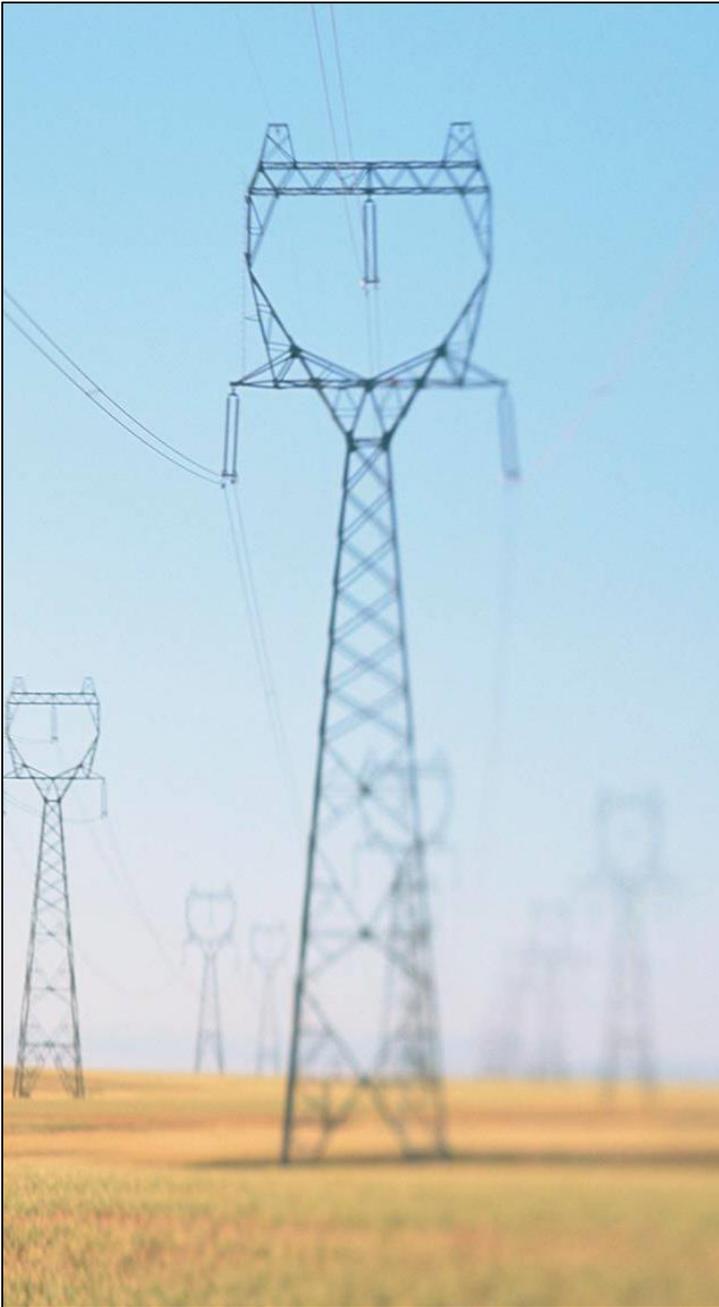


2016

CRESCIMENTO DA MINI E MICROGERAÇÃO
FOTOVOLTAICA DISTRIBUÍDA NO BRASIL EM 2016:
ANÁLISE ECONÔMICA DA OPORTUNIDADE PERDIDA
ATRAVÉS DA MATRIZ INSUMO PRODUTO

LMDM
CONSULTORIA EMPRESARIAL



Sobre a LMDM

A LMDM é uma empresa de consultoria especializada em serviços públicos, com foco nos setores de energia elétrica, saneamento básico, distribuição de gás e transporte público.

Com sede em Curitiba – Paraná, conta com um corpo técnico composto por engenheiros de diferentes especialidades, economistas, advogados e contadores.

Desde 2010 nos envolvemos em projetos que somaram mais de R\$40 bilhões em investimentos, atuando tanto ao lado dos poderes concedentes (governo federal, estadual ou municipal) quanto ao lado de agências reguladoras e concessionárias, sempre buscando o equilíbrio econômico-financeiro “ótimo” das concessões e contribuindo para o desenvolvimento da infraestrutura nacional.

Acesse www.lmdm.com.br e conheça nossas linhas de serviço e principais clientes atendidos.

No ano de 2012, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL regulamentou o mercado de micro e minigeração distribuída e desde então o crescimento de instalações de sistemas, especialmente fotovoltaicos, têm sido bastante expressivo tendo previsões muito otimistas para o futuro a curto, médio e longo prazo.

O presente estudo tem por objetivo avaliar o impacto na economia do Brasil dos efeitos da propagação da micro e minigeração fotovoltaica distribuída segundo a REN 687/2015 e previsões de totais de sistemas instalados para o ano de 2016 usando-se do modelo de insumo-produto, considerando que a demanda projetada fosse atendida pela indústria nacional e visa contribuir com o debate acerca desta regulação e em especial, procurar prever os efeitos indiretos e diretos na economia através do fomento da nacionalização da fabricação dos equipamentos e componentes no país.

Responsável pelo Estudo

Leandro D. Domaredzky, Sócio

[Linked In](#)

Revisão

Carlos Werlang Lebelein, Sócio

Fabio Martins Nunes, Consultor Associado

Curitiba, outubro de 2016



1. INTRODUÇÃO

No tocante às fontes renováveis de geração no Brasil, foi possível acompanhar nas últimas décadas o empenho a nível país no desenvolvimento e na consolidação de uma estrutura regulatória que incentivou a inserção destas fontes.

No Plano Decenal (PDE) 2024 elaborado pela EPE é possível constatar que de fato a participação das fontes crescerá, em termos percentuais de capacidade instalada total, em média, cerca de 10% nos próximos anos. Do ponto de vista geográfico, o documento emitido pela EPE enfatiza que a região que terá maior contribuição neste processo de expansão destas fontes será a região Nordeste.

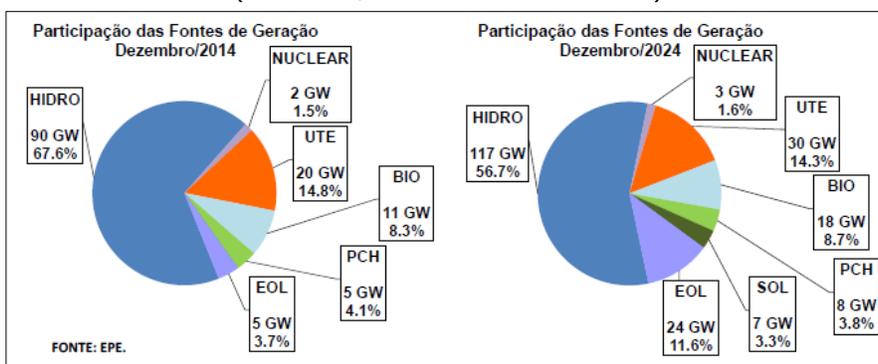
Tabela 1: Participação nas Diversas Fontes de Energia na Matriz Energética Brasileira – 2014 a 2024

(Fonte: PDE 2014 - EPE – ano-base 2015)

FONTE	2014 ⁽¹⁾	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
MW											
RENOVÁVEIS	111.269	118.380	127.866	135.486	142.972	145.177	145.560	151.554	158.102	165.460	173.417
HIDRO ⁽¹⁾	82.789	86.540	92.152	96.587	101.354	102.040	102.115	103.549	105.137	107.335	109.972
IMPORTAÇÃO ⁽²⁾	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
BIOMASSA + EÓLICA + PCH + SOLAR	21.480	24.840	28.714	31.899	34.618	36.137	36.445	41.005	45.965	51.125	56.445
NÃO RENOVÁVEIS ⁽³⁾	21.609	21.913	22.082	22.092	22.493	26.714	28.230	29.430	30.630	31.830	33.030
URÂNIO	1.990	1.990	1.990	1.990	1.990	3.395	3.395	3.395	3.395	3.395	3.395
GÁS NATURAL	11.043	11.317	11.486	12.026	12.427	14.903	16.419	17.619	18.819	20.019	21.219
CARVÃO	3.064	3.064	3.064	3.064	3.064	3.404	3.404	3.404	3.404	3.404	3.404
ÓLEO COMBUSTÍVEL ⁽⁴⁾	3.586	3.586	3.586	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201
ÓLEO DIESEL	1.239	1.269	1.269	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124	1.124
GÁS DE PROCESSO	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687
TOTAL	132.878	140.293	149.948	157.578	165.465	171.891	173.790	180.984	188.732	197.290	206.447
Participação Relativa (%)											
RENOVÁVEIS	83,7%	84,4%	85,3%	86,0%	86,4%	84,5%	83,8%	83,7%	83,7%	83,8%	84,0%
HIDRO ⁽¹⁾	67,6%	66,7%	66,1%	65,7%	65,5%	63,4%	62,8%	61,0%	59,3%	57,9%	56,7%
OUTRAS	16,2%	17,7%	19,1%	20,2%	20,9%	21,0%	21,0%	22,7%	24,4%	26,0%	27,3%
NÃO RENOVÁVEIS	16,3%	15,6%	14,7%	14,0%	13,6%	15,5%	16,2%	16,3%	16,3%	16,2%	16,0%
URÂNIO	1,5%	1,4%	1,3%	1,3%	1,2%	2,0%	2,0%	1,9%	1,8%	1,7%	1,6%
OUTRAS	14,8%	14,2%	14,7%	14,1%	13,4%	12,5%	12,5%	13,0%	13,4%	13,7%	14,5%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabela 2: Evolução da Capacidade Instalada por Fonte de Geração

(Fonte: PDE, 2024 - EPE – ano-base 2015)



Neste viés de aumento de participação das fontes renováveis na matriz elétrica no Brasil, especificamente no que se refere à expansão da participação da energia solar, vemos que em termos mundiais este aumento de participação vêm acontecendo de forma bastante acelerada, especialmente nos últimos 5 anos, onde verificou-se maior crescimento da capacidade instalada de energia solar fotovoltaica do que nos últimos 40 anos¹. Parte deste crescimento deve-se aos importantes ganhos na escala de produção e redução dos custos para investidores relativos à tecnologia. A nível mundial, o continente europeu ainda é a região do mundo com a maior capacidade instalada de geração solar fotovoltaica com pouco

mais da metade da capacidade instalada mundial. Ainda assim, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), é previsto que no Brasil, até o ano 2050, cerca de 18% das residências terão sistemas fotovoltaicos instalados.

No entanto, atualmente a capacidade instalada ainda é pouco representativa no Brasil, incluindo projetos de P&D, usinas instaladas nos estádios da Copa do Mundo 2014 e usinas enquadradas como mini ou microgeração distribuída, conforme resolução Aneel nº 482/2012 e posteriores adequações que culminaram na resolução Aneel 687/2015. A expectativa é de crescimento da participação dessa fonte (especialmente visto que aproximadamente 90% do território brasileiro está localizado em zonas intertropicais com níveis bons e médios de incidência de radiação solar), sendo que a projeção segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia publicado em dezembro de 2015 pela EPE é de que em 2024 haverá 7 GW de capacidade instalada para fontes solares centralizadas e cerca de 1,32 GW de geração fotovoltaica distribuída. Embora com os desafios e barreiras normais e inerentes a uma indústria nova que ainda necessitam serem transpostos somado à capacidade instalada ainda pequena, vê-se que o Brasil tem envidado esforços honestos na busca de superar estas barreiras para inserção da fonte na matriz brasileira de forma significativa.

2. A MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA

O conceito de geração distribuída pode ser melhor definido como a instalação de geradores de pequeno porte localizados próximos aos centros de consumo de energia elétrica sendo a iniciativa de instalação partidária do consumidor (que inclusive é o principal responsável por analisar a relação de custo/benefício do projeto), que em contrapartida pode proporcionar diversos benefícios ao sistema.

Alguns exemplos são: diminuição das perdas associadas ao transporte de energia e facilidade de instalação e otimização de espaços sem necessidade de alocação de equipamentos em grandes áreas. Ainda como exemplo, temos a instalação de painéis fotovoltaicos nos telhados residenciais ou comerciais, prática bastante difundida em países como a Alemanha, por exemplo, onde o governo incentivou a instalação de painéis fotovoltaicos através da tarifa feed-in, paga pelo governo para cada MWh solar exportado para a rede, sendo o preço geralmente 15-20% maior do que o preço da energia convencional (o que por vezes é questionado como modelo ineficiente, já que incentiva o produtor a exportar 100% da energia por conta dos valores altos pagos e, assim, continue consumindo a energia convencional).

Em contrapartida, as potenciais desvantagens e desafios trazidos pela geração distribuída são o aumento da complexidade de operação da rede (dado o número grande de novas ligações), a dificuldade na cobrança pelo uso do sistema elétrico (que aborda a questão de como garantir a estabilidade econômico-financeira da distribuidora de energia em meio à expansão desta modalidade), a eventual incidência de tributos e a necessidade de alteração dos procedimentos das distribuidoras para operar, controlar e proteger suas redes.

Neste sentido, a geração distribuída pode ser classificada também segundo seu tamanho: médio e pequeno ou grande porte, sendo que o conceito de microgeração distribuída refere-se a uma central geradora de energia elétrica com potência instalada menor ou igual a 75 kW enquanto que a minigeração distribuída diz respeito às centrais geradoras com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fonte hídrica ou 5 MW para as demais fontes renováveis de energia conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

Como destaque na geração distribuída de pequeno porte vemos que a baseada em aproveitamento solar fotovoltaico é hoje a tecnologia com excelente potencial de penetração no horizonte de planejamento energético decenal no Brasil. Em 2012 a EPE publicou a nota técnica intitulada “Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira”, contemplando as principais aplicações da energia solar para geração de eletricidade no Brasil. Os estudos à época mostraram que a inserção fotovoltaica estaria mais próxima de se realizar naturalmente via geração distribuída.

De fato, no mesmo ano, a Agência nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a Resolução Normativa nº 482/2012 que estabeleceu as condições gerais para micro e mini geração distribuída no país, assim como o sistema de compensação de energia elétrica através do sistema conhecido como net metering (gatilho que permite que a energia excedente gerada pela unidade consumidora seja injetada na rede da distribuidora ficando um crédito a ser utilizado e válido até 2015 por 36 meses e atualmente, com a publicação da Resolução Normativa nº 687, por 60 meses, para abater de eventual consumo ativo). Ressalta-se que até então, não havia no Brasil regulamentação específica sobre o assunto.

Desde a publicação da Resolução Normativa 482 e em linha com projeção de crescimento de perto de 300% para 2015, até o mês de dezembro de 2015 haviam 1.731 conexões de microgeração no Brasil, representando uma potência instalada de 16,5 MW com aproximadamente 96% das conexões advindos de fontes solares e 3% vindos de eólicas. As demais fontes (híbrida, térmica e hidráulica) dividiram o 1% restante. De fato, em números mais atuais temos cerca de 2.800 conexões até março de 2016, segundo a ANEEL. Deste total, cerca de 89% usam placas solares para gerar energia (cerca de 18 MW). Dados da ANEEL de setembro mostram que o Brasil ultrapassou em Agosto de 2015 a marca de 5.000 sistemas de micro e minigeração distribuída, com maior participação para o fotovoltaico (4.995 conexões).

Tal crescimento se deve em parte ao avanço e amadurecimento da regulação, à crise dos setores de geração e transmissão, preços crescentes na tarifa regulada, sinalização do BNDES de apoiar investimentos nesta modalidade e custos decrescentes das tecnologias. Após a publicação da REN 482/2012, houve extenso processo de aperfeiçoamento da referida resolução através de debates com o setor em geral por meio da realização de consulta e audiência pública (AP 026/2015) que culminou com a publicação da Resolução Normativa nº 687/2015.

A nova regulação da microgeração modernizou o sistema de compensação de energia, viabilizando novos modelos de negócios: geração remota, geração compartilhada, aluguel de sistemas e geração em condomínios³. Pela regulação, a energia que é gerada em sistemas de micro e minigeração, mas não é consumida imediatamente, é injetada na rede para ser “reutilizada” posteriormente. Entre as modalidades criadas na nova resolução, a que mais deve crescer neste ano é a que possibilita instalar sistemas em um local e consumir em outro – desde que na mesma área de concessão. A nova resolução estabeleceu também maior dinamicidade no tocante à burocracia que antecede a ligação dos sistemas, diminuindo o prazo entre o pedido de ligação e a conexão do sistema à rede de 82 dias para 32 dias, no caso da microgeração, e 49 dias, no da minigeração (ainda estando sujeito à celeridade da distribuidora local quanto às etapas de responsabilidade desta). A estimativa do setor é que os novos modelos de compensação de energia tornem o mercado cinco vezes maior em relação àquele alcançado pela resolução 482 e com todos estes movimentos, a expectativa é que o número de sistemas fotovoltaicos conectados à rede ultrapasse 14.000 sistemas para este ano de 2016. Um crescimento projetado de mais de 1.000%, somando mais de 50 MW de capacidade instalada somente para este tipo de fonte. Embora a potência seja ainda relativamente pequena, mantendo-se o crescimento neste ritmo até 2024 a EPE projeta que o número chegará a aproximadamente 1,2 milhão de unidades conectadas.

Em termos de investimento necessário, atualmente, um sistema de microgeração pode requerer investimento entre R\$ 10 mil e R\$ 150 mil, a depender do tamanho do sistema, com previsão de ter a recuperação do investimento (payback) a partir do quarto ano de operação – sujeito a fatores como irradiação e também com maior destaque em estados onde não há cobrança de ICMS sobre a energia produzida. Neste ponto de vista tributário, dezesseis estados brasileiros deixaram de cobrar ICMS nas operações de compensação de energia, o que atingirá cerca de 75% da população brasileira, ou aproximadamente 150 milhões de pessoas, caso estas optem por gerar a própria energia. Os estados são: Goiás, Pernambuco, São Paulo, Rio Grande do Norte, Ceará, Tocantins, Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Acre, Alagoas, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Amazonas e Distrito Federal e tal movimento caracteriza a adesão dos respectivos estados ao convênio Confaz que autoriza os estados a concederem isenção do imposto sobre circulação de mercadorias e serviços incidente

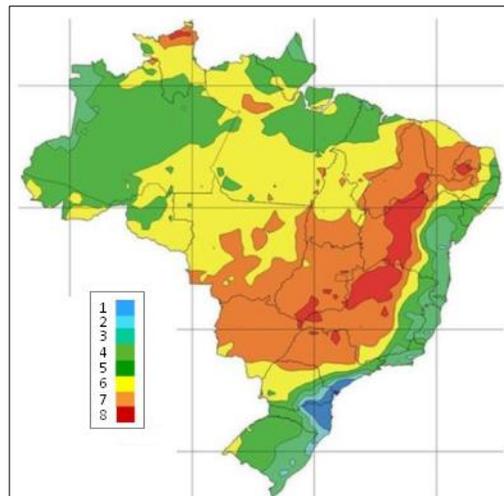
sobre a energia trocado entre consumidor e distribuidora fazendo com que o consumidor (ou neste caso, micro ou minigerador) não seja tributado pela energia injetada na rede. Além da isenção do imposto estadual para a energia injetada na rede, no ano de 2016 os consumidores já contam com a isenção de cobrança de PIS/Cofins na energia injetada.

3. OVERVIEW DA INDÚSTRIA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NO BRASIL

A cadeia de produção da indústria fotovoltaica começa na extração do quartzo e seu beneficiamento para produção de lingotes de silício. Seguem-se a fabricação das células e painéis fotovoltaicos e a produção dos equipamentos eletromecânicos complementares.

Pelos dados expostos nos parágrafos anteriores e projeções feitas por especialistas, vemos que as potencialidades do mercado de energia fotovoltaico no Brasil realmente são enormes e começam pelo excelente recurso solar que desfruta boa parte do território brasileiro: entre 1.550 e 2.350 kWh/m².ano, sendo as áreas de maior incidência de irradiação global horizontal (IGH) localizadas principalmente no interior da Bahia e na parte central da região nordeste do país com destaque também para algumas áreas da região norte e parte do interior do sudeste conforme pode ser melhor visualizado na figura 2 a seguir:

Figura 2: Mapa de Irradiação Solar no Brasil
(Fonte: Nota Técnica EPE, 2012)



Ainda assim, mesmo nas áreas com menores índices de radiação solar (área compreendida entre a região litorânea de Santa Catarina até o litoral sul de São Paulo), os valores são significativamente maiores que os encontrados na Europa, por exemplo, onde a utilização da fonte solar já está mais difundida.

A figura 2 mostra a irradiação solar média no Brasil, mas é importante destacar que a tecnologia empregada para captação da energia ainda possui baixa eficiência. A tabela 3 mostra a eficiência, isto é, a taxa de conversão da irradiação em energia de algumas das placas fotovoltaicas utilizadas.

Tabela 3: Taxa de eficiência das células solares
(Fonte: Energia Solar, Aneel)

Tipo de célula	Eficiência (%)		
	Teórica	Laboratório	Comercial
Silício de cristal simples	30	24,7	12 a 14
Silício concentrado	27	28,2	13 a 15
Silício policristalino	25	19,8	11 a 13
Silício amorfo 17,0	13	4 a 7	3 a 5

Soma-se a este importante fato, as grandes reservas de quartzo de qualidade (o Brasil figura como país com uma das maiores reservas de quartzo do mundo, de onde o silício é extraído), a capacidade produtiva de alumínio, ferro e pastilha de silício podem configurar importante vantagens ao país na produção do componentes presente nas células e módulos solares.

Tratando dos pontos socioeconômicos positivos advindos do potencial que este mercado reserva, temos a importante geração de empregos locais que surgem com a construção de sistemas isolados (usinas), bem como também a operação destas, trazendo oportunidades de emprego para a população quando da implantação desses empreendimentos e por consequência o aumento de renda, o incremento de seguimentos da economia e a ampliação da arrecadação de impostos, mas também o potencial a nível nacional considerando a cadeia produtiva e todos os efeitos diretos e indiretos que um choque na demanda final pode trazer. Tanto localmente ou a nível nacional, o fomento desta indústria traz inúmeros benefícios ao setor, à população e às cidades, especialmente levando em conta os locais onde o potencial de geração é excelente como por exemplo no nordeste, onde diversas cidades possuem indicadores socioeconômicos ruins.

Para melhor complementar o ponto colocado no parágrafo anterior e adentrando um pouco melhor as potencialidades produtivas para a economia brasileira, segundo a Nota Técnica DEA 19/14 publicada pela EPE, no ano de 2013, o Ministério de Minas e Energia, através das Portarias nº 226/2013 e nº300/2013, incluiu a fonte solar (fotovoltaica e heliotérmica) nos leilões de energia A-3/2013 e A-5/2013, respectivamente, abrindo a possibilidade de competir igualmente com outras fontes, como eólica e térmicas. Apesar do grande interesse na participação do leilão, nenhum projeto fotovoltaico foi vendido nestes processos, por terem custos elevados.

Em 2014, aconteceu o primeiro leilão de Energia Reserva onde foi contratada a energia proveniente de plantas fotovoltaicas centralizadas. Neste certame, os projetos fotovoltaicos não competiram com outras fontes, apenas entre si. Dessa forma, houve um número recorde de projetos fotovoltaicos cadastrados: 400 (com a habilitação técnica de 331 projetos).

No entanto, apesar da oferta todos os empreendedores que venderam projetos no Leilão de Energia de Reserva (LER) de 2014, exceto a Enel Green Power, pediram à Aneel o adiamento da entrada em operação de seus projetos por dois anos. Com aceite da agência, as usinas somente seriam ligadas em outubro de 2019. As companhias venderam os projetos a preços agressivos (R\$ 215/MWh, em média), que se tornaram impraticáveis quando o real se desvalorizou fortemente em 2015 e a oferta de financiamento piorou (BNDES ajustou taxas e diminuiu a participação máxima nos projetos). A avaliação é de que o valor do contrato dessas usinas não pagaria o preço de módulos fabricados no país. A aquisição desses equipamentos é condição para ter o apoio do BNDES, com o qual as companhias contavam à época do leilão. De qualquer forma, resta uma demanda de cerca de 700 MW atrelada ao primeiro LER de 2015, que contratou usinas solares para iniciar operação em agosto de 2017, com preços mais "saudáveis" (R\$ 301/MWh, em média).

Já o segundo leilão de reserva de 2015 contratou 1.115 MW de potência nominal (929 MW de potência do inversor), apontando demanda por equipamentos para novembro de 2019. A indicação da EPE é de que serão contratados 1 GW da

fonte por ano. Em 2016 os LER previstos para Julho e Outubro foram adiados pelo MME para Setembro e Dezembro. No primeiro realizado em Setembro, a EPE habilitou 64 projetos entre PCHs e CGHs e para o segundo a ser realizado em Dezembro possui cadastro de mais de 400 empreendimentos fotovoltaicos.

4. METODOLOGIA APLICADA NO ESTUDO

A metodologia aplicada neste estudo se baseia na análise da matriz de insumo-produto brasileira para o ano de 2013 (última versão disponibilizada pelo IBGE foi em 2010) e os efeitos econômicos representando a inserção na matriz energética brasileira de micro e mini geradores de energia solar fotovoltaica conforme projeção da ANEEL para 2016.

Todo o desenvolvimento deste estudo foi feito considerando uma indústria nacional consolidada e que ainda 100% das instalações seriam realizadas com produtos domésticos (hoje, conforme já abordado, boa parte da demanda é atendida via importação) justamente com o intuito de avaliar o quanto a economia brasileira poderia se beneficiar caso tivesse indústria de produção de painéis fotovoltaicos consolidada em território nacional.

Enfim, foram analisados os efeitos diretos (necessidade de aumento ou diminuição de produção de um setor diretamente acionado para atender ao aumento da demanda) e indiretos (necessidade de aumento ou diminuição de produção de setores além daqueles diretamente acionados para atender ao aumento da demanda) ocasionados frente à crescente adoção por parte dos consumidores finais de sistemas fotovoltaicos segundo as regras regulatórias instituídas pela REN 482/2012 e atualizadas pela REN 687/2015 respondendo à seguinte pergunta:

Qual seria o impacto econômico na economia brasileira dado que a demanda projetada de micro e minigeração fotovoltaica (sem considerar as usinas centralizadas) fosse atendida 100% pela indústria brasileira, caso esta estivesse suficientemente desenvolvida?

A matriz de Insumo-Produto empregada para análise neste trabalho foi obtida no site do Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo e se refere ao ano de 2013, através da estimação realizada a partir do Sistema de Contas Nacionais do ano de 2010 (última versão disponibilizada pelo IBGE). Tem como característica a desagregação em 68 setores e 128 produtos.

Devido à falta de dados oficiais referente ao ano de 2015, como premissa para cálculo e projeção foi considerado que a economia nacional no ano de 2016 apresentaria características econômicas semelhantes ao ano de 2013 (pré-crise).

Conforme já mencionado, a projeção e “choques” econômicos partem do princípio da previsão de crescimento do número de micro e minigeradores de energia elétrica conectados à rede em 2016 de 14.312 unidades com capacidade instalada total de 53MW conforme já mencionado neste estudo. Deste total foi necessário avaliar qual parcela seria correspondente às instalações referentes a sistemas fotovoltaicos. Segundo o Relatório de Registros de Micro e Minigeradores distribuídos efetivados na ANEEL, até Abril de 2016 o Brasil possuía 2.674 unidades conectadas a rede com aproximadamente 25MW de capacidade instalada, sendo que destes 97% das unidades se referem à micro e minigeradores de energia solar fotovoltaica.

Tabela 3: Cenário Micro e Minigeração Distribuída Até Abril 2016 no Brasil
(Fonte: Adaptado de Relat. de Registros de Micro e Minigeradores Distribuídos Efetivados na ANEEL)

CENÁRIO MICRO E MINI GERAÇÃO DISTRIBUÍDA ATÉ ABRIL 2016				
FONTE	UNIDADES	PESO UNIDADES	CI TOTAL [kWp]	PESO CI TOTAL
TOTAL FV	2595	97,0%	20365,305	81%
TOTAL EÓLICA	56	2,1%	203,7	1%
TOTAL HÍBRIDA	5	0,2%	8,90	0%
TOTAL UTE	16	0,6%	3.600,50	14%
TOTAL HIDRÁULICA	2	0,1%	828,7	3%
TOTAL MICRO E MINI GERAÇÃO	2674		25007,105	

Considerando que o aumento no número de unidades e capacidade instalada seria linear e considerando o fator de 97% como sendo a representação da participação fotovoltaica, **para fins de premissa principal do choque na demanda final a ser dado o número de micro e minigeradores de energia solar fotovoltaica para o final do ano de 2016 foi previsto em 13.889 unidades, com capacidade instalada total de aproximadamente 43MW.**

Para aplicação do choque na matriz de insumo produto é necessário ter em mãos qual a variação na demanda em termos monetários. Para tal, seguindo as informações contidas no Relatório de Registros da ANEEL, foi traçado o perfil de todos os sistemas fotovoltaicos conectados à rede até então bem como suas estimativas de custos obtidas com empresas especializadas no setor fotovoltaico.

Os valores obtidos estavam com características de preço consumidor, ou seja, levavam em consideração as margens de comércio, transporte, impostos de importação, IPI, ICMS e outros impostos e subsídios. Para transformar os valores obtidos em preço básico, foram correlacionados os componentes principais de sistemas fotovoltaicos com alguns dos 128 produtos da Matriz de Insumo Produto, fazendo com que através da Matriz de Oferta, fosse possível avaliar a relação Preço Básico/Preço Consumidor e então obter uma relação para cada conjunto de itens a ser aplicado no cálculo dos valores esperados preço básico.

Tabela 4: Relação de Transformação de Preço Consumidor para Preço Básico
(Fonte: Elaboração Própria)

Fotovoltaico	Matriz de Insumo Produto			
	Produto	Valor Consumidor R\$bi	Valor Base R\$bi	Relação Encontrada
Equipamento	Componentes eletrônicos +	23.128+105.203	19.420+68.958	69,59%
	Material eletrônico e equip. de comunicações			
Inversores	Componentes eletrônicos +	23.128+105.203	19.420+68.958	69,59%
	Material eletrônico e equip. de comunicações			
Módulos Fotovoltaicos	Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	61.215	50.370	82,28%
Estrutura de Fixação	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	94.942	74.311	78,27%
Material Elétrico em Geral	Serviços de arquitetura e engenharia	78.832	74.836	94,93%
Serviços de Engenharia	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	77.805	74.219	95,39%
Serviços de Instalação				

Com os valores de custo básico estimados, foram determinados os valores envolvidos em cada dimensão de projeto e conseqüentemente, através da projeção realizada pela ANEEL, foi possível estabelecer uma previsão para o cenário de 2016 com toda a demanda esperada por geradores fotovoltaicos.

Tabela 5: Orçamento de Sistemas Fotovoltaicos a Preço Básico após Transformação, por Capacidade Instalada (Fonte: Elaboração Própria)

ESTRUTURA DE CUSTOS A PREÇO BASE									
CI	UNIDADES	VALOR BASE INVERSOR + MÓDULOS	VALOR BASE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO	VALOR BASE MATERIAL ELÉTRICO GERAL	VALOR BASE SERVIÇOS ENGENHARIA	VALOR BASE SERVIÇOS INSTALAÇÃO	VALOR BASE UNITÁRIO GERADOR	TOTAL	
Até 1kWp	289	R\$ 6.418,98	R\$ 820,33	R\$ 1.299,67	R\$ 2.690,10	R\$ 2.027,35	R\$ 13.256,43	R\$ 3.831.416,63	
1<= CI <=2	1.504	R\$ 8.281,21	R\$ 1.166,73	R\$ 1.334,89	R\$ 1.426,18	R\$ 1.074,82	R\$ 13.283,83	R\$ 19.978.768,39	
2<= CI <3	2.194	R\$ 10.491,39	R\$ 1.532,05	R\$ 1.405,34	R\$ 1.778,37	R\$ 1.340,24	R\$ 16.547,39	R\$ 36.312.182,12	
3<= CI <4	3.227	R\$ 12.891,55	R\$ 2.269,28	R\$ 1.493,39	R\$ 2.201,52	R\$ 1.659,14	R\$ 20.514,89	R\$ 66.210.265,41	
4<= CI <5	1.525	R\$ 15.560,32	R\$ 2.790,11	R\$ 1.616,67	R\$ 2.640,62	R\$ 1.990,06	R\$ 24.597,79	R\$ 37.521.469,41	
5<= CI <7,5	2.558	R\$ 19.778,17	R\$ 3.913,24	R\$ 2.063,98	R\$ 3.399,82	R\$ 2.562,22	R\$ 31.717,44	R\$ 81.145.586,44	
7,5<= CI <10	616	R\$ 29.005,11	R\$ 5.241,24	R\$ 2.507,77	R\$ 4.865,54	R\$ 3.666,84	R\$ 45.286,50	R\$ 27.874.399,83	
10<= CI <15	814	R\$ 43.119,36	R\$ 7.887,36	R\$ 3.903,32	R\$ 7.265,47	R\$ 5.475,51	R\$ 67.651,01	R\$ 55.037.262,57	
15<= CI <20	337	R\$ 55.733,94	R\$ 10.480,00	R\$ 4.910,66	R\$ 9.407,56	R\$ 7.089,86	R\$ 87.622,02	R\$ 29.545.595,74	
20<= CI <30	359	R\$ 79.037,54	R\$ 15.314,78	R\$ 6.373,53	R\$ 9.325,20	R\$ 7.027,79	R\$ 117.078,83	R\$ 41.984.802,67	
30<= CI <100	348	R\$ 253.078,64	R\$ 41.633,68	R\$ 16.566,63	R\$ 20.668,02	R\$ 15.576,13	R\$ 347.523,09	R\$ 120.902.685,98	
100<= CI <250	48	R\$ 552.550,40	R\$ 75.146,32	R\$ 37.777,02	R\$ 44.313,48	R\$ 33.396,16	R\$ 743.183,38	R\$ 35.799.538,28	
250<= CI <400	21	R\$ 929.177,93	R\$ 125.712,46	R\$ 76.320,63	R\$ 60.205,11	R\$ 45.372,63	R\$ 1.236.788,76	R\$ 26.478.565,11	
400<= CI <3000	21	R\$ 2.322.944,84	R\$ 314.281,14	R\$ 190.801,58	R\$ 112.884,58	R\$ 85.073,68	R\$ 3.025.985,82	R\$ 64.783.708,41	
NÃO DEFINIDOS	27							0	
TOTAL	13889	R\$ 437.631.502,44	R\$ 73.137.906,23	R\$ 39.996.171,77	R\$ 55.108.792,59	R\$ 41.531.873,95		R\$ 647.406.246,99	
TOTAL EM R\$ bi		R\$bi 0,4376	R\$bi 0,0731	R\$bi 0,0400	R\$bi 0,0551	R\$bi 0,0415		R\$bi 0,6474	

Considerando ainda que apenas os setores de maior expressividade na matriz de produção de cada produto seriam responsáveis por 100% da demanda, o choque foi realizado em 5 setores principais e pertinentes à formação dos painéis fotovoltaicos tomando como base os valores obtidos na tabela 5.

Tabela 6: Setores da MIP relativos aos equipamentos de Sistemas FV para Choque (Fonte: Elaboração Própria)

Setor	Varição na Demanda [R\$bi]
S13 - Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,073
S14 - Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,438
S15 - Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,04
S18 - Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	0,042
S32 - Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D	0,055

5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A inserção dos geradores fotovoltaicos seguindo a Resolução Normativa 482/2012 e 687/2015 é importante ao ponto de vista operacional, uma vez que hoje respondem por mais de 97% dos registros de micro e mini geradores realizados na ANEEL. O levantamento realizado neste estudo mostra que para o pequeno choque avaliado, na ordem de R\$ 650 milhões para se atender à demanda projetada para 2016 em termos de projetos de micro e minigeração fotovoltaica distribuída no Brasil, a economia nacional teria impacto mínimo na economia de **R\$ 1.18 bi (R\$ 0.95 bi de efeitos diretos e 0.23 bi de efeitos indiretos)** se considerar somente o aumento na demanda dos 5 setores acima listados que são os principais fornecedores de equipamentos para sistemas fotovoltaicos e máximo de **R\$ 1.89 bi (R\$ 0.95 bi de efeitos diretos e 0.94 bi de efeitos indiretos)** se considerado além do aumento na demanda dos 5 setores produtivos, também o “efeito renda” (série de novos pequenos “choques” na economia em decorrência da injeção de dinheiro economizado com a geração própria de energia pelas famílias nos principais setores de consumo da economia brasileira).

Como esperado, os setores mais demandados com o aumento na demanda final por sistemas FV para atender à projeção da ANEEL para 2016 seriam os próprios setores que receberam o aumento na demanda (embora haja algum impacto em todos os demais setores que não receberam “choques” de aumento de demanda direta, com atenção especial

para os efeitos indiretos nos setores de consultoria (R\$ 0.8 bi), transporte terrestre (R\$ 0.03 bi), metais (R\$ 0.03 bi) e comércio (R\$ 0.08 bi) no chamado “efeito-*spillover*”. Mas como mencionado, em menor grau todos os demais setores da economia são “afetados” de maneira a atender o choque de 650 milhões de reais divididos nos setores S13, S14, S15, S18 e S32, gerando necessidade produtiva e impacto direto e indireto de R\$ 1.18 bi na economia caso a demanda fosse 100% atendida pela indústria nacional. **A estimativa de geração de empregos ficaria próximo a 15.300 mil novos empregos para atendimento ao aumento da demanda em toda a cadeia produtiva e demais setores afetados.** Ao incluirmos os efeitos induzidos, ou seja, avaliando como o “efeito renda” altera a economia e favorece em grande parte setores diretamente conectados com o consumo das famílias como Comércio (R\$ 0.18 bi), Atividades Imobiliárias (R\$ 0.7 bi), Indústria de Alimentos (R\$ 0.07 bi) e Consumo (R\$ 0.03 bi), Agricultura (R\$ 0.03 bi) e Alimentação (R\$ 0.03 bi) perfazendo um impacto total (entre efeitos diretos e indiretos na economia) da ordem total de R\$ 1.89 bi.

Como vemos pelos resultados apresentados, a economia brasileira se “beneficiária” de um aumento expressivo da demanda de sistemas de micro e minigeração FV distribuída na ordem de 2 bilhões de reais no ano de 2016 com um incremento de mais de 15 mil empregos a uma economia que atualmente encontra-se em crise, com cerca de 11 milhões de brasileiros desempregados e uma projeção de queda no PIB para 2016 de mais de 3%. Se levamos agora em consideração que este setor, segundo a EPE (EPE,2012), irá atingir a capacidade instalada de 1,32GW no ano de 2024, este aumento de aproximadamente 3000% irá proporcionar grandes retornos econômicos ao país.

Porém, mesmo com tanto potencial, a demanda por sistemas fotovoltaicos para micro e minigeração distribuída é hoje em sua maior parte atendida por importação. Há poucas fábricas de painéis no Brasil com credenciamento no BNDES. O conteúdo nacional exigido atualmente é que a montagem dos módulos seja realizada no país com a moldura nacional. A partir de 2018 passará a ser obrigatória a fabricação nacional da caixa de junção e a partir de 2020, da célula fotovoltaica em si. A capacidade produtiva das fábricas existentes é de cerca de 300 MW/ano, o que por se já seria insuficiente para atender aos projetos negociados em leilões de usinas centralizadas conforme realizados no passado, quem dirá atender à demanda por projetos de geração distribuída. Há que se dizer que estas poucas fábricas hoje operando em território nacional possuem foco nos projetos de geração distribuída.

Sabe-se que há interesse em outros fabricantes que assinaram termo de compromisso com o BNDES se comprometendo a cumprir os requisitos de nacionalização do banco para fabricar no Brasil. A despeito do movimento do setor com as propostas de incentivos e a materialização destes acordos depende do atendimento a uma das pautas mais antigas e urgentes para a atração da indústria: a retirada de impostos sobre os maquinários e insumos utilizados na fabricação de módulos fotovoltaicos, cujas alíquotas chegam a 40% e 50%.

A proposta de um setor fechado da economia não é o que aqui pretende-se defender. Uma parte dos produtos geralmente vem via importação o que é benéfico do ponto de vista do fomento da competitividade de preço, qualidade, etc. e também de suprimento de uma lacuna de atendimento. O presente estudo serve para mostrar de forma clara a perda econômica que o país sofre mais uma vez pela falta de preparação e planejamento. Para melhor ilustrar o ponto colocado, em 18/10/16 o primeiro ministro da Índia (nosso parceiro de BRICS) anunciou um pacote de USD 3.1 bilhões de auxílio para o desenvolvimento da indústria fotovoltaica no país já visando inclusive fomentar a indústria de exportação. O ambicioso plano almeja o aumento da capacidade de 45 GW para 175 GW até 2022, em um país que já experimenta grande crescimento de sua indústria fotovoltaica nos últimos 6 anos e emulando (e prospectando) um crescimento industrial nos moldes do vizinho *benchmarking*. China (<http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-10-18/modi-said-to-plan-3-1-billion-boost-for-india-s-solar-factories>)

É papel principal e fundamental no Brasil monitorar de perto a execução das agendas propostas pelo governo e para o setor de modo a melhor internalizar as potencialidades econômicas e de geração de emprego desta importante fase que atravessa o setor fotovoltaico.