis e lenhas para aquecimento da água. No caso do Brasil, isso contribuiria, principalmente, para o aquecimento da água utilizada no banho, assim os chuveiros elétricos poderiam ser substituídos, gerando menos impactos para a geração de energia elétrica para este tipo de finalidade (GOLDENBERG; LUCON, 2011).

A figura 3 demonstra exemplos de configuração de um Sistema Térmico para aquecimento de água.

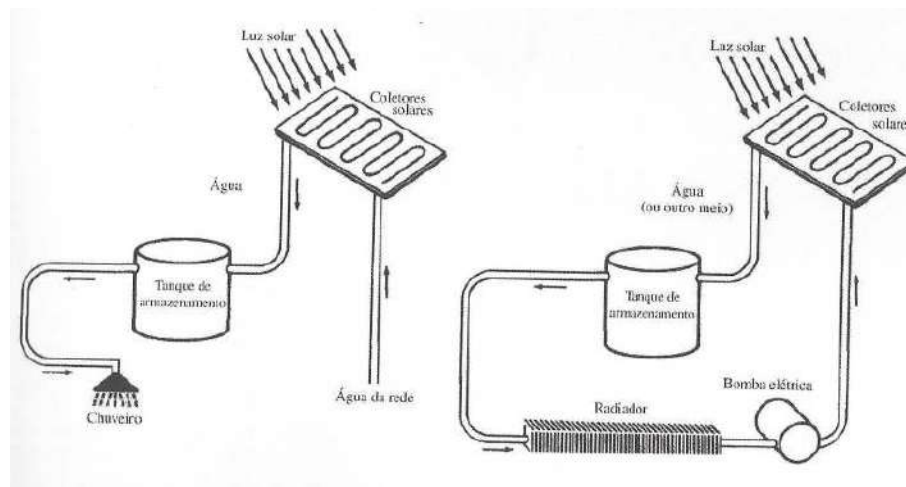


Figura 3 – Sistema Térmico para aquecimento de água.

(Fonte: GOLDENBERG; LUCON, 2011)

### 3.1.1.2. Termelétricas Solares

Outra aplicação para a fonte solar são as usinas térmicas solares, onde através de sistemas de concentração consegue-se gerar vapor para a geração de energia elétrica.

Os principais sistemas de concentração utilizados nesse tipo de usina são os concentradores cilíndrico-parabólicos, concentradores Fresnel, os concentradores de prato parabólicos e os arranjos de heliostatos, que redirecionam a luz a um receptor.

Um problema para este tipo de tecnologia é a grande necessidade hídrica para refrigeração do sistema e limpeza dos concentradores, o que evidencia um risco aos locais com baixa nebulosidade, como os locais áridos, e uma preocupação quanto ao fornecimento de água, condições que nem sempre são simultâneas (EPE, 2012).

A figura 4 mostra uma central termelétrica solar de tipo torre central localizada na Espanha:

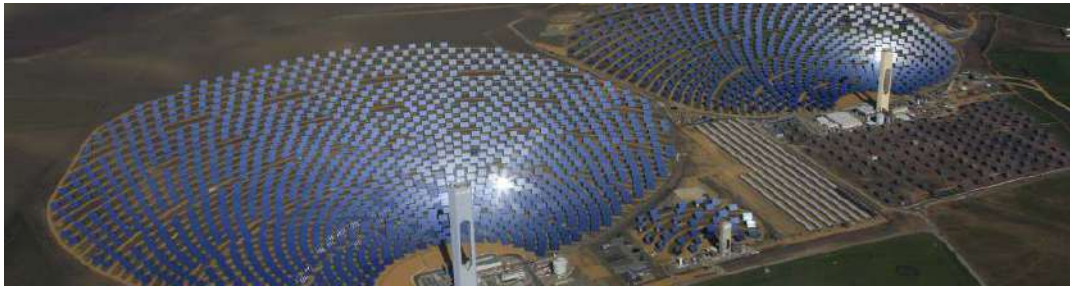


Figura 4 – Planta Térmica Solar PS 10 – Sevilla – Espanha.

(Fonte: <http://www.abengoasolar.com>)

### 3.1.2. Energia Solar Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica baseia-se na conversão direta da luz em eletricidade, por meio do efeito fotovoltaico. Este efeito foi observado por Edmond Becquerel em 1839, que percebeu uma diferença de potencial quando placas metálicas eram expostas à luz do sol.

A unidade fundamental para esse processo de conversão é a célula fotovoltaica. No princípio este tipo de tecnologia era utilizado no setor de telecomunicações, em seguida

passou a ser muito utilizado nas explorações espaciais e, posteriormente, na garantia de energia para os satélites.

As células fotovoltaicas são fabricadas a partir de materiais semicondutores (WENHAM et al.,2010). Atualmente, o material mais utilizado nas células solares é o silício (KRAUTER, 2006). Dependendo da tecnologia de fabricação, as células de silício podem ser do tipo cristalino (monocristalino e policristalino) ou do tipo amorfo (filme fino). O silício cristalino tem uma eficiência melhor se comparado ao silício amorfo (WENHAM et al.,2010). Apesar do custo mais reduzido dos módulos de filmes finos, os módulos fotovoltaicos de silício cristalino predominam no mercado.

Muitos esforços estão sendo feitos para que seja desenvolvida a tecnologia solar fotovoltaica, e com isso a difusão da utilização de sistemas fotovoltaicos. Em 1999, houve um incremento no crescimento da produção de módulos fotovoltaicos, principalmente por conta de programas de incentivo alemão, espanhol e japonês, que tinham como objetivo incentivar a geração de energia com fontes renováveis e redução da emissão de gases de efeito estufa. Nesse caso, a produção de módulos fotovoltaicos está ligada a aplicação em telhados e fachadas de edificações de zonas urbanas eletrificadas.

Nos últimos 20 anos, os módulos fotovoltaicos vêm apresentando uma progressiva queda de preços, essa queda de preço pode ser observada na curva de aprendizado da fabricação dos módulos fotovoltaicos, como mostra a Figura 5, concluindo-se que sempre que a produção acumulada de módulos fotovoltaicos dobra, o custo de produção cai em cerca de 20% (ZILLES; BENEDITO, 2012). Entre janeiro e novembro de 2011, a redução de preços de módulos de silício cristalino no mercado atacado alcançou 42% na China e 31% na Alemanha (EPE, 2012).

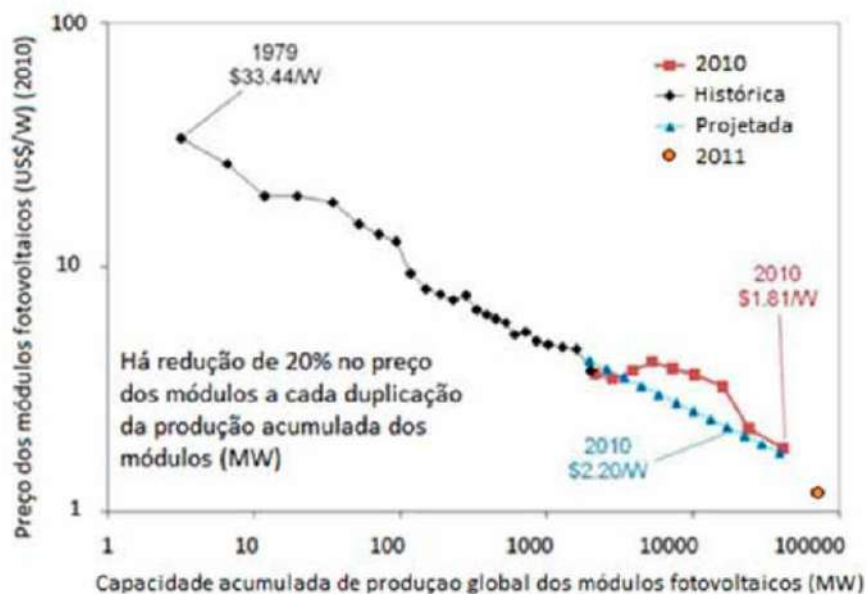


Figura 5 – Curva de aprendizagem da tecnologia solar fotovoltaica.

(Fonte: ABINEE, 2012)

Os países que investiram fortemente para inserção da energia solar fotovoltaica tiveram um bom desenvolvimento das indústrias de energias renováveis e obtiveram benefícios sociais pela criação de empregos (ZILLES; BENEDITO, 2012).

As duas principais categorias para sistemas fotovoltaicos são: os sistemas isolados, ou seja, aqueles que não estão conectados à rede elétrica e os sistemas conectados à rede elétrica. Tendo essas considerações, a seguir são descritos os principais meios pelos quais os módulos fotovoltaicos são utilizados.

### 3.1.2.1. Sistemas fotovoltaicos isolados

Os sistemas fotovoltaicos isolados são sistemas que não estão conectados à rede e, em geral, necessitam de algum tipo de armazenamento, que pode ser por meio de baterias, quando a finalidade é utilizar energia elétrica nos períodos em que não há geração fotovoltaica (GTES, 2004).

Considerando que muitas regiões do Brasil ainda não possuem acesso à energia elétrica, esse tipo de aplicação da energia solar torna-se bastante atrativa para essas regiões. Devido ao seu custo elevado, os sistemas isolados são geralmente instalados com pequenas potências, suficientes para refrigerar vacinas e outros medicamentos, conservar alimentos, iluminar casas, escolas e postos médicos.

Um dos problemas dos sistemas fotovoltaicos isolados são os resíduos das baterias e dos módulos fotovoltaicos descartados, pois esses contêm chumbo e outros metais pesados e, por essa razão, precisam de um descarte específico, caso contrário resultariam em uma possível contaminação do solo (GOLDENBERG; LUCON, 2011).

Por conta desse tipo de problema é que algumas iniciativas governamentais tentam tratar justamente dessa assistência que deve ser dada após o momento de instalação (GOLDENBERG; LUCON, 2011).

A figura 6 demonstra a configuração de um sistema fotovoltaico isolado:



Figura 6 – Sistemas fotovoltaicos domiciliares instalados na comunidade de São Francisco de Aiucá.

(Fonte: Arquivo gráfico do LSF-IEE-USP)

### **3.1.2.2. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede**

Os sistemas conectados à rede podem ser classificados segundo a localização do consumidor final em sistemas de geração centralizada e de geração distribuída. Neste trabalho o foco são os sistemas conectados à rede, mais especificamente a geração centralizada, porém, além dessa temos também a geração distribuída, ambas explicadas a seguir.

#### **3.1.2.2.1. Geração Distribuída**

Geração distribuída é a geração de energia que está localizada próxima ao consumidor final, cujo objetivo prioritário da instalação é o atendimento deste mesmo consumidor, podendo este gerar ou não excedentes energéticos comercializáveis (GORINI, 2013). Esse tipo de distribuição diminuiria ou eliminaria os custos com o



recondicionamento de linhas de transmissão e subestações a fim de prover áreas sobrecarregadas, além de poder reduzir as perdas elétricas (WENHAM et al.,2010).

A geração distribuída teve destaque no país, principalmente no ano de 2012 com a publicação da Resolução ANEEL nº 482/2012 e REN 517/2012, medidas que reduziram as barreiras para a geração distribuída. Ambas as resoluções tinham como objetivo estabelecer o acesso da microgeração e minigeração ao sistema de distribuição de energia elétrica. Entende-se por microgeração a central geradora de energia elétrica com potência instalada menor ou igual a 100kW e por minigeração a central geradora de energia elétrica com potência instalada superior a 100kW e menor ou igual a 1 MW.

Outro objetivo das resoluções era sistematizar a compensação de energia elétrica gerado pelo consumidor, por meio do net metering, um sistema que calcula o saldo de energia ativa exportada à rede e consumida da rede por posto horário e sazonalidade, na mesma unidade consumidora ou em outras unidades do mesmo CPF ou CNPJ, com validade de 36 meses (GORINI, 2013).

Este tipo de mecanismo é aplicável somente às fontes incentivadas, como a Solar, Eólica, Hidráulica, Biomassa e Cogeração qualificada, além de ter dispensa de assinatura de contratos de uso e conexão na qualidade de central geradora para a microgeração e minigeração distribuída que participe do sistema de compensação de energia elétrica da distribuidora.

Recentemente, com objetivo de estimular o setor, bancos públicos e privados, como o Santander e o Banco do Nordeste (BNE), disponibilizaram linhas de financiamento que terão análise de crédito mais ágil e taxas de juros mais atrativas (REVISTA GTD, 2013).

Como resultado disso, a Satrix, empresa com atuação na importação de módulos fotovoltaicos e venda de aerogeradores, negociou com o banco Santander um meio para que seus clientes tenham financiamentos até 60 meses, que poderá ser obtido por meio da linha de crédito CDC Energias Renováveis/Eficiência Energética de Equipamentos (REVISTA GTD, 2013).

Esse tipo de iniciativa dos bancos tem uma importância relevante para o aumento de instalações de sistemas fotovoltaicos, tanto para pessoas jurídicas como físicas (REVISTA GTD, 2013).

### 3.1.2.2.2. Geração Centralizada

Uma das maneiras de se utilizar a fonte solar para geração de energia elétrica são os sistemas centralizados. Nesses sistemas, a geração de energia pode não estar localizada perto das unidades consumidoras, como acontece em outros tipos de usinas. A figura 7 mostra o exemplo de uma usina solar fotovoltaica com geração centralizada.



Figura 7 – Usina Solar Tanquinho – CPFL Renováveis.

(Fonte: Arquivo CPFL Renováveis)

## 4. Iniciativas para Inserção da Geração Centralizada

A primeira usina solar fotovoltaica a gerar energia em grande escala no Brasil conectada ao Sistema Interligado Nacional foi a MPX Tauá, instalada no município de Tauá – CE, com potência de 1MW.

A Usina Solar Fotovoltaica Tanquinho, outro exemplo de sistema centralizado fotovoltaico, foi instalada na cidade de Campinas – SP e é a primeira do estado de São Paulo, com esse tipo de configuração. A Usina que é um empreendimento da CPFL Energia S.A., é resultado da Chamada 013-11 (Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira) da ANEEL. A usina apresenta uma capacidade instalada de 1,1 MWp, gerando aproximadamente 1,6 GWh/ ano.

Dando continuidade à presença de empreendimentos fotovoltaicos no país, em 18 de novembro de 2013 aconteceu o leilão A-3 (2013), e foi o primeiro leilão de energia a

permitir a participação da energia solar. A fonte solar habilitou 31 empreendimentos de geração do tipo fotovoltaico, totalizando uma capacidade de 813 MW (EPE, 2013 a). Na tabela 1 observa-se a síntese dos resultados do leilão A-3/ 2013:

FONTE	PROJETOS	OFERTA (MW)
Eólica	381	9.191
Solar Fotovoltaica	31	813
Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs)	10	190
Termelétricas a Biomassa	7	266
<b>TOTAL</b>	<b>429</b>	<b>10.460</b>

Tabela 1 – Resumo dos empreendimentos habilitados no A-3 / 2013.

(Fonte: EPE,2013a)

O preço teto estabelecido para todas as fontes participantes do leilão A-3 /2013 foi de R\$126 / MWh, preço muito baixo para a fonte solar. Após a realização desse leilão a EPE, reforçou que mesmo o preço da fonte solar não sendo muito competitivo com a fonte eólica foi possível notar o interesse concreto de muitos empreendedores em investir nessa fonte no país (EPE, 2013a).

Os estados participantes no leilão A-3/2013 foram: Bahia, Minas Gerais, Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte, como mostra a Tabela 2.

UF	FONTE	PROJETOS	OFERTA (MW)
Bahia	Eólica	105	2.604
	Fotovoltaica	12	309
Ceará	Eólica	51	1.241
Goiás	PCH	2	45
Maranhão	Eólica	6	173
	Fotovoltaica	4	115
Minas Gerais	PCH	4	95
	Termelétrica a Biomassa	2	70
	Fotovoltaica	9	253
Paraíba	Eólica	10	288
Piauí	Eólica	26	711
	Fotovoltaica	4	91
Rio Grande do Norte	Eólica	71	1.686
	Fotovoltaica	2	45
Rio Grande do Sul	Eólica	110	2.429
Santa Catarina	Eólica	2	59
	PCH	4	50
São Paulo	Termelétrica a Biomassa	5	196
<b>TOTAL</b>		<b>429</b>	<b>10.460</b>

Tabela 2 – Habilitação de empreendimentos por fonte no leilão A-3/ 2013.

(Fonte: EPE, 2013a)

O resultado do leilão A-3 /2013, como já era esperado por boa parte do mercado, foi dominado pela fonte eólica com 39 parques eólicos somando uma capacidade instalada de 867,7 MW, com o preço médio ao final do leilão de R\$ 124,43/MWh – um deságio de 1,25% em relação ao preço inicial (EPE, 2013b).

Assim como o leilão A-3/2013, o leilão A-5 /2013, realizado em 13 de dezembro de 2013, também permitiu a participação da fonte solar, e pode contar com um número maior de empreendimentos solares. A Tabela 3 mostra o resultado do cadastramento dos empreendimentos, que bateu recorde com 929 projetos:

FONTE	PROJETOS	OFERTA (MW)
Eólica	670	16.420
Solar Fotovoltaica	152	3.601
Solar Heliotérmica	10	290
Hidrelétricas	11	2.018
Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs	40	647
Termelétricas a Biogás	2	38
Termelétricas a Biomassa	22	1.147
Termelétricas a Carvão	6	3.340
Termelétricas a Gás Natural	16	7.566
<b>TOTAL</b>	<b>929</b>	<b>35.067</b>

Tabela 3 – Resultado do cadastramento de empreendimentos para o leilão A-5/2013.

(Fonte: EPE, 2013c)

O leilão A-5/2013 resultou na contratação de 3.507 MW através de 119 empreendimentos de geração de eletricidade. Desse montante, 97 empreendimentos foram parques eólicos, 16 pequenas centrais hidrelétricas, 5 termelétricas a biomassa (bagaço de cana e cavaco de madeira) e uma UHE – Hidrelétrica de São Manoel (700MW), arrematada por consórcio formado pelas empresas EDP e Furnas. O preço de venda foi de R\$ 109,93 /MWh um preço bem abaixo do preço estipulado para as centrais geradoras fotovoltaicas. (EPE, 2013 d).

A Tabela 4 demonstra o resultado do leilão A-5/2013, onde não houve empreendimento solares fotovoltaicos vencedores.

Fonte	Projetos contratados	Capacidade (MW)	Garantia Física (MWmédios)	Preço médio (R\$/MWh)
UHE São Manoel	1	700	421,7	83,49
PCH	16	307,7	148,5	137,35
Eólica	97	2.337,8	1.083,4	119,03
Biomassa (bagaço de cana-de-açúcar)	4	145	79,6	133,38
Biomassa (cavaco de madeira)	1	16,8	14,9	135,49
<b>TOTAL</b>	<b>119</b>	<b>3.507,3</b>	<b>1.748,1</b>	<b>109,93</b>

Tabela 4 – Resultado do leilão A-5/2013.

(Fonte: EPE, 2013 c)

Assim como no leilão anterior, a fonte solar não pode competir com os preços de fontes mais consolidadas no Brasil, como a Eólica, PCH e Biomassa.

O estado de Pernambuco demonstrando seu interesse pela presença da fonte em seu estado realizou em 27 de dezembro de 2013, o primeiro leilão de compra e venda de energia solar de empreendimentos compreendidos nos limites territoriais do estado.

Os contratos foram Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Livre (CCEAL), com início de suprimento previsto para 1 de julho de 2015 e prazo de 20 anos (SRHE-PE,2013).

Puderam participar desse leilão os empreendimentos solares fotovoltaicos e empreendimentos solares térmicos, ambos com potência instalada inferior a 30 MW.

O comprador desse leilão foi uma empresa comercializadora de energia elétrica habilitada pela SRHE-PE representando empresas pernambucanas, elegíveis ao Programa Pernambuco Sustentável (SRHE-PE, 2013). As vendedoras desse leilão poderiam ser Pessoas Jurídicas de Direito Privado, podendo essas ser consorciadas ou não. (SRHE-PE, 2013).

Foram contratados, neste leilão, 122,82 MW, ao preço de R\$228,63 /MWh, sendo que dos 34 projetos licitantes, seis foram contratados. As empresas ganhadoras eram do Brasil (Cone-Concierge e Kroma Comercializadora de Energia), da Itália (Enel Green), da Alemanha (Sowitec), da China e da Espanha (Sun Premier).

A experiência mostrou-se positiva, pois foi uma maneira de mapear a questão da oferta e demanda e também chegar a referencial de preço, além de ser exemplo de ação pioneira para fonte.

Mesmo com esse referencial de preço ainda se observa um valor bem elevado frente a outras fontes, como a eólica que no leilão A-5 /2013 estabeleceu um valor de R\$122/MWh.

#### **4.1. Iniciativas para o incentivo da energia solar em outros países**

Países que utilizam a fonte solar fotovoltaica de forma mais relevante, como a Alemanha e Itália, por exemplo, se utilizaram de mecanismo como o *feed-in tariff*, ou tarifa prêmio, como uma maneira de impedir que o elevado preço da fonte solar fotovoltaica impedisse seu desenvolvimento no país. Esse tipo de mecanismo tem como objetivo acelerar os investimentos em energias renováveis, por meio de contratos de produção de eletricidade tipicamente baseados no custo de geração de cada tecnologia.

Para a fonte solar fotovoltaica, por exemplo, é oferecido um preço mais elevado por MWh produzido. É comum esses contratos incluírem contratos de produção de eletricidade tipicamente baseados no custo de geração de cada tecnologia. Com a adoção desse tipo de incentivo a Alemanha tornou-se rapidamente um dos principais mercados para a indústria fotovoltaica no mundo. Com o desenvolvimento dessa indústria obtiveram-se outros benefícios, como a criação de mão de obra, aproximadamente, oito pessoas foram empregadas por MWp instalado no ano, além do volume de emissões de CO<sub>2</sub> evitados no ano, cerca de 6,2 milhões de toneladas (ABINEE, 2012).

A Índia com o objetivo de tornar seu país um dos líderes mundiais na indústria solar criou o programa Jawaharlal Nehru National Solar Mission, que deverá instalar em sua primeira fase, cerca de 1GW em plantas fotovoltaicas. Esse tipo de iniciativa do governo deixou os produtores locais na Índia bastante otimistas, além de diversos players globais indicarem um aumento na sua participação no mercado local. Toda essa iniciativa, faz com que a Índia ganhe cada vez mais destaque no segmento fotovoltaico. Assim como o Brasil a Índia também apresenta dificuldades em estruturar financiamentos para a solar fotovoltaica, porém lá a Indian Renewable Energy Development Agency desenvolveu mecanismos de financiamento e *leasing* para a compra de sistemas fotovoltaicos no país (ABINEE, 2012).

A China, que hoje tem destaque no setor, no início, também se utilizou de mecanismos como a tarifa prêmio no início, como uma forma de incentivo. Além disso, foi criado o projeto Golden Sun, que tinha como intuito a instalação de plantas fotovoltaicas e módulos em telhados na China (ABINEE, 2012).

Os Estados Unidos, um dos principais mercados de energia solar fotovoltaica, também contou com uma série de programas de incentivos para ter a posição atual. Uma

dessas iniciativas foi Solar America Initiative, lançado em 2008, que tinha como objetivo tornar a energia solar fotovoltaica competitiva – em relação a outras formas de energia –, através do desenvolvimento tecnológico, até 2015. Para lidar com as questões de financiamento o governo norte americano desenvolveu o projeto Property Assessed Clean Energy, funciona como um empréstimo tomado diretamente de governos locais para a compra de equipamentos que usem energia renovável (ABINEE, 2012).

Dessa forma, é possível observar que países com grande destaque no setor fotovoltaico, precisaram de incentivos do governo para que assim a fonte ganhasse notoriedade.

## **5. Resultados: barreiras para inserção da geração fotovoltaica centralizada na matriz elétrica brasileira**

A seguir são discutidas as barreiras técnicas, econômicas e regulatórias encontradas durante o desenvolvimento desse trabalho.

### **5.1. Barreiras Técnicas**

As barreiras técnicas consistem na discussão dos componentes, mão de obra, conexão à rede e regularizações fundiárias.

#### **5.1.1. Mão de obra**

A mão de obra nesse setor ainda é bem incipiente, ocorrendo uma deficiência tanto para implantação de projetos como também para a operação e manutenção (O&M) dos empreendimentos.

A fonte eólica, atualmente com menos intensidade, sofre com a falta de mão de obra qualificada, o que provavelmente não será diferente para a fonte solar, onde se acredita que haverá uma carência no país desse tipo de mão de obra especializada.

O que se percebe na verdade é um “efeito cascata”, pois se não houver mercado no país para desenvolver sistemas solares fotovoltaicos, por consequência também não haverá mão de obra qualificada, pois não haverá interesse em investir em algo que não tenha uma demanda relevante. Atualmente, há um movimento de intercâmbio entre centros de referência do Brasil com outros países, interessados em investir no Brasil, como foi o caso com a França, que resultou em um acordo para instalação de fábricas e

treinamento dos engenheiros e técnicos. Centros de capacitação para lidar com esse tipo de empreendimento são poucos ou quase inexistentes no Brasil.

### **5.1.2. Componentes: Módulos fotovoltaicos, inversores e outros**

Atualmente há um grande interesse das empresas estrangeiras em investir na energia solar no Brasil, porém mesmo com o know-how dessas empresas há uma série de adversidades que acabam dificultando sua entrada no mercado brasileiro. Isso acaba não incentivando o desenvolvimento desse tipo de geração na matriz elétrica brasileira.

Uma das barreiras para a introdução da fonte solar fotovoltaica é a falta de uma indústria produtora local dos diversos componentes necessários para as centrais geradoras fotovoltaicas. Isto também se relaciona a um problema de ordem econômica que será tratado mais a frente nas “Barreiras Econômicas”. O interesse em instalar uma fábrica no país deve-se ao fato de que um dos pontos mais críticos em relação à inserção da fonte solar fotovoltaica no país refere-se à importação de equipamentos para o Brasil, que tem uma dependência extremamente elevada, principalmente de módulos fotovoltaicos e inversores.

Quase todos os módulos fotovoltaicos comercializados no Brasil são de origem estrangeira. A célula fotovoltaica é fabricada com silício de grau solar, que possui um elevado valor agregado, diferente do silício de grau metalúrgico no qual o Brasil aparece como um dos principais produtores. Além disso, exige-se uma técnica de purificação do silício inexistente no Brasil na escala comercial. As iniciativas frente ao desenvolvimento dessa tecnologia ficam centralizadas em Universidades e algumas empresas.

Uma alternativa para fabricação do silício seria o filme fino, que tem uma eficiência menor que as células baseadas em silício cristalino, mas que também não se encontra em um nível de produção elevado no nosso país.

Uma das questões envolvidas com a manufatura local é a da demanda, que por sua vez relaciona-se muito fortemente com a realização de um leilão exclusivo para a fonte, assunto que será discutido posteriormente.

Mesmo com a baixa demanda e conseqüentemente a insegurança desse tipo de negócio, o interesse de se instalar fábricas no Brasil é muito grande, por parte de empresas consolidadas no mercado internacional, dado o potencial solar brasileiro.



Como exemplo podemos citar a construção de uma planta de equipamentos para usinas fotovoltaicas no Norte de Minas (AGÊNCIA DE MINAS, 2013; DIÁRIO DE TEÓFILO OTONI, 2014), na Paraíba (BLOOMBERG, 2013) e no Rio Grande do Sul (JORNAL DA ENERGIA, 2013). Atualmente, as únicas plantas existentes no país encontram-se em Campinas, porém seu serviço consiste apenas em montar os módulos (DYA Energia Solar) e na PUC – RS.

Similarmente, não há uma indústria nacional de inversores com as características necessárias para as usinas fotovoltaicas centralizadas. A falta de certificação de equipamentos, tais como os inversores conectados a rede, também foi uma das questões levantadas pelos entrevistados, uma vez que isso pode gerar problemas na conexão do empreendimento à rede.

### **5.1.3. Conexão à rede elétrica**

A questão do acesso às linhas de transmissão não é vista como algo impeditivo, uma vez que muitos acreditam que as dificuldades enfrentadas, atualmente, pela fonte eólica, provavelmente serão similares para a fonte solar. Uma dessas dificuldades refere-se à morosidade de se obter um pedido de acesso. Mas é preciso considerar que a fase da fonte solar é inicial no que se refere à implantação de empreendimentos e, por isso, percebe-se a necessidade de um planejamento de como um volume grande de empreendimentos refletirão na rede. Os pedidos de acesso mais demorados referem-se àqueles feitos para acesso à rede básica, que geralmente são empreendimentos com geração acima de 30 MW. As empresas responsáveis por empreendimentos eólicos ou solares procuram montar seus projetos em blocos de 30MW para ter acesso ao desconto de TUST e isso acaba favorecendo também o pedido de acesso à distribuidora do local, o que pode tornar a obtenção desses pedidos mais rápido do que os pedidos de acesso à rede básica.

A intermitência da fonte solar, assim como a da eólica, é uma situação que o ONS controla, atualmente, por meio do despacho da reserva girante - cuja energia é proveniente de hidrelétricas - quando não há fornecimento por parte dessas fontes. Porém se considerar uma escala maior de geração da fonte solar e eólica, de fato o ONS não tem um planejamento para lidar com essa intermitência. Ainda assim, essa questão ainda não é considerada muito preocupante, uma vez que o maior fornecimento de energia fica por conta das hidrelétricas. As eólicas, e futuramente as solares ainda não

têm uma participação relevante na nossa matriz de geração de energia e por esse motivo as situações de intermitência não são tão preocupantes, pois a quantidade de energia para manter a reserva girante não é algo tão preponderante, a ponto de gerar um colapso no sistema. Em entrevista feita com um dos colaboradores do ONS foi colocado que, em países onde esse tipo de geração tem uma contribuição relevante, é exigido uma reserva de energia, logo no momento em que se está projetando esse tipo de empreendimento, para que as intermitências não afetem a rede.

A questão dos inversores iniciada no item anterior, mostra que inversores com problemas podem gerar algumas incoerências para a conexão do empreendimento. Estes problemas de conexão consistem na possibilidade de ocorrerem constantes quedas dos inversores, isso pode afetar negativamente a rede, pois essas quedas são interpretadas como interrupção do fornecimento, o que obriga o ONS a despachar a reserva girante, mesmo que o problema não tenha sido o fornecimento de energia pelo sol. Por isso a importância da certificação dos equipamentos.

A distância do ponto de conexão do empreendimento também é um ponto importante a ser considerado para a geração fotovoltaica centralizada, pois isso pode encarecer o projeto a ponto de prejudicar a sua viabilidade econômica.

#### **5.1.4. Regularizações fundiárias**

Assim como as requisições de acesso à linha de transmissão, as regularizações fundiárias não apresentariam novidades para o sistema solar fotovoltaico, uma vez que as dificuldades enfrentadas pela fonte eólica provavelmente serão as mesmas que a fonte solar enfrentará. As regiões que apresentam um grande potencial, tanto para a fonte eólica como para a fonte solar, são problemáticas por não terem uma sistematização de seu sistema fundiário. Muitas áreas apresentam problemas como ausência de documentações, problemas com inventários, muitas vezes não feitos pelos herdeiros, divisões incorretas de propriedades, o que apresenta um risco quando se deseja adquirir uma área, pois dessa forma não há uma certeza de que o novo proprietário possa utilizar o terreno de forma plena.

Atualmente, o INCRA tenta resolver problemas de sobreposições de propriedades por meio do cadastramento dessas propriedades em seu sistema, mas em muitos casos, as regiões de interesse para implantação de empreendimentos são regiões carentes e que

nem todos os proprietários possuem informações suficientes para que seu imóvel seja regularizado.

## **5.2. Barreiras Econômicas**

A principal barreira econômica para a fonte solar fotovoltaica é o seu preço atual, que encontra-se em valor não competitivo com outras fontes como a eólica, hidráulica e biomassa. Dentre os componentes de seu preço final estão os módulos fotovoltaicos, que ainda possuem um preço elevado. Uma das maneiras de se amenizar esse preço elevado poderia ser por meio dos financiamentos, discutidos a seguir.

A ausência de componentes nacionais é um dificultante para a obtenção de linhas de financiamento de determinados bancos, como o BNDES, uma vez que é por meio deste que grandes obras no Brasil, como portos, rodovias e empreendimento de geração de energia, conseguem se concretizar.

Um dos principais agentes financiadores no Brasil é o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDES), que exige uma porcentagem de nacionalização dos empreendimentos. Neste ponto foi desenvolvido no passado o Plano de Nacionalização Progressiva (PNP), que consiste em um cronograma a ser proposto pelo fornecedor ou proponente com uma nacionalização progressiva da produção de Máquinas e Equipamentos.

Este tipo de plano foi utilizado pela fonte Eólica, com o BNDES exigindo que uma das quatro partes dos aerogeradores tivesse 70% de conteúdo nacional, anteriormente eram exigidos 60 %. (COGEN, 2013).

Medidas assim incentivariam o desenvolvimento da cadeia local para esses equipamentos, uma vez que empresas estrangeiras, fabricantes de equipamentos utilizados para os componentes de parques eólicos, por meio desse novo regulamento do BNDES negociam com os fornecedores para que assim consigam cumprir as novas exigências e conseguirem o financiamento com o BNDES.

Outro tipo de incentivo utilizado pela fonte eólica foi o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), de 2004, que consistia em aumentar a participação de energias de maior porte das fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH) por meio de projetos conectados ao Sistema Interligado Nacional-SIN (ABINEE, 2012).

Na ausência de fábricas para os principais componentes de um sistema fotovoltaico, muitas empresas envolvidas com a implantação de empreendimentos solares fotovoltaicos optam pela importação, o que traz uma carga tributária excessiva prejudicando o valor de investimento além de impedir o acesso a programas de financiamento, criando um valor de investimento elevado, prejudicando a viabilidade econômica de implantação de empreendimentos da fonte.

O BNDES oferece, atualmente, algumas linhas de financiamento para as energias renováveis, tais como:

- Energias alternativas: Apoio a projetos de bioeletricidade, biodiesel, bioetanol, energia eólica, energia solar, pequenas centrais hidrelétricas e outras energias alternativas.
- Projetos de eficiência energética: Apoio a projetos de eficiência energética que contribuam para a economia de energia, aumentem a eficiência global do sistema energético ou promovam a substituição de combustíveis de origem fóssil por fontes renováveis;
- Aquisição de bens de capital: Apoio à aquisição de bens de capital associado a planos de investimentos apresentados ao BNDES;
- *Leasing* de bens de capital: Apoio à aquisição de máquinas e equipamentos destinados a operações de arrendamento mercantil, associada aos planos de investimentos apresentados ao BNDES;
- Importação de bens de capital: Apoio à importação de máquinas e equipamentos sem similar nacional, associada aos planos de investimentos apresentados ao BNDES;
- Micro, pequenas e médias empresas: Apoio aos planos de investimentos apresentados ao BNDES por micro, pequenas e médias empresas;
- Capital de giro associado: Apoio à parcela de capital de giro associado a projetos de investimentos apresentados pelo BNDES.

Além dessas linhas de financiamento, há também o Programa Fundo Clima, um programa destinado a aplicar a parcela de recursos reembolsáveis do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, ou Fundo Clima vinculado ao Ministério do Meio Ambiente com a finalidade de garantir recursos para apoio a projetos ou estudos e financiamento de empreendimentos que tenham como objetivo a mitigação das mudanças climáticas.

O Programa Fundo Clima, tem como objetivo apoiar a implantação de empreendimentos, a aquisição de máquinas e equipamentos e o desenvolvimento tecnológico relacionado à redução de emissões de gases do efeito estufa e à adaptação às mudanças do clima e aos seus efeitos. Entre os dez subprogramas estão as Energias Renováveis, cujo foco é o apoio em investimentos em geração e distribuição local de energia renovável, no desenvolvimento tecnológico e na cadeia produtiva do setor de energias renováveis. Dentre os empreendimentos apoiáveis:

- Implantação de projetos de geração de energia a partir da captura da radiação solar, energia dos oceanos (marés, ondas e outras) e da biomassa, exceto derivada da cana-de-açúcar ou de resíduos sólidos urbanos;
- Implantação de projetos que visem ao desenvolvimento tecnológico dos setores de energia eólica, da biomassa, dos oceanos (marés, ondas e outras) hidráulica ou solar;
- Implantação de projetos da cadeia produtiva do setor de energia dos oceanos ou de energia solar, inclusive plantas de purificação de silício.

A grande questão é que a maioria dessas linhas de financiamento não apoia projetos que importem equipamentos, uma vez que um dos objetivos do BNDES é a geração de empregos no país, sendo assim, o cenário atual é desfavorável para que empreendedores consigam esses tipos de financiamentos.

Conforme relatado em entrevistas, outra barreira econômica seriam as cargas tributárias que incidem sobre os materiais e equipamentos utilizados na indústria solar fotovoltaica, como o Imposto de Importação - II, Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI, Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviço - ICMS, Programa de Integração Social - PIS, Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS e Imposto sobre Serviços - ISS. Esses encargos contribuem para o elevado valor da geração fotovoltaica centralizada.

### **5.3. Barreiras Regulatórias**

Atualmente pode-se dizer que não há barreiras regulatórias, mas também não existem regulações que facilitem ou tratem especificamente da fonte solar.

Um dos pontos de destaque, segundo entrevista feita com empresas do setor, foi a resolução de incentivo de Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD e a Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão – TUST, onde fica estipulado um desconto de 80%

(oitenta por cento) para os empreendimentos que entrarem em operação comercial até 31 de dezembro de 2017 para os dez primeiros anos de operação da usina, sendo que este desconto será reduzido para 50% (cinquenta por cento) após o décimo ano de operação da usina (ANEEL, 2004).

Essa alteração de desconto para 50% é criticada, pois se o intuito é incentivar a fonte solar fotovoltaica deveriam manter o desconto de 80% ao longo da vida útil do projeto, já que esse desconto de 50% já era apontado pela ABINEE (2012) como insuficiente para viabilizar empreendimentos de base solar.

Na Audiência Pública nº 042-2011, em contrapartida aos 80% de desconto para os dez primeiros anos de operação e 50% de desconto a partir do décimo primeiro ano, a ABINEE propôs que o desconto passasse a ser 100% nos 25 primeiros anos de operação da usina, porém aplicável para as usinas que entrassem em operação nos próximos 5 anos (ABINEE, 2012).

Para a questão do financiamento, seria considerável a discussão para criação de uma portaria onde houvesse mecanismos para que a nacionalização dos equipamentos fosse obtida de forma progressiva.

A questão do licenciamento ambiental para usinas solares fotovoltaicas também é pouco abordada e cada Estado trata o licenciamento desse tipo de empreendimento de uma maneira. O Estado de Minas Gerais incluiu em 2012 as usinas solares fotovoltaicas por meio da Deliberação Normativa COPAM Nº 176 de 21 de agosto de 2012. Por meio dessa deliberação, fica definido que esses empreendimentos deverão apresentar para a formalização processual o Relatório de Controle Ambiental – RCA, na fase de Licença Prévia, e Plano de Controle Ambiental, na fase de Licença de Instalação, de acordo com o disposto na Resolução CONAMA nº 279/01. Dessa maneira observa-se a necessidade de aprofundamento de pesquisas sobre esse tipo de empreendimento para que as suas particularidades no licenciamento ambiental sejam consideradas e assim deixem de ser tratadas de forma generalizada como é atualmente.

## **6. Discussões e análises das barreiras**

A fonte solar fotovoltaica ainda encontra-se num estágio incipiente, quando se trata da sua participação na matriz elétrica. Baseando-se em entrevistas feitas com alguns dos atores envolvidos nesse processo de inserção da fonte no Brasil, observa-se que ainda faltam alguns incentivos para a geração fotovoltaica centralizada.

Um dos principais incentivos é a realização de um leilão específico para a fonte solar, esse tipo de evento pode trazer um grande avanço para a fonte, pois através do mesmo é criada uma demanda dentro do país que poderá incentivar o desenvolvimento de plantas para os componentes de usinas fotovoltaicas, como aconteceu com a eólica, depois que teve a realização do seu leilão específico.

Além disso, se compararmos o momento inicial da eólica e da solar observa-se que como a fonte eólica, que hoje é um caso de sucesso teve uma série de incentivos que a ajudaram se concretizar da maneira como está atualmente.

O principal programa de incentivo para a fonte eólica no seu momento de inserção foi o PROINFA lançado em 2004, onde foram estruturados modelos de financiamentos e políticas regionais que permitiram a contratação de 1.422,9 MW, por meio de preços subsidiados (MELO, 2013).

Assim como a solar, o potencial da eólica no Brasil mostrou-se altamente promissor o que beneficiou ainda mais a trajetória das eólicas no país. Junto a isso, destaca-se a evolução da tecnologia é considerado como o principal fator de competitividade dessa indústria (MELO, 2013).

Mais um fator semelhante do momento inicial da eólica e da solar é que quando se iniciaram os investimentos para eólica no país, o setor encontrava-se em momento de crise em países da Europa e EUA com redução de investimentos em fontes renováveis subsidiadas. Dessa maneira, os investidores, visando ganhar mercado, acabaram aceitando uma remuneração menor para entrar no mercado brasileiro (MELO, 2013).

A Biomassa em 2008 pode participar no primeiro Leilão de Energia de Reserva, essa participação foi resultado de um déficit de cerca de 1000 MW médios de energia em 2009, valor representado pelo diagnóstico “Cenário Referência” da 5ª edição do Programa Energia Transparente, divulgado em junho e disponível em [www.acendebrasil.com.br](http://www.acendebrasil.com.br).

Em 2009, foi a vez de a fonte Eólica ter sua participação no 2º Leilão de Energia de Reserva. Assim como a Biomassa, foi observado o grande potencial brasileiro a ser explorado e, por esse motivo, o interesse em realizar um leilão específico para fonte eólica. Sendo assim, observa-se que, principalmente a fonte eólica, que está consolidada no país, precisou de um leilão específico para poder se estabelecer no país e assim conseguir, por exemplo, que fabricantes viessem ao país e assim obter financiamentos por conta do seu índice de nacionalização. Com o leilão exclusivo para as eólicas, devido à demanda criada, houve uma queda nos preços para implantação, pois muitas indústrias instalaram-se aqui, favorecendo a competição da indústria de equipamentos eólicos.

Dessa maneira é que muitos participantes da geração fotovoltaica centralizada colocam o leilão específico para a fonte solar como um ponto muito importante que o governo deveria agilizar, permitindo sua inserção na matriz elétrica. Com o leilão específico para a solar, seria possível a criação de uma demanda que precisará ser suprida por uma rede de fornecedores a ser desenvolvida no país. Neste ponto, a solar fotovoltaica tem a vantagem de ter a sua curva de aprendizado altamente acelerada, como já mostrado anteriormente, o que refletirá de maneira positiva sobre os preços da geração fotovoltaica centralizada.

Outra barreira é em relação às linhas de financiamento disponíveis para a fonte solar. Para a fonte solar fotovoltaica o cenário demonstra-se diferente, com quase nenhuma flexibilidade quanto à maneira de se obter financiamentos.

Com a importação de equipamentos surge outra barreira que são os encargos tributários aplicados aos equipamentos para sistemas fotovoltaicos, que encarecem a fonte solar.

As consequências da falta de mão de obra qualificada já é visível para alguns projetos resultantes da chamada 13 da ANEEL (P&D). Um dos problemas refere-se a instalação feita de maneira incorreta que prejudica o funcionamento de inversores e rendimento dos módulos fotovoltaicos. Além disso, a elaboração do projeto e a qualidade da instalação são questões que afetam diretamente o rendimento das plantas e que estão relacionadas a uma mão de obra qualificada para gerenciar esses sistemas. Tendo em vista esse tipo de problema, seria plausível a criação de centros de capacitação de pessoas para lidar com esse tipo de empreendimento, principalmente nas regiões de



maior potencial solar no Brasil, que coincidentemente também são regiões que necessitam de geração de empregos.

Conexão à rede, regularizações fundiárias e licenciamentos ambientais são questões que não são tão específicas à fonte solar fotovoltaica, mas que poderiam ter uma melhoria para a fonte, por questão de planejamento no setor.

A discussão sobre a certificação de equipamentos para o sistema fotovoltaico chega a ser, até certo ponto, contraditória entre os entrevistados. Pois alguns reforçam a necessidade de certificação no Brasil dos módulos fotovoltaicos e inversores e outros dizem que a certificação feita no exterior é mais exigente e que por essa razão enxergam a certificação brasileira como desnecessária. Porém concordo com aqueles que defendem a certificação no Brasil dada as características climáticas do nosso país.

O preço da energia obtido por meio da geração centralizada fotovoltaica ainda precisa de alguns estudos mais aprofundados, pois se compararmos o preço sugerido por estudo da EPE (2012) de, aproximadamente R\$400/ MWh e o preço obtido no leilão específico para a fonte fotovoltaica em PE, cujo preço foi de R\$ 228,63/ MWh temos uma diferença bem relevante. Sendo assim fica claro que alguns fatores não publicados favoreceram para que os empreendimentos do leilão de PE conseguissem chegar a esse preço, que ainda assim fica bem acima dos preços praticados nos leilões em que a solar competiu com outras fontes, como o A-3 e A-5 de 2013.

## **7. Conclusões**

De maneira geral, os entrevistados acreditam bastante no potencial para a geração fotovoltaica centralizada no Brasil. Mas sem a realização de um leilão específico para a fonte acredita-se que é muito difícil a solar se destacar, uma vez que seu preço, a principal dificuldade, não é competitivo com outras fontes.

Os incentivos, principalmente na questão dos financiamentos ainda são insuficientes para que se consiga reduzir o preço da geração fotovoltaica e isso na verdade acaba até desmotivando os agentes envolvidos com a fonte solar, apesar de todo o potencial.

Sem empreendimentos a serem executados gera-se um problema para a qualificação de mão de obra nesse setor, pois sem demanda não haverá motivos para se desenvolver mão de obra qualificada para lidar com a fonte solar. Como disse um dos entrevistados, acaba que se formando um efeito “bola de neve”.

Atualmente ainda são incipientes as regulamentações específicas para a solar, gerando incertezas para os empreendedores interessados em desenvolver a geração fotovoltaica centralizada.

Para que problemas sejam evitados, por falta de regulamentação adequada é necessário que os órgãos reguladores se antecipem e elaborem portarias que incentivem a entrada do mercado fotovoltaico, mas que seja de maneira organizada a fim de se evitar problemas pela falta de definição.

Sendo assim, o que se observa é uma necessidade que vai além de melhorias de pontos singulares à fonte solar fotovoltaica, mas também melhorias no próprio modelo elétrico brasileiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEEOLICA- Associação Brasileira de Energia Eólica - **A inserção das fontes de energia renováveis no processo de desenvolvimento da matriz energética do país: A participação da Energia Eólica.** 2013. Disponível em:<<http://www.abeeolica.org.br/pdf/Anuario-Brasileiros.pdf>>. Acesso em 17 de Fev.2014.
- ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica Eletrônica- **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira.** In: InovaFV, 3, 2013, Campinas. Disponível em:<<http://www.iei-la.org/inovafv/admin/resources/uploads/leonidasbandrade.pdf>>. Acesso em 24 de Mar 2014.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Aneel Normativa nº77 de 18 de Agosto de 2004.** Disponível em:<<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2004077.pdf>>. Acesso em 24 de Mar 2014.
- BEN – **Balço Energético Nacional 2013: Ano Base 2012.** Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2013. Disponível em:<[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2013.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf)>. Acesso em 24 de Mar 2014.
- BLOOMBERG. **Brasil Solar Plans Nation's Second Solar Plant to Access Loans.** 2013. Disponível em: <<http://www.bloomberg.com/news/2013-10-01/brasil-solair-plans-nation-s-second-solar-plant-to-access-loans.html>>. Acesso em 24 de Mar 2014.
- CÂMARA, C. F. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Rede Elétrica.** Lavras, MG. 2011. Disponível em: <<http://www.solenerg.com.br/files/monografia-Carlos-Fernando-Camara.pdf>>. Acesso em 24 de Mar 2014.
- CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Energia solar fotovoltaica no Brasil: subsídios para tomada de decisão:** Série Documentos técnicos 2. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.
- CINTRÃO, R. B. **Barreiras ao uso e instalação de sistemas fotovoltaicos na capital de São Paulo.** 2014. 64 p. Monografia (Curso de Especialização em Gestão

Ambiental e Negócios no Setor Energético) – Instituto de Eletrotécnica e Energia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

COGEN – Associação da Indústria de Cogeração de Energia. **Eólicas saem em busca de fornecedores nacionais.** Disponível em: <  
[http://www.cogen.com.br/noticia.asp?id\\_noticia=12131](http://www.cogen.com.br/noticia.asp?id_noticia=12131)>. Acesso em 24 de Mar 2014.

COGEN - Associação da Indústria de Cogeração de Energia – GT COGEN SOLAR. **Inserção da Energia Solar no Brasil.** São Paulo, SP, 2012. Disponível em: <  
[http://www.cogen.com.br/Solar/Biblioteca\\_Virtual/Relatorio\\_Final\\_GT\\_COGEN\\_SOLAR.pdf](http://www.cogen.com.br/Solar/Biblioteca_Virtual/Relatorio_Final_GT_COGEN_SOLAR.pdf)>. Acesso em 24 de Mar 2014.

DIÁRIO DE TÉFILO OTONI. **SOLAR-PAR diz que investirá R\$ 250 milhões em instalação de indústria em T.O. , 2014.** Disponível em: <  
<http://www.diariodeteofilootoni.com.br/index.php/cidade/3356-solar-par-diz-que-investira-r-250-milhoes-em-instalacao-de-industria-em-t-o>>. Acesso em 24 de Mar 2014.

EPE- Empresa de Pesquisa Energética – **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira.** 2012. Disponível em:<  
[http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos\\_23/NT\\_EnergiaSolar\\_2012.pdf](http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos_23/NT_EnergiaSolar_2012.pdf)>. Acesso em 24 de Mar 2014.

EPE- Empresa de Pesquisa Energética – **Informe à Imprensa: Leilão de Energia A-3 / 2013.** Rio de Janeiro: EPE, 2013 a. Disponível em:<  
[http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20131112\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20131112_1.pdf)>. Acesso em 24 de Mar 2014.

EPE- Empresa de Pesquisa Energética – **Informe à Imprensa: Leilão de Energia A-3 / 2013.** Rio de Janeiro: EPE, 2013 b. Disponível em:<  
[http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20131118\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20131118_1.pdf)>. Acesso em 24 de Mar 2014.

EPE- Empresa de Pesquisa Energética – **Informe à Imprensa: Leilão de Energia A-5 / 2013.** Rio de Janeiro: EPE, 2013 c. Disponível em:<  
[http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20131024\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20131024_1.pdf)>. Acesso em 24 de Mar 2014.

EPE- Empresa de Pesquisa Energética – **Informe à Imprensa: Leilão de Energia A-5 / 2013**. Rio de Janeiro: EPE, 2013 d. Disponível em:<  
[http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20131213\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20131213_1.pdf)>. Acesso em 24 de Mar 2014.

EPIA- European Photovoltaic Industry Association. **Global Market Outlook for Photovoltaics 2013-2017**. Bruxelas (Bélgica): EPIA, 2013. Disponível em:<  
[http://www.epia.org/index.php?eID=tx\\_nawsecured1&u=0&file=/uploads/tx\\_epiapublications/GMO\\_2013\\_-\\_Final\\_PDF\\_01.pdf&t=1386803917&hash=0d16032e1e3845ffd49cda827dd437a398138a51](http://www.epia.org/index.php?eID=tx_nawsecured1&u=0&file=/uploads/tx_epiapublications/GMO_2013_-_Final_PDF_01.pdf&t=1386803917&hash=0d16032e1e3845ffd49cda827dd437a398138a51)>. Acesso em 10 de Dez 2013.

GOLDENBERG, J. LUCON, O. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. - 3ed.rev.e ampl. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

GORINI, R. **A Energia Solar Fotovoltaica no Contexto do Planejamento Energético Nacional** . In: InovaFV, 3, 2013, Campinas. Disponível em: <<http://www.ici-la.org/inovafv/admin/resources/uploads/ricardogorini.pdf>>. Acesso em 24 de Mar 2014.

GTES – Grupo de Trabalho de Energia Solar. **Manual de Engenharia para sistemas fotovoltaicos** - Rio de Janeiro, CRESESB, 2004. Disponível em: <  
[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual\\_de\\_Engenharia\\_FV\\_2004.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2004.pdf)> Acesso em 24 de Mar 2014.

JANUZZI, G.M. (coord.). **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica no Brasil: Panorama da Atual Legislação**. Campinas, 2014. Disponível em:<  
[http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/RELATORIO\\_PROJETO\\_2\\_FINAL.pdf](http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/RELATORIO_PROJETO_2_FINAL.pdf)>. Acesso em 10 de Mar 2014.

KRAUTER, S.C.W. **Solar Electric Power Generation – Photovoltaic Systems-** Modeling of Optical and Thermal Performance, Electrical Yield, Energy Balance, Effect on Reduction of Greenhouse Gas Emissions. Netherlands: Springer, 2006.

MELO, E. Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. **Estud. av.**, São Paulo , v. 27, n. 77, 2013 . Disponível em: <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142013000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100010&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 10 de Mar 2014.

MME/EPE - Ministério de Minas e Energia / Empresa de Pesquisa Energética - **Plano Decenal de Expansão de Energia 2022. Brasil, 2013.** Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2013/PDE2022\\_ConsultaPublica.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2013/PDE2022_ConsultaPublica.pdf)>. Acesso em 10 de Mar 2014.

REVISTA GTD. **Bancos disponibilizam facilidades em financiamentos para micro e minigeração.** São Paulo: Editora Lumiere, Ed 58, 2013. Disponível em:<[http://www.jornaldaenergia.com.br/revista\\_online/ver\\_revista.php?id\\_revista=58&largura=1680&altura=1050](http://www.jornaldaenergia.com.br/revista_online/ver_revista.php?id_revista=58&largura=1680&altura=1050)>. Acesso em 10 de Mar 2014.

SRHE-PE – Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos de Pernambuco. **Edital Leilão PE Sustentável 2013.** Dez 2013. Disponível em:<[http://www.sirh.srh.pe.gov.br/sirhv5/lic\\_cons\\_download\\_edital/lic\\_cons\\_download\\_edital.php](http://www.sirh.srh.pe.gov.br/sirhv5/lic_cons_download_edital/lic_cons_download_edital.php)>. Acesso em 10 de Dez. 2013.

WENHAM, S.R. *et al.* **Applied Photovoltaic.** London- UK / Washington DC – USA: Earthscan, 2010.

ZILLES, R. ; BENEDITO, R. Panorama das Aplicações da Energia Solar Fotovoltaica. In: GOLDENBERG, J.; PALETTA, F.C. (Coord.). **Energias Renováveis.** São Paulo: Bluncher, 2012. P 33-42.

## **ANEXOS**

## ANEXO A – Modelo de Questionário



Questionário a ser aplicado para empresas com atuação no setor de geração de energia solar fotovoltaica, mais especificamente a Geração Centralizada para Monografia de conclusão do curso de Especialização em Gestão Ambiental e Negócios no Setor Energético de autoria de Paula Mayumi Sekiguchi.

1. Comente a respeito das barreiras técnicas, no que diz respeito aos componentes presentes no sistema de geração solar, mão de obra, linhas de transmissão, regularizações fundiárias e outros fatores que achar pertinente.
2. Quais os principais fatores que fazem com que tenhamos barreiras econômicas para implantação de sistemas centralizados de geração solar fotovoltaica?
3. Barreiras regulatórias – Quais as leis, resoluções favorecem ou faltam para que a solar fotovoltaica consiga se tornar mais competitiva?
4. Qual(ais) outro (s) tipo(s) de problema(s) você acrescentaria, que não se enquadraria nas categorias anteriores?