

# **Políticas públicas e eficiência energética em energia solar: uma análise comparativa entre Brasil e Alemanha**

**Thamyres Machado David**  
**md.thamyres@gmail.com**  
**UNESA**

**Francisco Santos Sabbadini**  
**franciscosabbadini@gmail.com**  
**UNESA**

**Resumo:** O Brasil está cada vez mais aumentando sua produção de geração de energia solar fotovoltaica, porém longe de fazer uma diferença relevante na porcentagem total comparada a outras fontes de energia. Com uma produção de 16 gigawatts – hora (GWh) em 2014 e 59 GWh em 2015, obteve, em termos percentuais, 266,4% de aumento entre os dois anos. Mas sua participação total em 2015 foi de somente 0,02% de acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2016). De qualquer forma, esse aumento na produção se dá por consequência do setor energético ser responsável por 75% do dióxido de carbono lançado à atmosfera, dentre outras substâncias prejudiciais ao meio ambiente. Neste contexto, a profusão de abordagens e de terminologias traz a oportunidade do desenvolvimento de pesquisas referenciais que estruturam as áreas de aplicações na área de energia solar, servindo como um guia referencial de apoio e orientação para estudantes e pesquisadores do setor energético. Neste sentido, a elaboração de uma matriz de potencialidades na área de energia solar, fazendo uma análise entre o Brasil e a Alemanha é de extrema relevância para pesquisadores e estudiosos na identificação de desenvolvimento de projetos nesta área.

**Palavras Chave:** Energia Solar - Sustentabilidade - Energia renovável - -



## 1. INTRODUÇÃO

O Desenvolvimento sustentável, segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991, p. 46) “é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades.” É uma questão relevante que está sendo praticada ativamente somente há poucos anos. No cenário atual há mobilização orientada para a preservação do meio ambiente. Assim as soluções para minimizar os impactos tornaram-se prioridade.

Em relação à produção de energia existem fatores que não contribuem para o desenvolvimento sustentável, como a energia oriunda de combustíveis fósseis<sup>1</sup>. Esta energia produz dióxido de carbono que é um grande vilão para o aquecimento global. Com esses fatos viu-se a urgência na mudança na produção de energia, e a energia solar fotovoltaica é uma opção que se caracteriza por inúmeros benefícios para o meio ambiente.

Ao analisar as publicações relativas ao tema, foram levantadas questões do tipo: por que a energia solar não deslancha no Brasil? Por que a Alemanha é líder em energia solar e quais os fatores que motivaram essa realidade?

A busca de respostas a estas questões, assim como o desenvolvimento de uma matriz de potencialidades relacionada ao setor energético que possa servir de referência para pesquisadores e profissionais do setor, motivaram o presente trabalho.

### 1.1. OBJETIVO

Elaborar uma matriz de potencialidades de energia solar para identificar formas de colaboração produtiva no setor energético entre o Brasil e a Alemanha, de modo a orientar pesquisadores e estudiosos na identificação de oportunidade de pesquisa e no desenvolvimento de projetos na área, tendo como aspectos a eficiência energética e as políticas públicas.

### 1.2. METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, pois se dá por meio de levantamento de dados obtidos através de livros, periódicos, fontes institucionais de governo e informações fornecidas por empresas do ramo energético e continuamente sendo feita organização das informações obtidas.

Quanto aos fins esta pesquisa pode ser caracterizada como explicativa, pois proporciona a análise dos fatores energéticos do Brasil e da Alemanha e aprofunda os conhecimentos para contribuição e determinação da matriz de potencialidades proposta.

## 2. A ENERGIA SOLAR

No Brasil, segundo a EPE (2015) mais de 60% da energia gerada é obtida por meio de hidrelétricas. Mesmo sendo uma energia limpa, seu impacto ambiental é grande. Com o desenvolvimento sustentável que se busca, essa energia não é apoiada por ambientalistas e vem baixando seus níveis percentuais de participação na matriz energética brasileira. Já a energia solar vem crescendo sua participação ano a ano, mas não tanto como em outros países desenvolvidos como a Alemanha, que em 2015 foi líder de produção dessa energia totalmente limpa.

---

<sup>1</sup> Destacam-se o gás natural, petróleo e o carvão.



A energia solar é disposta por duas tecnologias, a energia solar térmica e a energia solar fotovoltaica. As duas tem como base a radiação solar. A seguir, um breve conceito acerca delas. Na geração de energia elétrica solar térmica ocorre a concentração da luz do sol para gerar calor, e o calor é usado para acionar um motor térmico, que faz com que um gerador produza eletricidade. O fluido de acionamento que é aquecido pelo sol pode ser um gás ou um líquido (SOLAR THERMAL ENERGY, 2008). O procedimento funciona da seguinte forma: primeiro ocorre a coleta por irradiação, seguidos da conversão em calor transformado em trabalho no motor térmico e por último a conversão em eletricidade (ANEEL, 2007).

Já na geração de energia elétrica solar fotovoltaica, ocorre a conversão da luz solar diretamente em eletricidade através de painéis fotovoltaicos<sup>2</sup>. Esses painéis são constituídos por células fotovoltaicas que são agrupadas em conjunto e denominam-se os dispositivos eletrônicos que fazem a conversão (IRENA, 2012). A energia solar fotovoltaica (FV) pode ser ainda dividida em dois segmentos de geração:

- Geração distribuída - energia gerada por consumidores independentes e pode fornecer o excedente para a rede de distribuição;
- Geração centralizada - energia gerada por meio de usinas solares.

Nesse sentido, a geração distribuída é uma tendência por conta da autonomia dos consumidores de gerar sua própria energia. De acordo com o relatório REN21 (2016), 1,2 bilhão de pessoas (constituindo 17% da população mundial) vivem sem eletricidade. Sistemas de geração distribuída executam um grande avanço para fornecer energia a essa população por conta da falta de linhas de transmissão.

### 3. CAPACIDADE ENERGÉTICA

No ano de 2015, foi instalado na Alemanha um total de 1,3 gigawatt (GW) de capacidade energética fotovoltaica. Em termos percentuais, corresponde a 2% das novas frações mundiais (ISE, 2016). Esses números tendem a crescer de acordo com a meta estabelecida na Lei de Energia Renovável Alemão (EEG) de 2014, onde o governo firmou uma meta anual de 2,5 GW em energias renováveis. Para atender parte desse consumo de energia até 2050, um total de 200 GW de capacidade energética fotovoltaica deve ser instalado (ISE, 2016). Em relação à produção total de eletricidade FV, a Alemanha se destacou por aumentar sua produção de 60 GWh em 2000 para 38.432 GWh em 2015. Obtendo um percentual de crescimento de 53,9% ao longo desses anos (IEA, 2016) como pode ser observado na figura 2.

<sup>2</sup> A maioria dos painéis fotovoltaicos é fabricada a partir do silício cristalino. O silício cristalino é obtido a partir do quartzo, que deve ser purificado até o grau solar, que exige 99,9999% de pureza.



Figura 2 – Os seis principais países produtores de energia solar fotovoltaica. 1990 - 2015

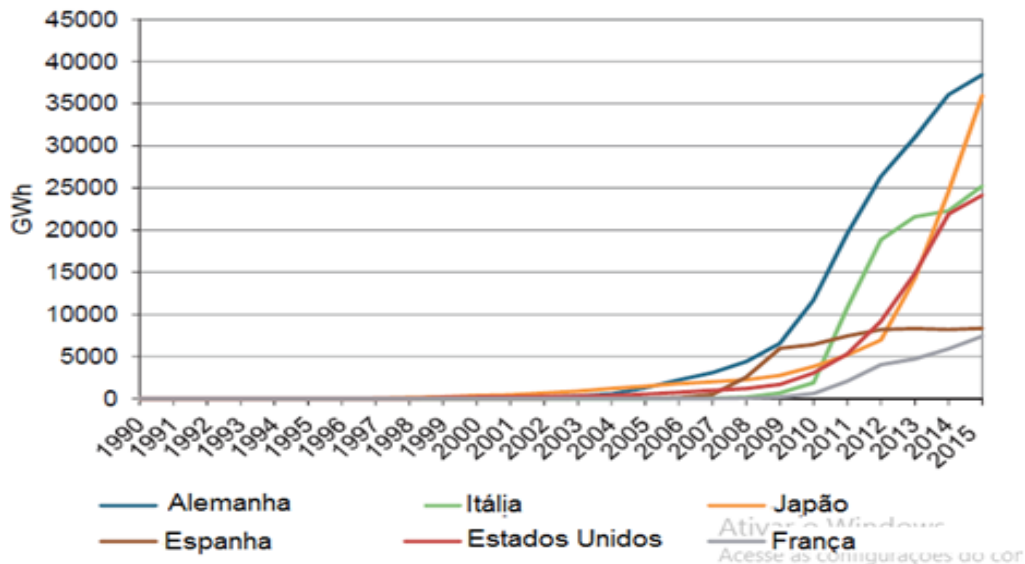


Figura 1 - Fonte: IEA 2016.

No Brasil, a capacidade instalada energética fotovoltaica é a soma de 23 quilowatts (KW). Sem contar os empreendimentos por fonte FV que estão em construção e com construção para iniciar que dão um total de 2.950 megawatts (MW) de capacidade instalada (ANEEL, 2016). Esses números também tendem a crescer de acordo com a meta estabelecida pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). O percentual de participação dessa fonte de energia na matriz energética brasileira é de somente 0,02%. E pode chegar a representar 4% da matriz elétrica brasileira em 2024, com perspectiva de 7 GW de projetos em operação (ABSOLAR, 2015).

#### 4. IRRADIAÇÃO SOLAR

Outro parâmetro comparativo entre os dois países mencionados é a incidência de irradiação solar. A produção de energia elétrica através de um sistema fotovoltaico baseia na conversão de irradiação solar em energia para consumo. A irradiação solar é a disseminação de calor ou energia sem que haja qualquer material para que ocorra.

Existem várias formas de medir a incidência de irradiação solar. A mais usada por projetistas é a Irradiação Global Horizontal (GHI) “que é a energia solar total recebida em uma unidade de área da superfície horizontal” (SEVENIA, 2015). A figura a seguir mostra os níveis de irradiação solar na Alemanha e no Brasil.

Figura 3 – Irradiação solar- Alemanha (a)/ Brasil (b)

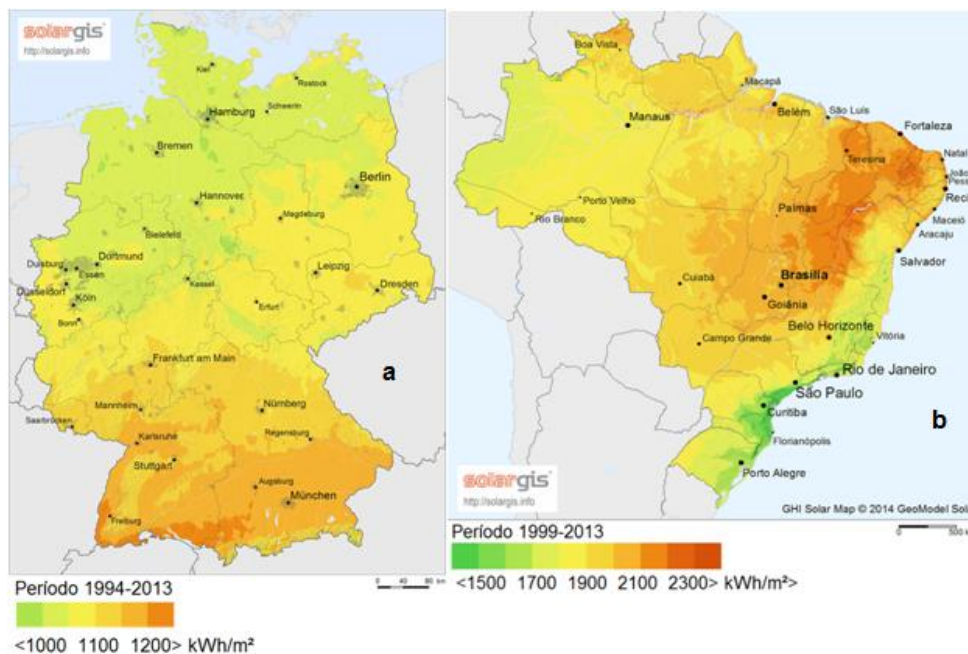


Figura 1 - Fonte: Solargis, 2013.

De acordo com a análise dos dados pode-se observar que o lugar com maior incidência de irradiação solar na Alemanha não ultrapassa os índices de irradiação solar no menor lugar de incidência no Brasil.

## 5. POLÍTICAS PÚBLICAS

### 5.1. LEGISLAÇÃO

A tecnologia de energia solar fotovoltaica foi promovida na Alemanha desde a década de 1970 através de programas como "*Solar Roofs*" (ou telhados solares). Na década de 1990 as instalações de energia renovável foram aumentando e em 2000 foram fortemente encorajadas pelos fabricantes e proprietários dessas instalações (ANTAL et al., 2017). Mas foi depois do acidente nuclear de Fukushima em 2011 que o o governo alemão declarou a *Energiewende* (ou transição energética) uma política oficial através de Lei de Energias Renováveis (EEG).

A EEG é a principal impulsionadora nesse tipo de energia limpa. Seu objetivo inclui “desenvolvimento de energia de forma sustentável, proteção do meio ambiente e diminuição das alterações climáticas, desenvolvimento de tecnologias para gerar eletricidade a partir de fontes renováveis de energia” (EEG, 2014, p. 6).

A busca pela transição energética conta também com outras vantagens para quem produzir essa energia, como acesso à rede garantido, prioridade na transmissão e distribuição, tarifas específicas para cada tecnologia, monitoria e avaliação regular, pesquisa de acompanhamento, esquemas de retorno financeiro para os produtores de energia renovável que são as tarifas *feed-in* (FIT). Elas garantem um pagamento para o produtor de eletricidade



por quilowatt – hora (KWh) produzido (TRENNEPOHL, 2014) por um período mínimo de 20 anos.

As tarifas *feed-in*, citadas anteriormente, são os mecanismos mais dominantes e eficazes para o progresso da produção de energia renovável na União Europeia (UE). Além disso, dezoito países da UE introduziram tarifas *feed-in* de energia elétrica com base no exemplo na EEG. Com a FIT é garantido ao produtor de energia uma tarifa fixa para a eletricidade produzida a partir de fontes renováveis que é introduzida na rede pública. A remuneração que será paga depende da tecnologia usada, ano em que a instalação tenha entrado em funcionamento e do tamanho da instalação. O operador da rede é obrigado a pagar a tarifa legal ao produtor de energia (BMU, 2014).

No Brasil, foi aprovada em 2012 a Resolução Normativa N° 482, que se caracteriza pelo Sistema de Compensação de Energia Elétrica, na qual o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade (ANNEL, 2016). Conforme disposto nos regulamentos da resolução, a micro e a minigeração distribuída consistem na produção de energia elétrica a partir de pequenas centrais geradoras que utilizam fontes renováveis de energia (ANNEL, 2016).

Para discernir as duas gerações, a microgeração distribuída refere-se a uma central geradora de energia elétrica, com capacidade 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 a fonte hídrica, ou 5 MW para as demais fontes (ANNEL, 2016).

No modelo Alemão há compra do excedente de energia com contrapartida monetária. Isso transforma o usuário num micro produtor de energia. No Brasil, o excedente de energia não é comprado com contrapartida monetária. O que ocorre é o aproveitamento do excedente de energia como crédito para o usuário, num sistema de compensação. Não gera micro produtores de energia com viés de ganho. Essa é uma oportunidade de revisão do modelo.

E, em 2015, foi aprovada a Lei N° 13.169 (BRASIL, 2015) que isenta o Programa de Integração Social (PIS) e a Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) sobre a energia injetada na rede.

## 5.2. PROGRAMAS DE INCENTIVO

Em relação a programas de incentivos, a Alemanha conta com o Grupo bancário KfW, um banco sem fins lucrativos que administra um programa de empréstimos e subsídios para construções. Na visão do Ministério responsável, o Ministério Federal dos Transportes, Construção e Desenvolvimento Urbano, representa um dos instrumentos mais importantes do governo federal para poupar energia e proteger o clima (IEA, 2013).

O KfW financia o desenvolvimento de energias renováveis, tais como eletricidade e calor a partir do solo, sol, vento e água. Para um sistema de energia solar fotovoltaico, o KfW faz o empréstimo a pessoas, empresas ou organizações que usam a energia solar para gerar eletricidade. O valor do empréstimo é de até 25 milhões de euros (KfW, 2016).

O Brasil conta o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD). Baseado em Ações de estímulo à geração distribuída, com base em fontes renováveis. O objetivo do Programa é a ampliação da geração distribuída de energia elétrica



com fontes renováveis em residências, instalações industriais e comerciais, escolas técnicas, universidades, hospitais e edifícios públicos (MME, 2015).

As ações a serem propostas do programa contam com a criação e expansão de linhas de crédito e financiamento de projetos de sistemas de geração distribuída no setor financeiro; incentivo à indústria de componentes e equipamentos com foco no desenvolvimento produtivo, tecnológico e inovação no setor industrial; fomento à capacitação e formação de recursos humanos para atuar na área de geração distribuída (estima-se a criação de até 30 postos de trabalho a cada 1 MW instalado); atração de investimentos nacionais, internacionais e de tecnologias competitivas para energias renováveis (MME, 2015). Até 2030, o programa prevê investimento de 100 bilhões de reais, adesão de 2,7 milhões de unidades consumidoras e geração de 48 milhões de megawatts-hora (MWh) (MME, 2015).

Outro programa de incentivo brasileiro é o PRODEEM, Programa para o Desenvolvimento da Energia para Estados e Municípios. Seu objetivo principal é colaborar para o “desenvolvimento integrado de comunidades não atendidas pelos sistemas convencionais de energia, utilizando as fontes energéticas renováveis, economicamente viáveis e ambientalmente saudáveis” (CEPEL, 1996, p.2). Entre 2004 e 2009 foram instalados 2.046 sistemas fotovoltaicos no Brasil através do programa (ELETROBRÁS, 2009).

O programa da Caixa Econômica Federal (CEF) Construcard é uma linha de crédito que, além do financiamento de casas, também financia a compra de equipamentos para geração própria de energia renovável, como a eólica e a solar fotovoltaica (CEF, 2016).

Os dois países mencionados contam com programas de linha de crédito para esse tipo de energia. Porém, no Brasil, mesmo com a disponibilidade de incentivo financeiro ainda é pouco disseminada a prática de adquirir energia limpa e segura. Já na Alemanha virou uma cultura de transição energética que quase toda população apoia. Segundo Trigueiro (2013) “Mais do que uma política pública, a “*energiewende*”, ou “virada energética”, só está sendo possível porque é popular. Aproximadamente oitenta por cento dos alemães apoiam o projeto”.

### 5.3. PLANOS

O planejamento da Alemanha é caminhar para 2050 com energia segura, acessível e ambientalmente sustentável através da nova política energética. Os objetivos do Governo Federal no âmbito energético inclui a expansão das energias renováveis para se tornar a base de fornecimento de energia e, ao mesmo tempo, reduzir o consumo de energia ao longo dos anos (BMW, 2012).

O Ministério Federal de Economia e Tecnologia prevê para 2050 que o consumo de eletricidade deve cair 25% em relação a 2008 e 10% em 2020. E o consumo final de energia no setor dos transportes deve ser reduzido em cerca de 40% até 2050 em relação aos níveis de 2005.

O governo alemão também planeja um foco em pesquisa energética prometendo ser uma componente chave da política energética. Justificando-se por ser um processo de longo alcance e inadmissível sem conhecimentos científicos. Inovação e novas tecnologias serão fundamentais para o sucesso do processo de reestruturação ao longo dos anos (BMW, 2012).

No Brasil, de acordo com o Plano Decenal de Energia (PDE) da EPE, tem-se a previsão da forte presença das fontes renováveis na matriz de geração de energia elétrica. As renováveis deverão representar perto de 86% em



2024. Em relação à capacidade instalada de energia solar, espera que chegue a 8.300 MW no mesmo período (EPE, 2015).

No modelo alemão os planos são direcionados pra suprir o país com energia sustentável focada em tecnologia solar e eólica em sua maioria. No Brasil, de acordo com a EPE, tem se uma previsão de capacidade instalada de energia renovável ser alta em 2024, porém na sua maioria por fonte hídrica. Como esta fonte encontra-se com problemas por conta dos impactos ambientais, uma revisão para aumento significativo das outras fontes (solar e eólica) seria uma oportunidade.

## 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética busca o melhor meio para satisfazer a demanda de energia juntamente com a preservação do meio ambiente. Pode ser alcançada (BAJAY et al., 2016) pelo emprego de tecnologias mais eficientes consumindo menos energia e a mudança para combustíveis alternativos como a energia solar. Uma pesquisa feita em 2016 pelo Conselho Americano para uma Economia Eficiente em Energia (KALLAKURI et AL., 2016), mostra que a Alemanha é o país mais eficiente neste segmento segundo dados analisados nas seguintes áreas: Esforços nacionais; indústrias e transportes. Já o Brasil um dos países menos eficientes ficando na frente somente da África do Sul e Arábia Saudita.

### 6.1. ESFORÇOS NACIONAIS

Através da estratégia energética *Energiewende*, ou transição energética, a Alemanha se tornou uma das economias mais eficientes em termos energéticos. O país estabeleceu um objetivo de redução de 20% no consumo de energia primária<sup>3</sup> até 2020 e redução de 50% até 2050 (KALLAKURI et al., 2016).

Em 2014, a Alemanha lançou o seu Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (NAPE) como parte do seu programa de transição energética. De acordo com Ministério Federal da Economia e da Energia Alemão (2014) o NAPE dispõe como metas redução do consumo de energia, redução de gases do efeito estufa e expansão das energias renováveis. Ainda segundo o ministério, a implementação da transição energética e os esforços de eficiência energética estão inseparavelmente ligados à expansão das energias renováveis como energia solar fotovoltaica. (BMW, 2014).

Em relação a tecnologia necessária para produzir energia solar através dos painéis FV, a Alemanha se encontra em umas das principais líderes de produção de silício grau solar pela empresa Wacker Chemie (ABINEE, 2012).

No Brasil, não foi implementado uma política nacional de economia de energia, mas um plano de ação proposto, o Plano Nacional Sobre Mudança do Clima, teria como objetivo reduzir o consumo de eletricidade em 10%, economizando até 106 terawatts-hora (TWh) por ano até 2030 (COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, 2008). Porém, o plano em questão tem caráter dinâmico e segundo o Ministério do Meio ambiente, passaria por revisões e avaliações desde 2008. Segundo Lima (2013, p. 19 ) o PNMC “se encontra em fase de implementação, seus órgãos e mecanismos estão sendo aos poucos regulamentados, o que torna a Política ainda em desenvolvimento”.

<sup>3</sup> Toda forma de energia disponível na natureza antes de ser convertida ou transformada em energia para consumo.





Ainda no Plano Nacional de Mudança Climática em relação à Expansão da Energia Solar Fotovoltaica, encontra-se em aproveitamento o fomento a instalação de indústrias de silício para fabricá-lo no grau solar, já que o Brasil é o maior exportador mundial de silício, mas no grau metalúrgico (COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, 2008). A maioria dos painéis fotovoltaicos é fabricada a partir do silício cristalino, de acordo com Silva (2015) “o silício cristalino é obtido a partir do quartzo, que deve ser purificado até o grau solar, que exige 99,9999% de pureza. O Brasil possui jazidas de quartzo de alta pureza, mas ainda não desenvolveu a tecnologia necessária para obter silício com grau solar”.

No modelo alemão os planos do NAPE são determinados em curto, médio e longo prazo, de forma que todas as metas propostas sejam cumpridas. Diferente do Brasil que muitas metas propostas na primeira versão em 2008 não foram cumpridas, como o caso de fomento a instalação de indústrias de silício grau solar. No plano de adaptação feito em 2016, esta meta nem foi mencionada. A exploração dessa tecnologia seria uma oportunidade para viabilizar a compra de células FV no Brasil.

## 6.2. INDÚSTRIA

Na Alemanha, a economia de energia é um elemento-chave da estratégia de eficiência energética do Governo Federal. Segundo Ministério Federal da Economia e Tecnologia Alemão (2014) o planejamento, através do NAPE, visa promover o “desenvolvimento de modelos de negócios para economia de energia e liderar uma nova abordagem para promover soluções de eficiência energética com a introdução do competitivo regime de concurso”. Com essa estratégia de concurso a Alemanha oferece a oportunidade do mercado procurar a melhor maneira para ser mais eficiente nesse segmento.

A lei CHP de 2016, Lei para a manutenção, modernização e expansão da produção combinada de calor e eletricidade (ou cogeração), também prioriza a eficiência energética assim como o apoio a produção de eletricidade a partir de fontes renováveis (CLUETT et al., 2016).

O Brasil conta com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel. É um programa do governo, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Eletrobras. Pelo fato do setor industrial brasileiro consumir cerca de 40% da energia elétrica do país, foi desenvolvido um subprograma, o Procel Indústria, que tem como objetivo fomentar a adoção de práticas eficientes no uso da energia elétrica pelo setor industrial (ELETROBRAS; PROCEL, 2016). Em relação a energia renovável como a solar, o programa prevê prêmios que estimulam a implementação de ações que “reduzem efetivamente o consumo de energia elétrica, derivados do petróleo ou gás natural, assim como sua substituição eficiente por fontes renováveis” (AKIRA et al., pag 63, 2010).

No Brasil, até 2016, o estímulo à eficiência energética nas indústrias através das energias renováveis se dá por meio de prêmios concedidos pra quem estimula a implementação dessa tecnologia. Já na Alemanha o estímulo se dá por lei e estratégias abrangentes e de longo prazo. Uma revisão do modelo brasileiro a fim de legislar tais estímulos à eficiência energética no âmbito das renováveis seria uma oportunidade. De acordo com a Comissão Europeia (2017), sendo esta um exemplo ser seguido por suas políticas e diretrizes, a maioria dos países membros “apoiam a eficiência energética da indústria por meio de incentivos financeiros e medidas orçamentais”.



### 6.3. TRANSPORTE

O status da Alemanha como uma usina de automação industrial levou ao uso de veículos pessoais como principal meio de transporte. O uso combinado de geração de calor e energia acoplado a veículos elétricos pode ser programado para acomodar a versatilidade na geração de energia solar. Nesse contexto, um dos maiores potenciais de implantação adicional de energia renováveis é no setor de transporte. Até 2030, o consumo de energia do setor dos transportes, proveniente de fontes renováveis como a solar, aumentará quatro vezes em relação aos níveis atuais (IRENA, 2015), e até 2020 pretende promover a aplicação de veículos elétricos para atingir um milhão de veículos licenciados. Para o aumento do incentivo financeiro na compra de um veículo elétrico o governo alemão adotou, através do Programa de Eletromobilidade do Governo Federal, medidas como a isenção de imposto desses veículos por um período de dez anos (BMW, 2014).

Já no Brasil, o governo está focado com o financiamento de modais de transporte mais eficientes, visto que o modal rodoviário, que é o mais poluente e com custos elevados, tem maior predominância no nosso país. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social aumentou o financiamento para a construção de novas linhas ferroviárias (KALLAKURI et al., 2016). Mas segundo o Greenpeace (2016) o uso da eletricidade no setor de transporte é quase nula, a utilização da energia solar fotovoltaica para carregar baterias de veículos elétricos é quase inexistente. Ainda segundo o greenpeace, será necessário “promover combustíveis menos poluentes e tecnologias que permitam que o setor de transportes utilize mais eletricidade como fonte de energia em vez de combustíveis líquidos.”

No modelo alemão os planos são direcionados para promover a aplicação de veículos elétricos a fim de diminuir a dependência de combustíveis não renováveis e assim contribuir para a eficiência energética. No Brasil, a eficiência energética se dará por meio de participação maior de modais de transporte mais eficientes como o ferroviário. Porém, mesmo este modal gerando menos poluição comparado ao rodoviário, faz-se uso de combustíveis não renováveis. Uma revisão do modelo brasileiro para aumento e incentivo de veículos elétricos ou híbridos<sup>4</sup>, visto que no Brasil o custo deles ainda são altos comparados a veículos convencionais, seria uma oportunidade.

## 7. MATRIZ DE POTENCIALIDADES

Numa primeira aproximação avaliativa podem-se identificar alguns fatores relevantes comparativos entre o cenário do Brasil e o cenário da Alemanha neste segmento da matriz energética.

Figura 5 – Matriz de potencialidades Brasil x Alemanha

<sup>4</sup> Possui um motor de combustão interna, normalmente a gasolina, e um motor elétrico.

| Matriz de Potencialidades |            |   |   |
|---------------------------|------------|---|---|
| Fatores                   | Alemanha   | Brasil  |   |
| Políticas Públicas        | Legislação | Lei de Energias Renováveis (EEG) - Desenvolvimento de energia de forma sustentável, proteção do meio ambiente e diminuição das alterações climáticas, desenvolvimento de tecnologias para gerar eletricidade a partir de fontes renováveis. Tarifas <i>feed-in</i> - Garantia ao produtor de energia uma tarifa fixa por KWh para a eletricidade produzida a partir de fontes renováveis que é introduzida na rede pública. | RN N° 482, 2012 da ANEEL - Caracteriza -se pelo Sistema de Compensação de Energia Elétrica, na qual o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade.<br>Lei N° 13.169 - isenção da tributação do PIS e COFINS sobre a energia injetada na rede.  |
|                           | Programas  | Grupo bancário (KfW) - Uma corporação sem fins lucrativos que administra um programa de empréstimos e subsídios para construções. Para um sistema de energia solar fotovoltaico, o KfW faz o empréstimo a pessoas, empresas ou organizações que usam a energia solar para gerar eletricidade. Valor do empréstimo é de até 25 milhões de euros.   | Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD) - Ampliação da geração distribuída de energia elétrica com fontes renováveis.<br>Programa para o Desenvolvimento da Energia para Estados e Municípios (PRODEEM) - Colabora para o "desenvolvimento integrado de comunidades não atendidas pelos sistemas convencionais de energia, utilizando as fontes energéticas renováveis".<br>Programa Construcard é uma linha de crédito que, além do financiamento de casas, também financia a compra de equipamentos para geração própria de energia renovável. |
|                           | Planos     | Ministério Federal de Economia e Tecnologia (BMWi) - Expansão das energias renováveis para se tornar a base de fornecimento de energia e, ao mesmo tempo, reduzir o consumo de energia ao longo dos anos. Foco em pesquisa energética prometendo ser um componente chave da política de energia. Justificando-se por ser um processo de longo alcance e inadmissível sem conhecimentos científicos.                         | Plano Decenal de Energia (PDE) - previsão da forte presença das fontes renováveis na matriz de geração de energia elétrica. As renováveis deverão representar perto de 86% em 2024. Em relação à capacidade instalada de energia solar, espera-se que chegue a 8.300 MW em 2024.  |

|                       | Fatores            | Alemanha   | Brasil  |   |
|-----------------------|--------------------|--|---|---|
| Eficiência Energética | Esforços Nacionais | O país estabeleceu um objetivo de redução de 20% no consumo de energia primária até 2020 e redução de 50% até 2050. Em relação a tecnologia necessária para produzir energia solar através dos painéis FV, a Alemanha se encontra em umas das principais líderes de produção de silício grau solar pela empresa Wacker Chemie.   | No Brasil, não foi implementada uma política nacional de economia de energia, mas um plano de ação proposto, o PNMC, teria como objetivo reduzir o consumo de eletricidade em 10%, economizando até 106 terawatts-hora (TWh) por ano até 2030. No mesmo plano, encontra-se em aproveitamento o fomento a instalação de indústrias de silício para fabricá-lo no grau solar.                             | No modelo alemão em curto, médias e metas propostas para muitas metas propostas não foram cumpridas. Indústrias de silício não foram feitas em 2016, não houve exploração dessa tecnologia para viabilizar a competição.  |
|                       | Indústria          | Através do NAPE, visa promover o desenvolvimento de modelos de negócios para economia de energia e liderar uma nova abordagem para promover soluções de eficiência energética com a introdução do competitivo regime de concurso. A lei CHP de 2016, Lei para a manutenção, modernização e expansão da produção combinada de calor e eletricidade (ou cogeração), também prioriza a eficiência energética assim como o apoio a produção de eletricidade a partir de fontes renováveis. | O Procel Indústria tem como objetivo fomentar a adoção de práticas eficientes no uso da energia elétrica pelo setor industrial. Em relação a energia renovável como a solar, o programa prevê prêmios que estimulam a implementação de ações que reduzem efetivamente o consumo de energia elétrica, derivados do petróleo ou gás natural, assim como sua substituição eficiente por fontes renováveis. | No Brasil o estímulo vem através das energias renováveis concedidas para a tecnologia. Já não há estratégias abrangentes no modelo brasileiro para a eficiência energética oportunidade. De acordo com (2017), sendo essas políticas e diretrizes “apoiam a eficiência energética” através de incentivos financeiros. |
|                       | Transporte         | Até 2030, o consumo de energia do setor dos transportes, proveniente de fontes renováveis como a solar, aumentará quatro vezes em relação aos níveis atuais. Para o aumento do incentivo financeiro na compra de um veículo elétrico o governo alemão adotou, através do Programa de Eletromobilidade do Governo Federal, medidas como a isenção de imposto desses veículos por um período de dez anos.  | Já no Brasil, o governo está focado com o financiamento de modais de transporte mais eficientes, visto que o modal rodoviário, que é o mais poluente e com custos elevados, tem maior predominância no nosso país. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social aumentou o financiamento para a construção de novas linhas ferroviárias.  | No modelo alemão promover a aplicação para diminuir a dependência assim contribuir para a eficiência energética maior de modais ferroviários. Porém não renováveis. Há um aumento e incentivo visto que no Brasil os veículos convencionais.  |

Figura 2 - Fonte: adaptado pelo autor (2016)

## 8. CONCLUSÃO

A partir da pesquisa comparativa foi possível compreender como a energia solar vem crescendo ao longo dos últimos anos em ambos os países mencionados. Na Alemanha, porém, o crescimento é maior por conta da transição energética que está sendo implantada pela vontade política de querer ser mais sustentável e obter energia segura. Através das legislações e dos incentivos financeiros, as energias renováveis estão ganhando espaço na matriz energética alemã até que elas supram completamente a demanda de energia.

No Brasil, as energias renováveis somam mais de cinquenta por cento de sua totalidade na matriz, porém a maioria vem de fonte hídrica, mesmo com a escassez de água que está sendo vivenciada. Apesar de possuir programas de incentivos para as energias renováveis, a energia solar cresce pouco comparada as outras fontes. O Brasil tem um grande potencial solar e inúmeras vantagens para implantação dessa energia.

A falta de desenvolvimento da tecnologia necessária para produzir o silício em grau solar prejudica o crescimento significativo de energia solar no Brasil. Com a falta da tecnologia os preços são altos comparados a países que possuem a tecnologia como a Alemanha. Uma vertente a ser analisada visto que no Brasil encontra-se umas das maiores reservas do elemento necessário para essa produção, o quartzo.

Com um planejamento governamental a longo prazo e bem estruturado, através de financiamentos, incentivos financeiros e investimento em pesquisa para o desenvolvimento da tecnologia necessária, a transição energética a fim de garantir energia limpa e sustentável é viável.

## 9. REFERÊNCIAS

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira.** 2012. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>>. Acesso em: 4 de junho de 2017.

ABSOLAR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Fotovoltaica terá 4% na Matriz.** 2016. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/fotovoltaica-tera-4-da-matriz.html>>. Acesso em: 13 de agosto de 2016.

AKIRA, R; GUARDIA, E.; HADDAD, J.; NOGUEIRA, L;. **Oportunidades de eficiência energética para a Indústria:** Histórico de programa. Brasília. 2010.

ALEMANHA. “**Renewable Energy Sources Act**”, EEG (versão em língua inglesa, publicada após a emenda efetuada por ato de 01 de agosto de 2014). Disponível em: <<http://www.bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/renewable-energy-sources-act-ee-2014,party=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=en,rwb=true.pdf>>. Acesso em: 27 de outubro de 2016.

ANNEEL – AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de Energia Elétrica. Energia Solar.** 2. ed. Brasil. 2007.

\_\_\_\_\_. **Cadernos Temáticos ANEEL Micro e minigeração distribuída:** Sistema de Compensação de Energia Elétrica. 2. ed. Brasília. 2016.

\_\_\_\_\_. **Banco de Informações de Geração**. 2016. Disponível em: < <http://www.2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 8 de agosto de 2016.

ANTAL, M.; CHERP, A.; JEWELL, J.; SUZUKI, M.; VINICHENKO, V. **Comparing electricity transitions: A historical analysis of nuclear, wind and solar power in Germany and Japan**. Política Energética. Elsevier, 2017. p. 612-628.

BMU - MINISTÉRIO FEDERAL DO MEIO AMBIENTE, CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E SEGURANÇA NUCLEAR. **The Renewable Energy Sources Act: The Success Story of Sustainable Policies for Germany**. Alemanha. 2007.

BMW - MINISTÉRIO FEDERAL DA ECONOMIA E TECNOLOGIA. **Germany's New Energy Policy: Heading Towards 2050 With Secure, Affordable and Environmentally Sound Energy**. Alemanha. 2012.

\_\_\_\_\_. **Making more out of energy**: National Action Plan on Energy Efficiency. Alemanha. Dezembro, 2014.

BRASIL. Lei nº 13.169, de 06 de outubro de 2015. Altera a Lei nº 7.689, de 15 de dezembro de 1988, para elevar a alíquota da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido - CSLL em relação às pessoas jurídicas de seguros privados e de capitalização, e às referidas nos incisos I a VII, IX e X do § 1º do art. 1º da Lei Complementar nº 105, de 10 de janeiro de 2001; altera as Leis nºs 9.808, de 20 de julho de 1999, 8.402, de 8 de janeiro de 1992, 10.637, de 30 de dezembro de 2002, 10.833, de 29 de dezembro de 2003, 11.033, de 21 de dezembro de 2004, 12.715, de 17 de setembro de 2012, 9.249, de 26 de dezembro de 1995, 11.484, de 31 de maio de 2007, 12.973, de 13 de maio de 2014, 10.150, de 21 de dezembro de 2000, e 10.865, de 30 de abril de 2004; e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**. Brasília, DF, nº 192, 7 out. 2015. Seção 1.

CEF - CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Construcard Caixa**. Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/voce/cartoes/casa/construcard/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 17/01/2017.

CEPEL – CENTRO DE PESQUISA DE ENERGIA ELÉTRICA. **Energia para as Comunidades Isoladas**. Informe PRODEEM. Rio de Janeiro. 1996.

CLUETT, R; KALLAKURI, C; KELLY, M; VAIDYANATHAN, S. The 2016 International Energy Efficiency Scorecard. Relatório E1602. Julho, 2016.

COMISSÃO EUROPEIA. **Relatório Da Comissão ao Parlamento Europeu e ao Conselho**: Avaliação dos progressos dos Estados-Membros relativamente aos objetivos nacionais de eficiência energética para 2020 e à execução da Diretiva 2012/27/UE (Diretiva Eficiência Energética), em cumprimento do seu artigo 24.º, n.º 3. Janeiro, 2017.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - CMMAD. **Nosso futuro comum**. 2d. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, Governo Federal. **Plano Nacional Sobre Mudança do Clima**, PNMC: Brasília. Dezembro, 2008.

ELETOBRÁS, 2009. **Relatório da Administração da Eletrobrás, 2009**. Disponível em: <<http://www.eletrabras.com/elb/main.asp?Team=%7BBC80BD9D-8497-49C8-BD52-61B9626EA294%7D>>. Acesso em: 11 de outubro de 2016.

ELETROBRÁS; PROCEL. **Relatório de Resultados do Procel 2016**: ano base 2014. Rio de Janeiro, 2016.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024**. Brasília, 2015.

GREENPEACE. **Revolução Energética: Rumo a um Brasil com 100% de energias limpas e renováveis. Cenário Brasileiro 2016**.

IEA – AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Key Renewables Trends, Excerpt from: Renewables information**. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyRenewablesTrends.pdf>>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

\_\_\_\_\_. **Energy Policies of IEA Countries: Germany 2013 Review**. Paris: OECD/IEA, 2013.

IRENA - AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA RENOVÁVEL. **Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series. Solar Photovoltaics**. Alemanha. 2012. 1 v.

\_\_\_\_\_. **Renewable Energy Prospects: Germany**. REmap 2013. Novembro, 2015.

ISE - FRAUNHOFER INSTITUTO DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR. **Recent Facts about Photovoltaics in Germany**. Alemanha. 2016

KfW – GRUPO BANCÁRIO KfW. **Energy Efficiency, Corporate Environmental Protection And Renewable Energies**. Alemanha. 2016. Disponível em: <<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/index-2.html>>. Acesso em: 29 out. 2016.

LIMA, R. A. A Política Nacional sobre Mudança do Clima como Instrumento de Efetivação do Princípio do Desenvolvimento Sustentável. 2013. Disponível em: <[http://www .publ icadireito.c om.br/artigos/?c od=df12ecd077efc8c2](http://www.publ icadireito.c om.br/artigos/?c od=df12ecd077efc8c2)>. Acesso em: 5 de junho de 2017.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **ProGD Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica: Ações De Estímulo à Geração Distribuída, com Base em Fontes Renováveis**. Brasília. 2015.

REN21. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. **Energia Renováveis 2016: Relatório da Situação Mundial**. Paris: Secretaria da REN21. 2016

SANTANA, P. H.; BAJAY, S, V.,. **New approaches for improving energy efficiency in the Brazilian industry**. Elsevier. v. 2, p. 62 – 66. Novembro, 2016.

SEVENIA – SOLUÇÕES INTELIGENTES EM ENERGIA. **Recurso solar**. 2015. Disponível em: <<http://www.sevenia.com.br/recurso-solar/>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2016.

SILVA, R. M. Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: [www.senado.leg.br/estudos](http://www.senado.leg.br/estudos). Acesso em 3 de fevereiro de 2015.

SOLARGIS. **Mapas Solares para o Brasil**. 2013. Disponível em: < <http://solargis.com/products/maps-and-gis-data/free/download/brazil>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2016.

SOLARGIS. **Mapas Solares para a Alemanha**. 2013. Disponível em: < <http://solargis.com/products/maps-and-gis-data/free/download/brazil>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2016.

SOLAR THERMAL ENERGY. **Solar Thermal vs. Photovoltaic**. 2008. Disponível em: <[http://www.solar-thermal.com/solar\\_vs\\_pv.html](http://www.solar-thermal.com/solar_vs_pv.html)>. Acesso em: 11 de outubro de 2016.

TRENNEPOHL, Natascha. **Modelos de Negócios para a Energia Fotovoltaica na Europa**. Seminário Energia+Limpa. Florianópolis. 2014.