
Panorama Geral

Energia Solar Fotovoltaica Brasil - 2016

Junho / 2016



PREFÁCIO

O presente estudo tem por objetivo dar ao leitor um panorama geral do setor de energia solar fotovoltaica no Brasil.

Este promissor mercado vem ao longo dos últimos dois anos evoluindo de forma rápida e vigorosa

Prova disso são a realização dos leilões de energia que vem ocorrendo duas vezes por ano, a criação por parte do governo federal do Programa ProGD e a forte atuação das associações ligadas ao setor em busca de adequações nas legislações e quesitos fiscais, para o fomento dessa nova indústria.

Importante ressaltar que o presente estudo não é exaustivo, e que para sua elaboração foram coletadas informações a partir da consulta de publicações e banco de dados de órgãos oficiais como a Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE) e Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), além de outras publicações, devidamente referenciadas ao longo do texto.

A Voxxus vem acompanhando com grande interesse a evolução do setor fotovoltaico, desenvolvendo trabalhos de estudos de mercado completos e customizados para empresas que tenham interesse em participar desse novo segmento do mercado de energia.

Para saber como podemos ajuda-los entre em contato conosco.

Boa Leitura

Ary Branco Adurens Júnior
Diretor - Voxxus – Junho/2016

ÍNDICE

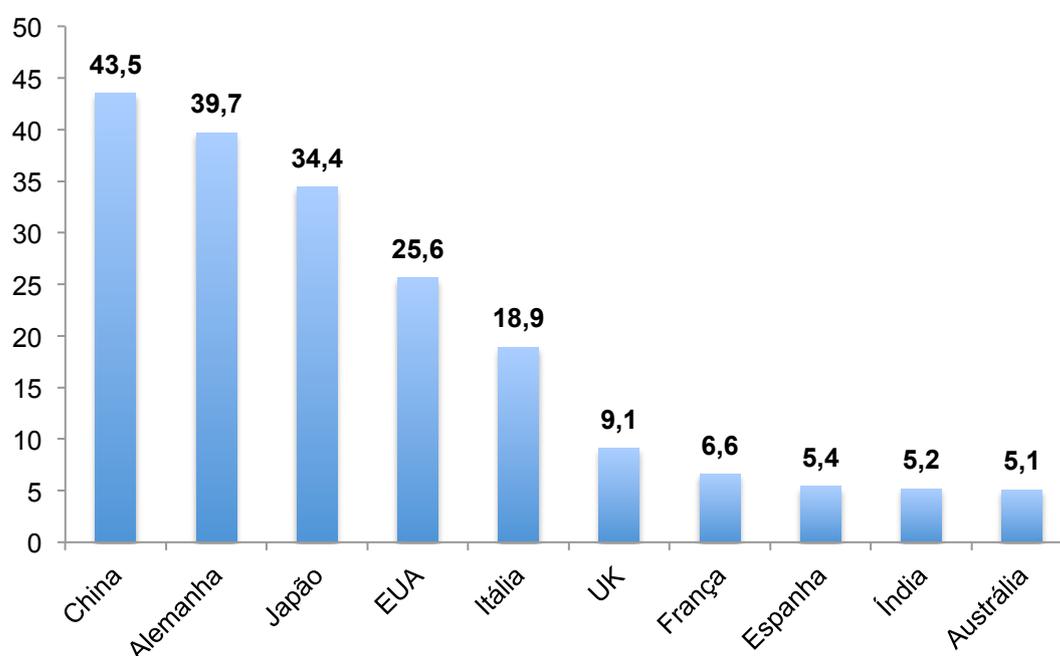
1. A Energia Solar Fotovoltaica	01
1.1 Energia Solar Fotovoltaica no Mundo	01
1.2 O Potencial Solar no Brasil	02
1.3 Geração Centralizada	05
1.4 Geração Distribuída – Micro e Minigeração	07
2. Cadeia de Valor	08
3. Programa Brasileiro de Etiquetagem – INMETRO	11
4. Conclusão	12
5. Serviços Voxxus	13
6. Referências	17

1. A Energia Solar Fotovoltaica

1.1 Energia Solar Fotovoltaica no Mundo

A utilização da fonte solar fotovoltaica para geração de energia já é uma realidade em vários países do mundo. Conforme relatório da REN21 – *Renewables Global Status Report 2016*, ao final de 2015, os sistemas de geração fotovoltaicos alcançaram 227 GW instalados. Entre os principais países encontram-se China, Alemanha, Japão, Estados Unidos, Itália, UK, França, Espanha, Índia e Austrália, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1. Capacidade Instalada (GW) - Energia Solar Fotovoltaica - 2015



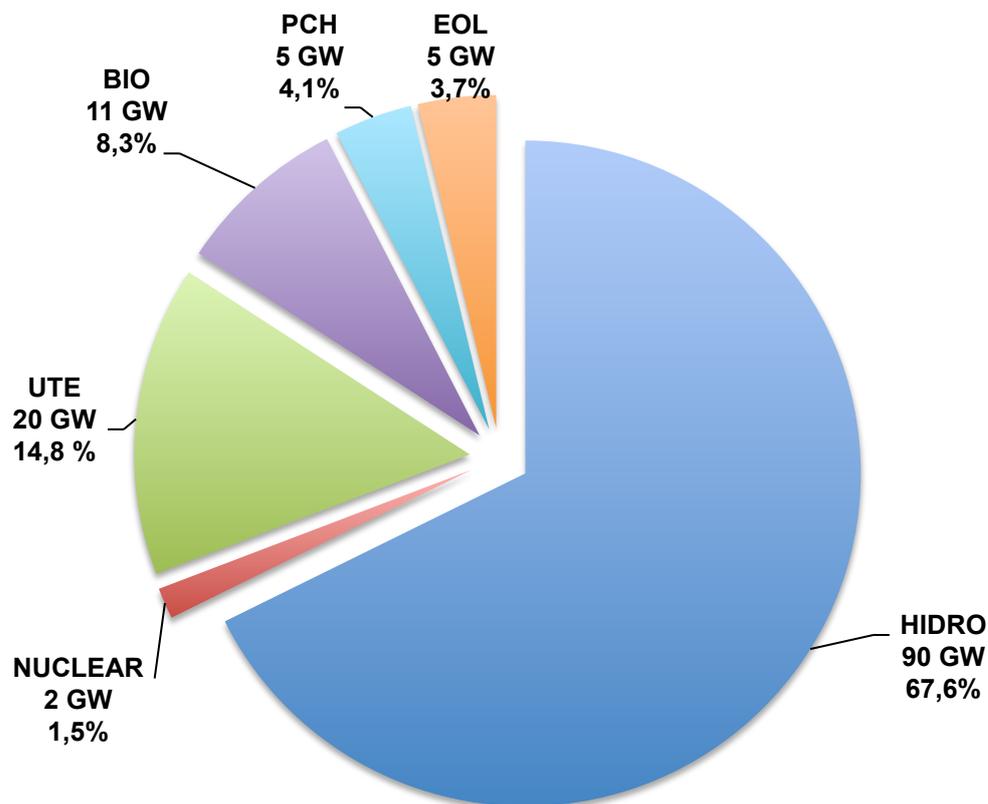
Fonte: REN21

Ainda de acordo com o estudo, a energia solar fotovoltaica vem desempenhando importante papel na geração de energia elétrica em alguns países. Em 2015, a energia solar fotovoltaica atendeu a 7,8 % da demanda na Itália, 6,5 % na Grécia e 6,4% na Alemanha. Na América Latina e no Caribe, houve a adição de aproximadamente 1,1 GW em 2015, valor que representa mais que o dobro da capacidade instalada no ano anterior. Os países que se destacaram em 2015 foram Chile e Honduras.

1.2 O Potencial Solar no Brasil

A matriz elétrica nacional em 2014 pode ser observada na Figura 1 abaixo:

Figura 1. Matriz Elétrica Brasil 2014



Fonte:

EPE (2015)

Nota-se pela análise da Figura 1 que a fonte solar ainda não tem representatividade na Matriz Elétrica Nacional, ficando limitada atualmente, sua utilização na área de pesquisa e desenvolvimento e mais recentemente nos estádios utilizados durante a Copa do Mundo de 2014.

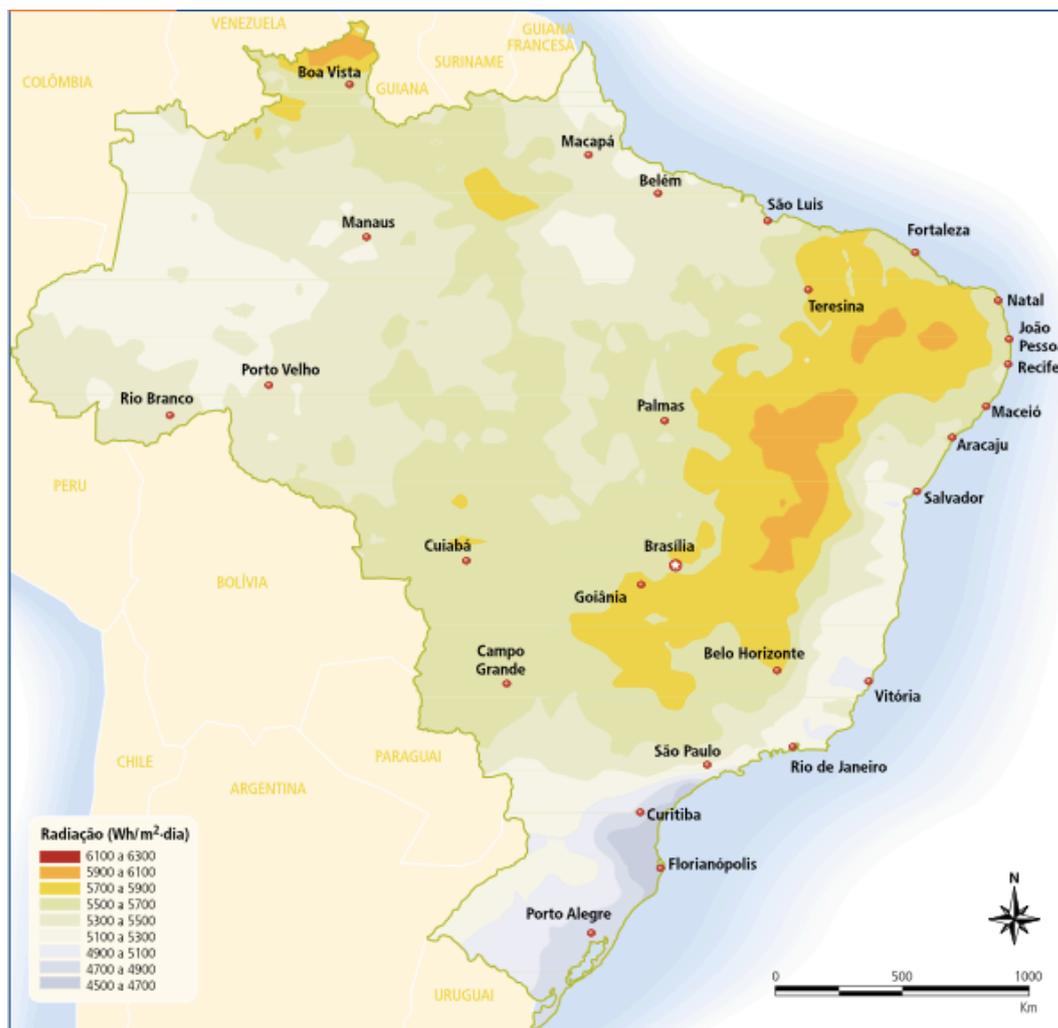
No Brasil o potencial para a utilização desta fonte de energia é extremamente promissor. Ao analisar os níveis de irradiação solar no Brasil em comparação com outros países onde esta fonte já é utilizada verifica-se que o potencial do Brasil é diferenciado conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 : Irradiação solar (kWh/m²/dia) em alguns países

País	Mínima	Máxima	Média	Área (mil. Km ²)
Alemanha	2,47	3,42	2,95	357,02
França	2,47	4,52	3,49	543,97
Espanha	3,29	5,07	4,18	504,97
Brasil	4,25	6,75	5,50	8.515,77

Fonte: WWF (2015).

Se compararmos os números do Brasil com a Alemanha, que hoje lidera a geração de energia através da fonte solar fotovoltaica verificamos que a área total da Alemanha equivale a menos de 5% da extensão territorial brasileira e que a irradiação média é perto de metade em comparação ao Brasil. A Figura 2 abaixo mostra a distribuição da radiação solar no Brasil.

Figura 2 – Radiação Solar Global Diária – média anual típica (Wh/m².dia)

Fonte: ANEEL (2002)

Em estudo realizado pela Empresa de Pesquisas Energéticas – EPE, quase a totalidade de energia consumida pelo Sistema Interligado Nacional em 2011 poderia ser gerado por uma área de 2.400 km² ou seja menos que 0,03% do território nacional.

Já para o caso de geração distribuída a EPE, estima que com sistemas fotovoltaicos instalados nos telhados de residência o potencial de geração seria equivalente a 33 GW médios, equivalente a 165 GW com fator de capacidade de 20% (WWF, 2015).

Entre os benefícios da adoção da fonte de energia solar fotovoltaica, podem-se destacar a criação de empregos na cadeia de produção (segunda maior em comparação com outras fontes de geração), geração próxima ao centros de demanda e complementariedade, além de reduzido impacto ambiental ao longo da cadeia de produção.

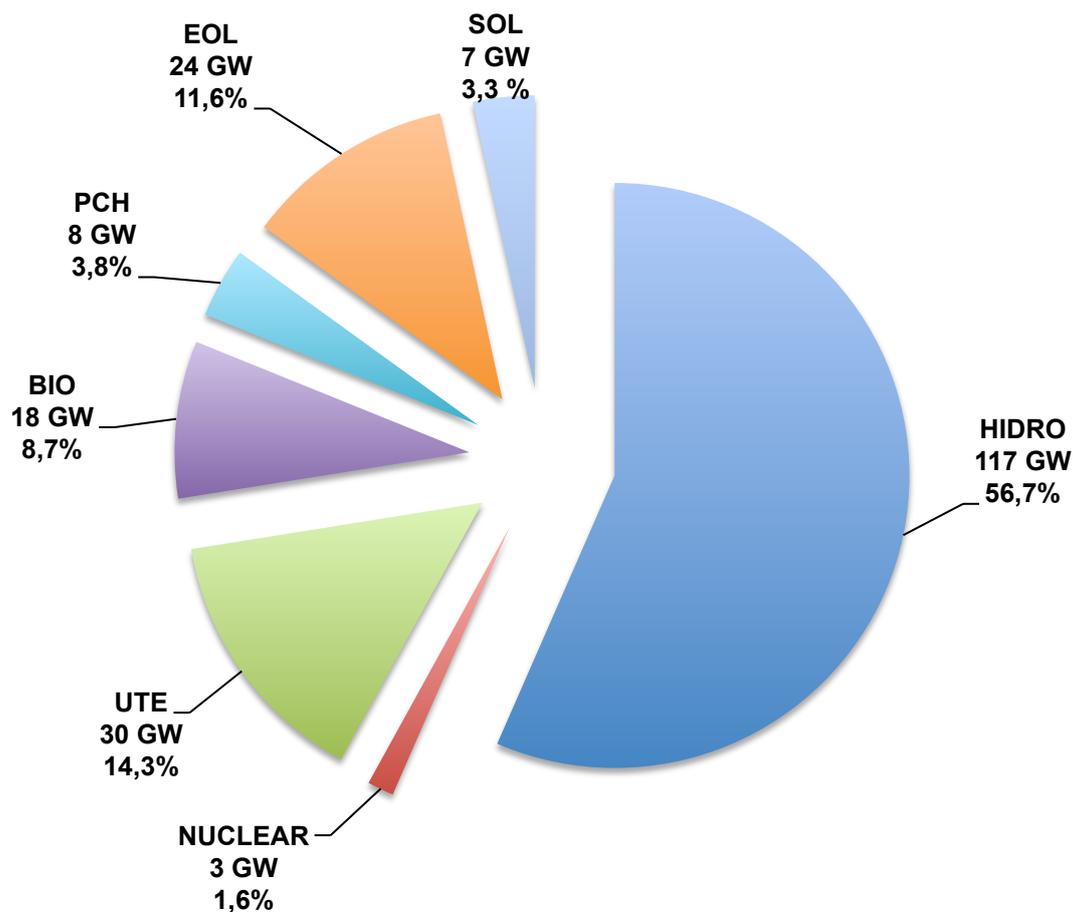
Quanto a complementariedade, a geração solar fotovoltaica é menor no período de chuvas, quando se observa a maior captação de energia nos reservatórios e durante o período noturno onde se apresentam maiores intensidades de ventos onde pode-se aproveitar o potencial eólico.

Outro fator para a inserção da fonte solar fotovoltaica diz respeito às dificuldades e riscos pelos quais o setor de geração de energia no Brasil vem passando nos últimos anos. Isso devido à falta de chuvas nos reservatórios das hidrelétricas o que fez com que houvesse um aumento na utilização de térmicas que tem custo de geração maior além de causar impactos ambientais também superiores.

1.3 Geração Centralizada

Conforme o Plano Decenal de Energia 2024, elaborado pela Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE), a capacidade instalada da fonte solar em 2024 no Brasil será de 7 GW conforme Figura 3 abaixo.

Figura 3. Matriz Elétrica Brasil 2024



Fonte: EPE (2015)

Como pode ser observado pela análise da Figura 3, a fonte solar fotovoltaica terá em participação de 3,3% na matriz elétrica de 2024, com um total de 7 GW instalados. Desse total, mais de 3 GW já foram contratados nos leilões realizados pela ANEEL conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Leilões de Geração – Fonte Solar Fotovoltaica

	Pernambuco	LER 2014	1º LER 2015	2º LER 2015
Data	12/2013	10/2014	08/2015	11/2015
Cadastrados	37 proj 1GW	400 projetos 10,7GW	382 projetos 12,5GW	649 projetos 21 GW
Vencedores	5 projetos 92MW	31 projetos 1048 MWp	30 projetos 1043 MWp	33 projetos 1115,9 MWp
Preço Teto R\$/MWh	250,00	260,00	359,00	381,00
Preço Médio R\$/MWh	242,66	215,12	301,79	297,75
Cronograma	Jun 15 / Jan17	Out / 17	Ago / 17	Dez/17
Investimento R\$	600 milhões	4,5 bilhões	4,3 bilhões	4,4 bilhões

Fonte: Voxxus

A Tabela 3 mostra a situação dos empreendimentos de geração fotovoltaica no que diz respeito à distribuição geográfica, conforme posição da ANEEL (junho/2016).

Tabela 3. Empreendimentos por Estado

Estado	Empreendimentos em Operação	Empreendimentos em construção / a construir
Bahia	2	26
Piauí	0	9
Minas Gerais	3	15
Paraíba	0	4
Tocantins	0	4
Ceará	1	6
Rio Grande do Norte	2	3
Goiás	0	2
Pernambuco	2	5
São Paulo	6	8
Maranhão	2	0
Mato Grosso do Sul	1	0
Mato Grosso	1	0
Paraná	2	0
Rondônia	1	0
Santa Catarina	3	0

Fonte: ANEEL (2016)

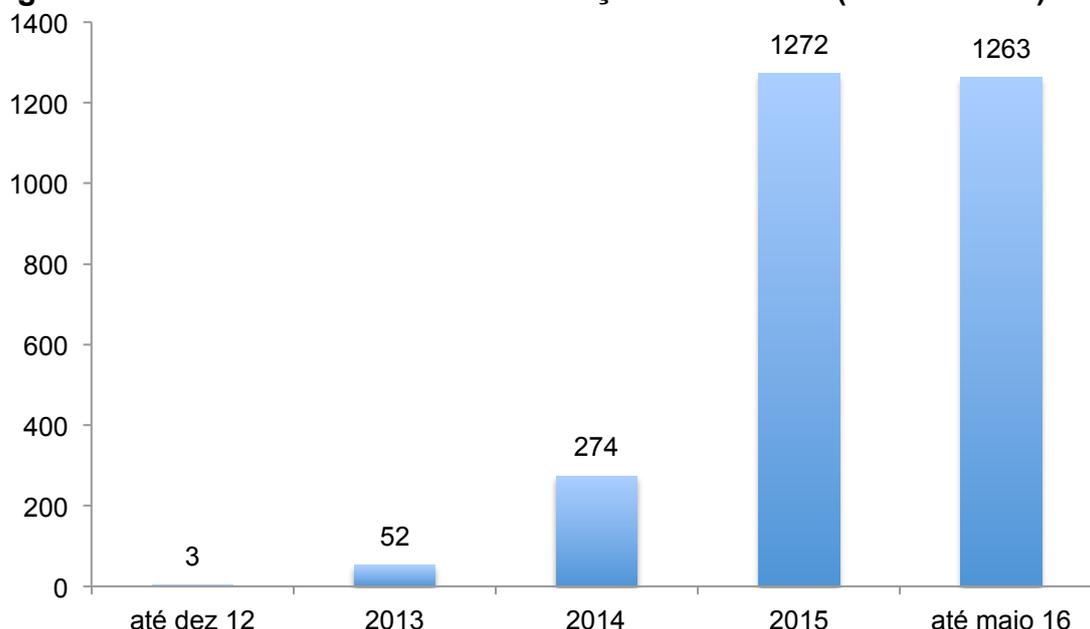
Fora os projetos já contratados estão previstos ainda em 2016 mais dois leilões. Um deles com previsão para ser realizado ainda no mês de julho de 2016, onde foram cadastrados 9.210 MW de oferta de energia em 295 projetos (EPE, 2016).

1.4 Geração Distribuída – Micro e Minigeração

A regulamentação da geração distribuída no Brasil inicialmente foi dada pela Resolução Normativa REN 482/12 de 17/04/12, que posteriormente foi aprimorada para a Resolução REN 687/15, juntamente com a seção 3.7 do Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, que ora encontra-se em vigor. A caracterização de sistemas de micro e minigeração são dadas por estes regulamentos, sendo que a microgeração diz respeito à geração de energia elétrica a partir de pequenas centrais com potência menor ou igual a 75kW. Já a minigeração tem sua caracterização para centrais de geração que tenham potência superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW, no caso de fonte fotovoltaica.

O número total de conexões vem aumentando desde 2012, atingindo até maio de 2016 um total de 2.864 conexões de sistemas fotovoltaicos conforme Figura 4.

Figura 4. Número de conexões de Geração Distribuída (Fotovoltaica)



Fonte: ANEEL (2016)

Ainda como forma de incentivar a implementação da Geração Distribuída no Brasil, o governo federal, através da Portaria 538/2015,

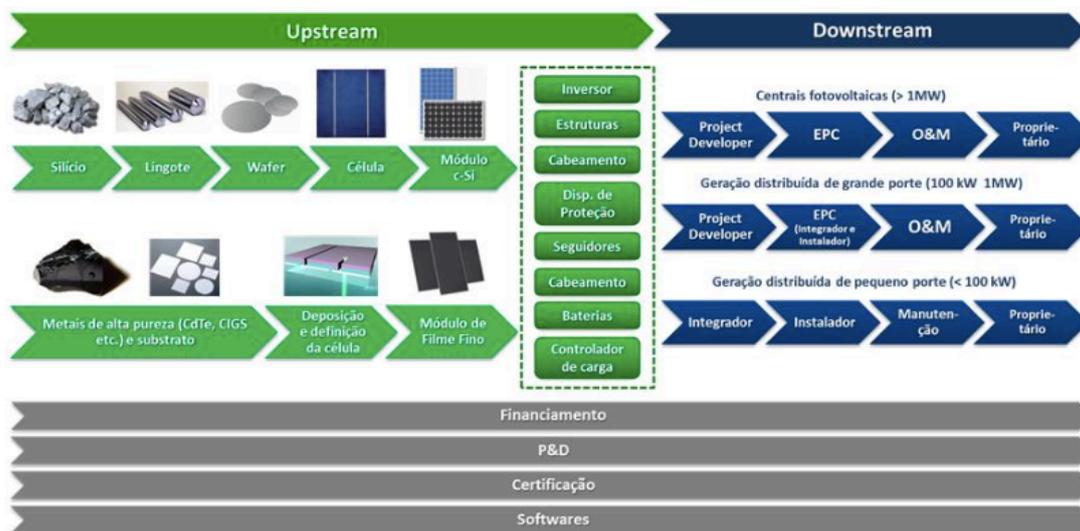
assinada pelo Ministério de Minas e Energia, instituiu o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia – ProGD.

De acordo com o Ministério de Minas e Energia, acredita-se que até 2030 sejam realizados investimentos de R\$ 100 bilhões, com a implementação de 23.500 MW em centrais de micro e minigeração com 2 milhões e 700 mil consumidores atendidos.

2. Cadeia de Valor

A cadeia de valor da indústria fotovoltaica, conforme Figura 5, é basicamente dividida entre atividades de *upstream* onde ficam caracterizadas as atividades que percorrem desde a obtenção das matérias-primas até a manufatura dos principais componentes de sistemas fotovoltaicas (módulos, inversores, estruturas, cabeamentos, “trackers” , baterias) e atividades de *downstream*, que caracterizam atividades e atores do desenvolvimento dos projetos de geração centralizada e geração distribuída).

Figura 5. Cadeia de Valor da Indústria Fotovoltaica



Fonte: EPE (2016)

No segmento de *upstream* o presente relatório dedicará espaço de forma muito específica às questões relativas ao Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO em item específico, ou seja, aos componentes finais que formam um sistema fotovoltaico (produtos acabados). Os elos anteriores da cadeia, apesar de extrema importância, não serão objeto de análise devido à sua especificidade e que foge ao objetivo deste relatório. No

que diz respeito à cadeia de downstream, será realizada a seguir uma breve descrição das atividades desempenhadas por cada elo da cadeia, para projetos de geração centralizada e distribuída (micro e minigeração).

Conforme pode ser observado pela análise da Figura 5, o setor de *downstream* possui elos diferentes para cada tipo de geração (centrais fotovoltaicas, geração distribuída de grande e pequeno porte). As Tabelas 4 e 5, descrevem o papel, de forma simplificada, de cada elo dentro de acordo com o tipo de geração em análise.

Tabela 4. Descrição Atividades de *Downstream* – Centrais Fotovoltaicas

Elo da Cadeia de Valor	Descrição das Atividades
Project Developer	Tem como principais atividades a identificação dos potenciais locais para o desenvolvimento do projeto, realização de estudos de viabilidade, aquisições de licenças e permissões, participação de leilões, negociação com a comunidade e identificação de empresas responsáveis pelo EPC e O&M.
EPC	Design e Construção da planta fotovoltaica. Duas modalidades são frequentes EPC ou EPCM
O&M	Opera e é responsável pela manutenção da planta. Geralmente terceirizado
Proprietário	Costumeiramente um consórcio que obtém a concessão por um determinado período de tempo

Fonte: EPE (2016)

Tabela 5. Descrição Atividades de *Downstream* – GD Pequeno Portes

Elo da Cadeia de Valor	Descrição das Atividades
Integrador	Oferece solução completa ao cliente final. Desde os estudos iniciais, projeto, documentações legais, financiamento.
Instalador	Efetiva a instalação do sistema fotovoltaico no cliente. Este serviço pode ser uma extensão do integrador ou uma empresa terceira.
Manutenção	Pode ser realizada pelo próprio proprietário ou em casos de defeitos o instalador pode ser acionado.
Proprietário	Dono da propriedade / ativo.

Fonte: EPE (2016)

Um projeto típico de plantas de geração fotovoltaica apresenta a seguinte composição de custos: Equipamentos de (geração) – 45%; Equipamentos (complementares) – 35%; Serviços – 20%.

Em projetos de geração distribuída comerciais e industriais de grande porte (> 100kW) as atividades se caracterizam como um misto dos segmentos apresentados anteriormente (EPE, 2016).

No mercado de geração distribuída existem hoje mais de 700 empresas envolvidas no desenvolvimento de negócios relativos a esta modalidade de geração. A Figura 6 ilustra a distribuição destas empresas em cada estado brasileiro.

Figura 6. Empresas no segmento Fotovoltaico por estado.



Fonte: América do Sol (2016)

3. Programa Brasileiro de Etiquetagem – INMETRO

O chamado PBE Fotovoltaico foi implementado de forma compulsória através da Portaria Inmetro nº 4, de 4 de janeiro de 2011, complementada por critérios estabelecidos na Portaria nº 357/2014 e Portaria nº 17/2016.

O principal objetivo destas portarias é estabelecer regras para os equipamentos de energia fotovoltaica. São cobertas pelo programa PBE fotovoltaico os seguintes equipamentos:

- Módulos (placas fotovoltaicas)
- Controladores de carga
- Inversor para sistemas autônomos com potencia nominal entre 5 W e 10 kW
- Inversor para sistemas conectados à rede com potencia nominal de até 10 kW
- Baterias estacionárias de baixa intensidade de descarga, para aplicação fotovoltaica

Os principais documentos pertinentes ao Programa Brasileiro de Etiquetagem do Inmetro estão descritos abaixo:

- Orientações Gerais para fabricantes e importadores sobre a Regulamentação de Equipamentos para geração de energia Fotovoltaica :
 - Portaria Inmetro nº 4, de 4 de janeiro de 2011;
 - Portaria nº 357, de 01 de agosto de 2014;
 - Portaria nº 271, de 02 de junho de 2015;
 - Portaria nº 17, de 14 de janeiro de 2016;

Salientamos que todos os documentos podem ser acessados no website do INMETRO

4. Conclusão

Apesar de recente o mercado de energia solar fotovoltaica mostra-se promissor e deve gerar negócios em torno de R\$ 13 bilhões somente na área de energia solar centralizada.

No que diz respeito à geração distribuída, verifica-se que apesar do grande crescimento nos últimos anos, o número de conexões ainda é extremamente baixo, ficando claro que o potencial a ser explorado ainda é bastante grande.

A Voxxus está a sua disposição para retirar suas dúvidas a respeito do mercado de energia solar fotovoltaica. Entre em contato conosco e agende sua reunião. No item 5 apresentamos nossa linha de serviços para seu pré-conhecimento.

5. Serviços Voxxus

Consultoria

A Voxxus desenvolve trabalhos de consultoria para seus clientes partindo de estudos de mercado para a elaboração das estratégias, passando pelo suporte em diversas ações além de poder dar o suporte no desenvolvimento de negócios, atuando como agente comercial conforme Figura 7.

Figura 7. Serviços de Consultoria Voxxus



Entre as vantagens de utilizar os serviços de consultoria da Voxxus, podemos destacar:

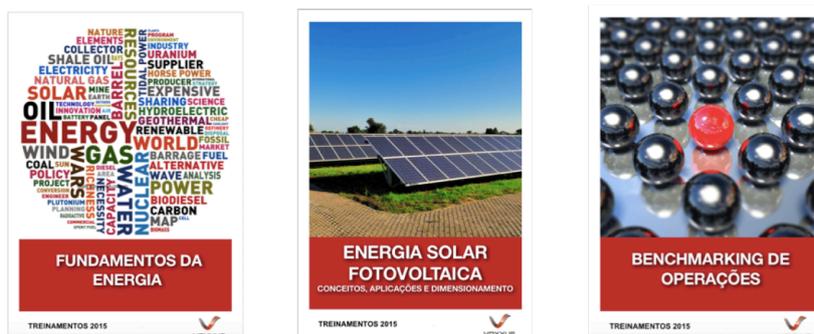
- Estamos acompanhando o mercado desde 2014.
- Possuímos experiência em:
 - Desenvolvimento de negócios
 - Elaboração de Planos de Marketing
 - Gestão de Contratos
 - Processos de certificação
- Contamos com consultores parceiros com mais de 25 anos de experiência lotados em mercados chave.
- Temos vasta rede de contatos com toda a cadeia de GC e GD

- instituições do setor, fornecedores, investidores, operadores e bancos
- Temos grande experiência tanto na área comercial quanto operacional para o suporte ao cliente.
- Atuamos com ética e respeitando os códigos de conduta de nossos clients.
- Ótima relação custo / benefício.

Treinamentos e Workshops

A Voxxus possui uma série de treinamentos desenvolvidos para a área de energia podendo ser ministrados de forma “in-company” e customizados conforme necessidade dos clientes. Alguns exemplos são citados na Figura 8

Figura 8 Treinamentos Voxxus



Além de treinamentos a Voxxus pode elaborar Workshops e apresentações para seus clientes

Figura 8 Workshops



BenchEnergy

Desenvolvido ao longo dos últimos dois anos, o BenchEnergy é um serviço de consultoria que aplica modelos matemáticos, baseados em diversas metodologias, como ferramenta de suporte à decisão.

O processo de consultoria utilizando o BenchEnergy, possibilita ranquear ou medir a eficiência de processos, pessoas, áreas e plantas, a partir de indicadores utilizados pelos clientes. A metodologia de aplicação pode ser verificada na Figura 9.

Figura 9 :Metodologia de aplicação - BenchEnergy



O grande diferencial do BenchEnergy é sua versatilidade em termos de aplicação, pois pode ser aplicado em diversas áreas ou situações conforme Figura 10.

Figura 10 : Aplicações BenchEnergy

Os seguintes benefícios da aplicação do BenchEnergy podem ser destacados :

- Baixo custo de implementação
- Aumento da Eficiência das Operações
- Possibilidade de Redução de Custos
- Melhor distribuição de recursos
- Diagnóstico para Elaboração Plano de Ação

6. Referências

América do Sol – Mapa de Empresas do Setor Fotovoltaico. Disponível em <<http://www.americadosol.org/fornecedores/>>. Último acesso : 16 de junho de 2016.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília : ANEEL, 2002.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). Banco de Informações de Geração. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/big-banco-de-informacoes-de-geracao/655808?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Finformacoes-tecnicas%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_CegkWaVJWF5E%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2>. Último acesso: 14 de junho de 2016.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2024: MME/EPE, 2015

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica / Mauricio Tiomno Tolmasquim (coord.). – EPE: Rio de Janeiro, 2016

REN21, 2016 Renewables 2016 – Global Status Report, Paris, REN21

WWF - Desafios e Oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil: recomendações para políticas públicas, Brasília, 2015



VOXXUS

Voxxus Assessoria e Treinamento
São Paulo – SP
Tel.: 55-11-963970669
Email: comercial@voxxus.com.br

