

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA POLÍTICA  
INTERNACIONAL  
MESTRADO EM ECONOMIA POLÍTICA INTERNACIONAL**

**ELLEN AKINA KAGUEYAMA**

**SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO E COMPETIÇÃO GLOBAL: O caso da  
China na indústria fotovoltaica**

**RIO DE JANEIRO  
2018**

**ELLEN AKINA KAGUEYAMA**

**SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO E COMPETIÇÃO GLOBAL: O caso da  
China na indústria fotovoltaica**

Dissertação de Mestrado a ser apresentado como  
quesito de avaliação parcial do Mestrado em  
Economia Política Internacional da Universidade  
Federal do Rio de Janeiro (PEPI-UFRJ)

**Orientadora:** Prof. Dra. Isabela Nogueira de  
Morais

**Rio de Janeiro  
2018**

K11 Kagueyama, Ellen Akina  
Sistema Nacional de Inovação e competição global: o caso da China na indústria  
fotovoltaica / Ellen Akina Kagueyama. – 2018.  
105 p. ; 31 cm.

Orientador: Isabela Nogueira de Morais  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de  
Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia Política Internacional, 2018.  
Bibliografia: f. 96-105.

1. Energia solar fotovoltaica. 2. China. 3. Cadeias globais de valor. 4. Sistemas  
nacionais de inovação I. Morais, Isabela Nogueira de, orient. II. Universidade Federal  
do Rio de Janeiro. Instituto de Economia. III. Título.

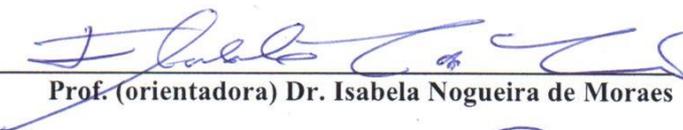
CDD 333.7923

**ELLEN AKINA KAGUEYAMA**

**SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO E COMPETIÇÃO GLOBAL: O caso da  
China na indústria fotovoltaica**

Dissertação de Mestrado a ser apresentado como  
quesito de avaliação parcial do Mestrado em  
Economia Política Internacional da Universidade  
Federal do Rio de Janeiro (PEPI-UFRJ)

BANCA EXAMINADORA:



---

**Prof. (orientadora) Dr. Isabela Nogueira de Moraes**



---

**Prof. Dr. Eduardo Alberto Crespo**



---

**Prof. Dra. Maria Gabriela von Bochkor Podcameni**

Rio de Janeiro  
2018

## **AGRADECIMENTOS**

Ao ser superior que está conosco, que cada povo dá um nome diferente a ele, mas que nos faz acreditar da mesma forma que ainda existe esperança em um mundo repleto de conflitos e tensões.

Aos meus pais, Antonio e Mamie Kagueyama, que sempre me incentivaram a estudar, que acreditaram em mim mesmo nos dias mais difíceis e que estiveram ao meu lado durante toda a caminhada desta vida. Nada disso teria sido possível sem eles pois, sem dúvidas, eles sacrificaram parte de suas vidas para que eu pudesse correr atrás de meus sonhos. Palavras não serão suficientes para expressar meu eterno sentimento de amor e gratidão por vocês.

Ao meu irmão, Hiroaki Kagueyama, que mesmo estando muito longe, sempre me manda mensagens de incentivo para que eu nunca desista.

À minha orientadora, Isabela Nogueira, que me guiou neste processo e me foi tão compreensiva nos momentos mais difíceis da minha vida. Este último foi quase impossível de sobreviver e aqui estou quase no final deste capítulo de minha vida. Só tenho a agradecer por todo o apoio e pelas críticas construtivas.

Ao meu companheiro, Arthur Gentil, que esteve me apoiando incondicionalmente, de olhos fechados, sendo compreensivo nas minhas frustrações de pesquisa e me acolhendo quando nada mais parecia que ia dar certo.

À minha amiga, Denise Gentil, que foi a maior incentivadora para que eu ingressasse neste mestrado. Acreditou (até mais que eu mesma), que eu conseguiria obter sucesso na aprovação e no dia-a-dia nunca deixou de tentar me convencer de que palavras podem fazer diferença neste mundo. Ela, sem dúvidas, foi a pessoa que me ensinou que lutar por um ideal em que você acredita, nunca é perda de tempo.

À minha fiel amiga de batalhas, Bárbara Kussler, que me acompanha desde a graduação e que sempre esteve ao meu lado. Esteve junto e me apoiando nas minhas conquistas e frustrações acadêmicas. Ainda que a vida tenha nos direcionado a caminhos profissionais distintos, seu

apoio e suas ideias foram fundamentais para me dar forças ao longo desta jornada. Muito obrigada por me lembrar todos os dias do meu potencial e de quão longe eu posso chegar nessa vida.

A todos, que direta ou indiretamente estiveram envolvidos para que o meu sucesso, que torceram para que este dia chegasse, meu muito obrigada.

“Daqui algumas décadas, a relação entre o meio ambiente, os recursos e os conflitos será tão óbvia como a conexão que vemos agora entre os direitos humanos, democracia e paz”

Wangari Maathai, Prêmio Nobel da Paz, 2004

## RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo analisar a estratégia chinesa em ascender da condição de mera montadora de produtos, para a de nação inovativa. Para cumprir tal objetivo, foram utilizadas como ferramentas de análise os arcabouços teóricos neo-schumpeterianos de Cadeias Globais de Valor (CGV) e Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). O segmento da indústria de energia solar fotovoltaica foi escolhido como um microcosmos de análise para compreender como se comporta o resto do mundo diante da ascensão chinesa que, por sua vez, busca aproveitar a janela de oportunidade aí existente para conformar firmas líderes, produtoras de inovações autóctones. Os planos e políticas levados a cabo pelo governo chinês deixam claro que o investimento realizado em energia solar fotovoltaica representa uma escolha de grande importância estratégica ao país, uma vez que múltiplos benefícios são concedidos sob diferentes formatos com o objetivo de elevar esta indústria ao patamar de líder global em inovação. Dessa forma, o país estaria se posicionando estrategicamente neste segmento, colocando-se em uma situação privilegiada na luta mundial por poder e riqueza. A competição resultante deste novo cenário que vem se desenhando com a estratégia chinesa de liderar a corrida em tecnologias renováveis é refletida de diversas maneiras, uma vez que ela apresenta indícios de que sua natureza não é apenas econômica, mas também política e diplomática.

**Palavras-chave:** Cadeias Globais de Valor (CGV). Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). China. Competição global. Energia solar fotovoltaica. Inovação Autóctone.

## **ABSTRACT**

This dissertation aims to analyse the Chinese strategy of ascending from a merely product manufacturer status to an innovative nation. To accomplish this goal, it was used the neoschumpeterian analytical framework of Global Value Chain (GVC) and National Innovation System (NIS). The photovoltaic industry sector was chosen as a microcosm of analysis to comprehend how the rest of the world faces the Chinese ascension, which, in turn, aims to use the existent window of opportunity to shape leading firms capable of producing indigenous innovations. The plans and politics that had taken place by the Chinese government makes clear that the investment realized in photovoltaic energy development is a strategical meaningful choice done by the government, as multiples benefits are given under different shapes aiming to turn this industry as a global innovation leader. In doing that, China could position itself strategically in this sector, as well as in the global competition for power and wealth. The competition that comes from this new scenario designed by the Chinese strategy of leading the green race is reflected in different ways, as this project seems to echo not only on economical field, but also in political and diplomatic ones.

**Keywords:** Global Value Chains (GVC). National Innovation Systems (NIS). China. Global competition. Solar Photovoltaic Energy. Indigenous innovation.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1 CADEIAS GLOBAIS DE VALOR E SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO: UMA PERSPECTIVA ANALÍTICA</b> .....	14
1.1 CADEIAS GLOBAIS DE VALOR: CONCEITO E RECOMENDAÇÕES DE POLÍTICA.....	18
1.2 SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO: CONCEITO, RECOMENDAÇÕES DE POLÍTICA E CONTRAPONTO ÀS CGV .....	21
1.3 A CADEIA DE VALOR NA INDÚSTRIA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NA CHINA .....	24
<b>2 PLANOS E POLÍTICAS DE INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NA CHINA</b> .....	34
2.1 PRINCIPAIS ATORES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO CHINÊS .....	37
2.1.1 Comissão de Desenvolvimento Nacional e Reforma.....	38
2.1.2 Ministério da Ciência e Tecnologia.....	39
2.1.3 Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação .....	40
2.1.4 Ministério das Finanças .....	40
2.1.5 Ministério da Educação .....	40
2.2 PLANOS QUINQUENAIS.....	41
2.3 PRINCIPAIS PROGRAMAS DE INCENTIVO À PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	46
2.4 PRINCIPAIS POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DO SEGMENTO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	51
2.5 IMPACTO DA APLICAÇÃO DOS PLANOS E POLÍTICAS .....	58
<b>3 COMPETIÇÃO GLOBAL NA INDÚSTRIA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA: A FORMAÇÃO DA INDÚSTRIA CHINESA E A COMPETIÇÃO NAS DIFERENTES ESFERAS</b> .....	68
3.1 FORMAÇÃO DA INDÚSTRIA FOTOVOLTAICA CHINESA .....	71
3.2 COMPETIÇÃO TARIFÁRIA.....	77
3.2.1 China x Estados Unidos .....	78
3.2.2 China X União Europeia.....	80
3.3 O PAPEL DO NOVO BANCO DE DESENVOLVIMENTO DOS BRICS EM MATÉRIA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS.....	83
3.4 A NOVA ROTA DA SEDA EM MATÉRIA DE COMPETIÇÃO PARA A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	88
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	94
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	97

## INTRODUÇÃO

O objetivo desta dissertação será o de analisar a estratégia chinesa em modificar sua tradicional posição de mera montadora, com pouca agregação de valor aos seus produtos, para o de nação inovativa através do segmento de energia solar fotovoltaica. Para tanto, ela busca incentivar a conformação de “firmas líderes”, que têm como característica principal deter o conhecimento tecnológico sobre o processo produtivo, especialmente nas etapas de maior valor agregado, configurando-se fator determinante para mensurar o poder que exercem dentro de uma determinada cadeia. Destaca-se a vantagem estratégica do pioneirismo tecnológico, pois possibilita ao seu detentor domínio de informação fundamental ao desenvolvimento de tecnologia própria (que pode ser traduzido como um maior poder).

O segmento de energia solar fotovoltaica será utilizado como um microcosmos de análise, no qual serão categorizados os principais atores, bem como os planos e políticas que estão sendo levados a cabo pelo governo para a criação de firmas líderes e o desenvolvimento de tecnologia autóctone. Sustenta-se a hipótese de que este segmento representaria uma janela de oportunidade para o país, pois ele ainda não se encontra plenamente desenvolvido, ao contrário dos tradicionais setores automotivos e de eletroeletrônicos (nos quais o *catchin-up* seria certamente mais custoso e demorado).

A escolha do segmento em questão foi estratégica, uma vez que a China enfrenta grandes desafios de sustentabilidade, que possuem impacto tanto a nível doméstico, quanto a nível global. Investir neste segmento representaria uma maneira de responder às pressões da comunidade internacional, para reduzir a emissão de poluentes. Também seria uma forma de amenizar os prejuízos financeiros do país, resultantes dos efeitos adversos da mudança climática. A natureza finita dos combustíveis fósseis, juntamente com seu elevado potencial poluidor, faz com que a utilização dos combustíveis fósseis seja cada vez mais colocada em cheque. Dessa forma, salvaguardar a segurança energética do país, diante de um possível novo paradigma energético que deverá emergir, constitui elemento fundamental para que ele possa assegurar seu desenvolvimento.

Será analisada a estratégia utilizada pela China no segmento anteriormente referido para superar a condição de *latecomer*, que ocupa as etapas que agregam pouco valor na cadeia de valor fotovoltaica, para dominar aquelas de maior complexidade tecnológica. Nesse sentido, alguns elementos se destacam no desenvolvimento deste segmento industrial.

Inicialmente o baixo custo de produção, possibilitado pela existência de uma mão-de-obra barata é decisivo para que ela possa produzir placas fotovoltaicas a um baixo custo. Contudo, o elemento mais importante dentro dessa estratégia é a participação do governo no incentivo ao desenvolvimento da indústria fotovoltaica através da implementação de diferentes programas, planos e políticas de incentivo. Estes elementos são utilizados conjuntamente para que ela possa passar a participar de etapas que agreguem maior valor dentro da cadeia de valor.

A escolha do governo em priorizar o desenvolvimento de tecnologias com baixa emissão de carbono (com especial atenção ao segmento de energia solar fotovoltaica), está expresso oficialmente em seus planos quinquenais<sup>1</sup>. A China, além de aproveitar a janela de oportunidade existente neste segmento, explora importantes dimensões estratégicas. Por um lado, a criação de firmas líderes que detêm o conhecimento tecnológico da produção (especialmente nas etapas que agregam mais valor), possibilita sua colocação em uma posição privilegiada na luta por poder e dinheiro; por outro, responde aos dilemas de sustentabilidade com os quais se depara dentro da comunidade internacional e domesticamente, por conta do elevado nível de degradação ambiental.

Como ferramentas analíticas serão utilizados os arcabouços teóricos das Cadeias Globais de Valor (CGV) e dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). O conceito de CGV busca realizar a análise da cadeia produtiva de determinado segmento, colocando em evidência o papel central da firma líder em ser o catalizador de conhecimento para as firmas locais. O processo de *upgrading* ocorreria de forma mais eficiente quanto maior fosse a intensidade de participação da firma local na cadeia. Deve-se levar em consideração que a excessiva importância conferida à análise a nível de firma e o *upgrading* condicionado à participação quase que exclusiva na cadeia são limitações estruturais deste corpo analítico que devem ser superadas. Nessa dissertação, isso é feito via a análise dos SNI.

A presente dissertação será dividida em 3 capítulos, além da introdução e da conclusão. O capítulo 1 fará uma breve revisão teórica sobre a literatura das Cadeias Globais de Valor (CGV) e dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI), apontando as principais características analíticas e normativas destes conceitos. Serão enfatizadas as limitações de

---

<sup>1</sup> O 10º Plano Quinquenal (2001-2005) foi a primeira vez em que houve menção ao desenvolvimento de uma indústria de energia solar fotovoltaica robusta no país. Como desdobramento desse, houve a criação de um plano específico, denominado 10º plano quinquenal para o desenvolvimento de novas e renováveis fontes de energia, que objetivava igualmente fortalecer o estabelecimento desta indústria (BALL, et. al., 2017; SUN, 2016).

políticas que existem nessas ferramentas de análise, bem como a possibilidade de encontro entre esses dois conceitos, aparentemente opostos entre si.

O capítulo 2 terá como objetivo realizar um mapeamento dos principais planos e políticas levados a cabo pelo governo chinês para o desenvolvimento da indústria de energia solar fotovoltaica e da criação de uma capacidade tecnológica autóctone no país. Incluem-se, dentro desse contexto, além dos planos quinquenais (que servem como uma espécie de guia), as políticas de subsídio, planos de incentivo, compras governamentais favorecidas e o financiamento público.

O capítulo 3 pretende analisar a competição global que existe nesse segmento (e que tende a se expandir para os outros), por meio das evidências empíricas e da literatura existente sobre esse assunto. As acusações de *dumping* são visualizadas por meio da imprensa especializada, de trabalhos acadêmicos realizados sobre a temática e dos próprios processos que Estados Unidos e União Europeia entraram contra a China (CHEN, 2015; UNITES STATES DEPARTMENT OF COMMERCE, 2014). A mútua taxaçoão que existe entre eles acaba prejudicando o desenvolvimento da tecnologia solar fotovoltaica como uma fonte de energia que possa ser utilizada em massa (SUN, 2016; BALL, et. al., 2017). A cooperação, que seria um cenário ideal, parece ainda um arranjo difícil de ser alcançado. Além disso, neste mesmo capítulo serão analisados os principais indícios que corroboram a hipótese de que, a estratégia chinesa em conformar firmas líderes nesse segmento, objetiva colocá-la numa posição estratégica na luta por poder, auxiliado por diferentes projetos que devem impulsionar o desenvolvimento de suas empresas.

## **1 CADEIAS GLOBAIS DE VALOR E SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO: UMA PERSPECTIVA ANALÍTICA**

A estratégia de modernização tecnológica da China tem sido conduzida como objetivo central de seu governo. Dessa forma, ela poderia ocupar uma posição cada vez mais privilegiada na disputa internacional por poder e riqueza. Na análise de Gouveia (2015), a China conta com uma conjugação de fatores que tornaram possível essa mudança, que são: sua participação nas CGV, a grande quantidade de investimentos direcionados pelo governo à ampliação e modernização da infraestrutura e da indústria pesada e o alargamento de seu mercado doméstico. Observa-se gradativamente um aumento na sofisticação tecnológica da pauta de exportação chinesa, resultando na mudança da sua posição de simples montadora (em que importa os componentes de maior conteúdo tecnológico) para o de exportadora (o que significa que ela passa a fabricar tais componentes em território nacional). Assim, com o passar do tempo, a China passa a ocupar a posição tradicionalmente pertencente ao Japão de articulador da economia regional.

Para Trebat & Medeiros (2015), a China procura alcançar o objetivo de modernização tecnológica nacional não apenas por meio da importação de tecnologia estrangeira, mas através do desenvolvimento de tecnologia própria. O país concentra seus esforços em promover o desenvolvimento econômico realizando a sofisticação tecnológica de vários segmentos, que vão desde o de eletroeletrônicos até o militar. Dilemas geopolíticos e de segurança nacional fazem com que seja necessário que ele esteja constantemente estimulando a promoção de inovações radicais, que se mostraram valiosas para impulsionar o desenvolvimento do país.

O fatiamento da produção pelo mundo, acompanhado pela intensificação do comércio internacional e dos fluxos financeiros, são as principais características da globalização econômica contemporânea. Nesse processo, somente os dados de comércio exterior não revelam muitas informações sobre o desenvolvimento dos países (sejam eles centrais ou periféricos). Nogueira (2015) destaca que a fragmentação do processo produtivo por diversos locais ao redor do mundo faz com que seja fundamental saber onde e em que medida ocorre a agregação de valor, pois um país pode importar componentes de maior sofisticação tecnológica de um país A, montá-lo e realizar a exportação do mesmo utilizando a marca que pertence a um país B. Essa breve análise do que frequentemente acontece no comércio mundial nos mostra a importância de saber em que etapas ocorrem os processos de maior

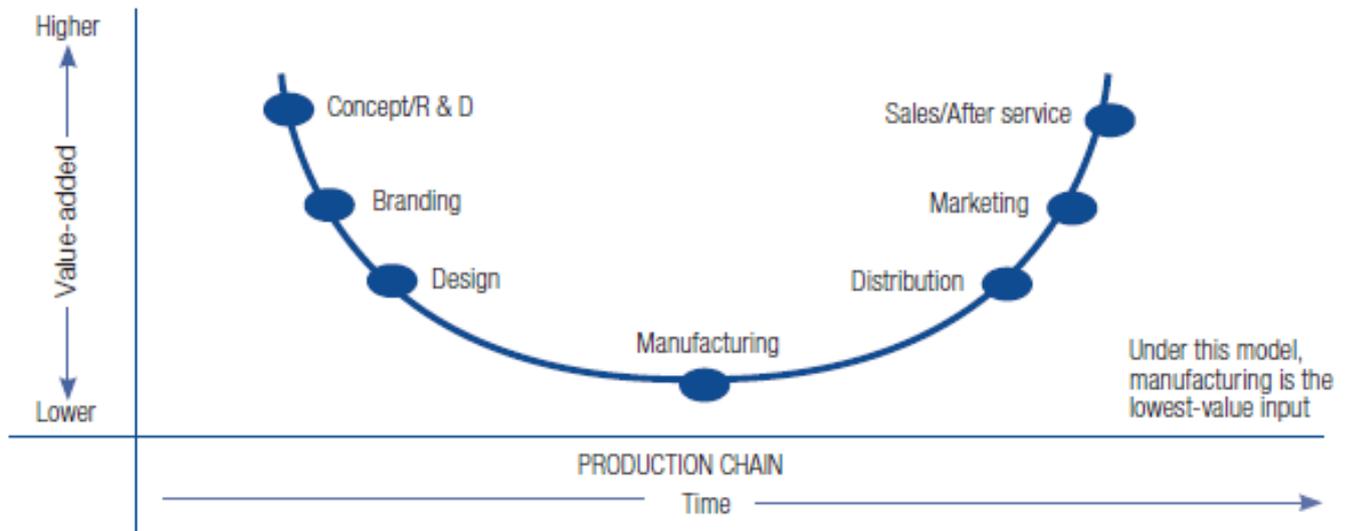
valor agregado, pois é onde estão presentes as inovações tecnológicas, elemento que possibilita uma maior captura dos lucros pelos países que as detêm.

A problemática da agregação de valor é um importante elemento que os países devem considerar na elaboração de estratégias de *upgrading*. Estar nas partes baixas da cadeia produtiva significa que há pouca agregação de valor, operando-se com grande concorrência e baixas margens de lucro. Em outras palavras, um país que ostenta uma ampla pauta exportadora, mas que tem suas empresas concentradas nas etapas intermediárias do processo produtivo, acaba ficando com lucros muito reduzidos se comparado aos países que estão nas pontas da cadeia.

Historicamente, o conhecimento tecnológico sobre os processos de maior valor agregado é de propriedade dos países desenvolvidos. Por sua vez, fatores estruturais de longa data e a existência de um ambiente macroeconômico instável nos países em desenvolvimento, que enfrentam sérios problemas cambiais, de endividamento externo, taxas de juros elevadas e a fraca existência (ou inexistência) de instituições capazes de apoiar o desenvolvimento tecnológico, dificultam que os *latecomers* possam superar essa condição de atraso (SZAPIRO, et. al., 2016, p. 9).

A Figura 1 ilustra, de forma esquemática, a forma como se distribui a agregação de valor ao longo de uma cadeia produtiva. Observa-se que as etapas inicial e final são aquelas que concentram maior VA. Em contrapartida, a etapa intermediária, que corresponde à de fabricação, constitui aquela que agrega menor valor durante todo o processo.

Figura 1 – Curva de Stan Shih ou “curva sorriso”



Fonte: UNCTAD (2015)

A China, que tradicionalmente abrigou empresas que estavam na etapa inferior da cadeia (fabricação) em sua indústria, denota preocupação em superar essa condição para que possa auferir maiores margens de lucro e assim exercer maior poder dentro da cadeia. Na indústria de energia solar fotovoltaica, segmento produtivo estudado nesta pesquisa, também ocorre a mesma preocupação, pois grande parte das empresas esteve presente no processo de montagem dos painéis, que representa a parte que menos agrega valor. As políticas governamentais têm se estruturado na última década na tentativa de melhorar sua posição dentro dessa cadeia, sobretudo apoiando a criação de firmas que dominem as etapas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), controle da tecnologia e das marcas.

Ainda sobre a preocupação do governo em apoiar o surgimento e estabelecimento de firmas que sejam altamente inovativas, fica claro que duas características são muito desejadas por países que visam melhorar sua posição nas CGV: a existência de firmas líderes nacionais e a de inovações autóctones. No que diz respeito a primeira característica, Medeiros (2010), descreve a importância das firmas líderes (também conhecidas como “campeãs nacionais”) como determinantes para que a pauta exportadora do país tenha um maior VA. Isso ocorre porque essas firmas acabam dominando as etapas de maior complexidade tecnológica da cadeia, que correspondem ao P&D, gestão da marca, *marketing*, design, distribuição, venda e controle de qualidade, conforme observado na Figura 1, o que confere a elas um grande poder de influência na cadeia. A participação nacional nas exportações é melhor mensurada por

meio do VA, em conjunto com as “estimativas insumo-produto” (para que se consiga “obter o multiplicador das exportações sobre os demais componentes do PIB”) (MEDEIROS, 2016, p. 582). Quanto às inovações autóctones (*indigenous innovations*), Cassiolato (2013) argumenta que a estratégia chinesa em ser uma nação inovativa perpassa por esta dimensão, pois inovar pensando nas especificidades locais e ainda deter a propriedade intelectual da inovação seriam movimentos determinantes para alcançar de forma bem-sucedida o desenvolvimento nacional.

O processo de *catching-up*<sup>2</sup> da China frente aos países desenvolvidos (tradicionais epicentros de inovação tecnológica nesse segmento), objetiva tentar reduzir a distância em termos de maturidade tecnológica existente entre eles. Para tanto, não basta o simples acesso ao conhecimento sofisticado sobre a produção de placas solares fotovoltaicas. O desenvolvimento de capacitações domésticas para que ocorra a adequada absorção da tecnologia constitui fundamental para que o país, numa etapa posterior, passe a ser capaz de produzir tecnologias autóctones.

Existem diferentes escolas de pensamento que têm como objetivo compreender o processo produtivo tal como ele se apresenta atualmente (fragmentado e disperso pelo mundo). Szapiro (2015) sumariza as principais, que são as redes de produção internacional, os sistemas produtivos globais, o conceito francês de *filière* e o das Cadeias Globais de Valor. Este último, considerado o arcabouço teórico de maior relevância dentro desta temática, pretende compreender a organização dos processos de produção e a correlação de forças existentes dentro deles. Adicionalmente, o conceito de Sistemas Nacionais de Inovação é colocado em análise para que seja possível compreender o papel da inovação no desenvolvimento econômico, em consonância com as especificidades locais, bem como a necessidade de se levar em consideração os aspectos que são externos à firma no processo inovativo.

---

<sup>2</sup>Constitui " a capacidade de centros secundários de absorver técnicas e conhecimentos gerados nos centros líderes, de forma a permitir que aqueles “alcancem” os níveis de produtividade destes e, portanto, reduzam o hiato tecnológico (e de desenvolvimento econômico) que os separa" (LEMOS et. al, 2006).

## 1.1 CADEIAS GLOBAIS DE VALOR: CONCEITO E RECOMENDAÇÕES DE POLÍTICA

Oliveira (2015) nos ensina que a origem do conceito de Cadeias Globais de Valor (CGV) pode ser remetida aos estudos de Hopkins e Wallerstein (1976, 1986). Estes versavam sobre as Cadeias Globais de Commodities, destacando a importância da atuação do Estado em definir os sistemas globais de produção, através de regras e instrumentos tarifários. Em Gereffi e Korzeniewicz (1994), pode-se notar uma importante inflexão sobre este conceito, uma vez a firma assume o papel de protagonista, fazendo com que as análises não tenham mais o Estado como ator central. Finalmente, nos anos 2000, adota-se o termo "Cadeias Globais de Valor", em substituição a "Cadeia Global de Commodities". Isto ocorre devido ao termo "valor" ser mais apropriado, pois dá conta de um maior número de produtos.

Os avanços tecnológicos tornaram possível a existência de redes de produção fragmentadas, que se caracterizam fundamentalmente pela internacionalização e intenso fatiamento do processo produtivo. Nesse cenário, o conceito de CGV se popularizou por se inserir adequadamente como ferramenta de análise desta realidade. As cadeias são conexões de diversas firmas (presentes em diferentes locais do mundo) que se relacionam num processo que é mais complexo que uma simples compra e venda, porém menos elaborado que uma estratégia de integração vertical (MILBERG & WINKLER, 2013; NOGUEIRA, 2012).

A questão da agregação de valor na indústria é elemento central nesta análise, pois dessa forma é possível verificar o quanto cada país (com sua respectiva firma) participou no processo e em quais etapas.

“Cada produtor adquire insumos e adiciona valor ao bem intermediário na forma de lucros e remuneração para o trabalho, que, por sua vez, irão compor os custos do próximo estágio de produção. Entretanto, como as estatísticas de comércio são medidas em termos brutos, incluindo tanto bens intermediários quanto bens finais, elas contam  $n$  vezes o valor dos bens intermediários que cruzam as fronteiras nacionais mais de uma vez. É por isso que um exportador líquido de bens finais de alta tecnologia não necessariamente agrega muito valor, especialmente se seu papel na cadeia for de mero montador” (NOGUEIRA, 2012, p. 9).

A estratégia de avanço do quesito de agregação de valor é uma temática que já foi explorada por outros teóricos. O modelo dos “gansos voadores”, por exemplo, trabalhado por Akamatsu (1935) e depois aperfeiçoada por Kojima (2000), descreve que ocorreria um padrão básico, em que uma indústria passa de forma bem-sucedida pelos estágios de importação, produção e exportação. Em seguida, ocorreria a diversificação desta indústria e *upgrading*.

Para Matos *et. al.* (2015), o *upgrading* pode ser entendido como uma forma de melhorar a competitividade por meio de preços e custos ou através de uma melhor capacidade tecnológica. Além da esfera econômica, ocorreria também na esfera social, pois as CGV seriam capazes de promover o desenvolvimento por meio dos *upgrades* em ambas as esferas. Levando-se em consideração a dimensão econômica, podemos assumir que existem três tipos de *upgrading*. O primeiro, que é o de produto, caracteriza-se pelo deslocamento para unidades produtivas que contenham maior valor agregado. O segundo, que é o de processo, tem como característica a transformação de um bem de forma mais eficiente, dado um rearranjo da linha de produção. Por último, há o *upgrading* funcional, em que são adquiridas novas funções que tornam possíveis uma maior agregação de valor (SZAPIRO *et.al.*, 2016).

Lee, Szapiro & Mao (2017) consideram que o conceito de governança e *upgrading* são os pilares analíticos do conceito das CGV. Humphrey & Schimitz (2002) apresentam em sua análise que o conceito de CGV diz respeito a forma como está organizada a produção e a distribuição globalmente. Assim, para que ela seja eficiente, são necessárias estratégias de coordenação que busquem minimizar seus custos. Para isso, devem determinar estrategicamente o conteúdo da produção, a forma como é produzido e o fluxo que deve seguir o produto.

Adicionalmente ao *upgrading*, a análise do conceito de governança também é importante ao entendimento da correlação de forças que existem na cadeia de valor. Neste ponto se torna relevante o papel das firmas líderes, pois são elas que detêm os processos de maior valor agregado e conseqüentemente o poder de influenciar diretamente a forma como se organiza tal produção. Matos *et. al.* (2015) e Szapiro *et. al.* (2016) descrevem governança como o poder de influenciar a forma como ocorre a alocação de recursos necessários à produção, a partir da correlação de forças existente. Cada cadeia deve possuir uma diferente estrutura de governança, que são diretamente influenciadas pela forma como transcorre o fluxo de conhecimento. Quanto maior a assimetria de poder existente na cadeia, maior a concentração de poder nas mãos da firma líder, pois sua intervenção irá alterar substancialmente a forma como ocorre o processo produtivo. Ao contrário, quanto mais uniformemente for distribuído o poder ao longo da cadeia, mais fácil será para as firmas desenvolverem estratégias independentes de inovação, com o intuito de melhorar sua competitividade.

Um ponto importante a ser levado em consideração é o de que países em desenvolvimento podem não passar por estas etapas de maneira linear. Em outras palavras, não necessariamente eles conseguirão desenvolver indústrias nacionais, com tecnologia própria, para suprir suas demandas de produção. Muitas vezes será necessário adquiri-las diretamente do exterior, por meio de importação, para que a montagem do componente em questão seja possível. Além disso, o aprendizado e desenvolvimento tecnológico podem não ocorrer imediatamente, fazendo com que a imitação constitua parte intermediária da estratégia adotada neste processo (LEE, PARK & MUDAMBI, 2015).

Apesar deste arcabouço analítico constituir uma ferramenta útil para se compreender em que posição um país se encontra dentro de um processo produtivo e em que aspectos necessita melhorar, existem limitações importantes quanto às suas recomendações de políticas públicas. Sob esta perspectiva, há excessiva importância à análise inerente à própria cadeia, por vezes ignorando as interações que possam ocorrer fora dela, tanto a nível local, quanto a nível internacional (SZAPIRO et. al., 2016).

Segundo a ótica conceitual das CGV, o *catching-up* aconteceria fundamentalmente com a participação das firmas nas cadeias. O conhecimento tecnológico necessário para o *upgrading* fluiria naturalmente ao longo delas. Assim, a simples participação nelas seria suficiente para que as empresas internalizassem o progresso técnico, fazendo com que elas pudessem gradativamente alcançar as etapas de maior valor agregado (SZAPIRO, et. al., 2016). Podcameni (2014) critica o fato de as CGV ignorarem a importância da dimensão local na construção do processo inovativo e a forma como ela negligencia o entendimento da inovação como um processo sistêmico, em que ocorreria a influência de dimensões que vão além do nível de análise da firma.

Outra limitação quanto à recomendação de política é o fato de se condicionar a possibilidade de *upgrading* quase que exclusivamente à participação na cadeia. Apesar de poder ocorrer em determinadas situações, o *upgrade* está muitas vezes circunscrito à esfera da produção, não ocorrendo a mudança no estágio de participação das firmas nas etapas superiores da cadeia.

Assim, é fundamental questionar em que ponto está localizada a correta correlação de forças que possa impulsionar o desenvolvimento do sistema produtivo e da economia como um todo. Na abordagem das CGV, o Estado serviria simplesmente para proporcionar um ambiente favorável à inovação, ignorando sua participação direta ou mesmo no que diz

respeito à elaboração de políticas de inovação. Assim, as recomendações de política deste arcabouço conceitual são duramente criticadas, especialmente por serem associadas a políticas neoliberais.

“In general, the use of the GVCs literature by international agencies helped to diffuse policy prescriptions associated with the “Washington Consensus”, according to which developing countries should open their economies and only implement a set of “horizontal” policies (...) in order to catch-up” (SZAPIRO et. al., 2016, p. 7).

É nesse contexto que o arcabouço analítico dos Sistemas Nacionais de Inovação traz importantes contribuições no que diz respeito às recomendações estratégicas que possam ser feitas para que tais firmas experimentem um processo de evolução tecnológica e ocupem etapas de maior valor agregado dentro de uma cadeia produtiva de valor. Isso deveria ocorrer sem se perder de vista as especificidades locais na realidade em que estão inseridas (JUROWETZKI, LUNDVALL & LEMA, 2015, SZAPIRO et.al., 2016).

## 1.2 SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO: CONCEITO, RECOMENDAÇÕES DE POLÍTICA E CONTRAPONTO ÀS CGV

A primeira referência teórica sobre como o crescimento econômico poderia ser influenciado positivamente pela inovação tecnológica e pela implementação de políticas que pudessem melhorar as capacitações tecnológicas, datam dos trabalhos de List (1841) (PODCAMENI, 2014). Após isso, nos anos 60 e 70 foram conduzidos diversos estudos empíricos que tinham como objetivo mapear o processo de inovação, para compreender suas origens e características (SZAPIRO *et al*, 2016, p.7). O conceito de Sistema Nacional de Inovação foi popularizado nos anos 80, tendo como percussores Freeman (1987), Lundvall (1992), Nelson (1993), Metcalfe (1995) e Edquist (1997). Em suas pesquisas, descrevem a inovação como surgida a partir de uma perspectiva sistêmica e interativa, em que a criação, aprendizado e difusão deveriam fazer parte da estratégia de inovação nacional, com o objetivo de promover o desenvolvimento do país. Assim, os trabalhos elaborados por eles transbordam as fronteiras da análise focadas na firma (como acontece nas CGV) e restrita apenas às

instituições formais. Novos atores e aspectos externos passam a ser levados em consideração como elementos que impactam de alguma maneira o processo produtivo.

A construção do arcabouço teórico dos SNI, teve suas bases formuladas sob o aparato conceitual da teoria neo-schumpeteriana e da teoria evolucionária. Ela considera que o processo inovativo é sistêmico e influenciado por fatores que perpassam pelas dimensões políticas, sociais, culturais e geográficas. Podcameni (2014), descreve que as firmas dependem de uma conjunção de fatores para que possam inovar, como a colaboração com outras instituições e ainda das características da estrutura institucional no qual estão inseridas. Assim, o Estado teria um papel importante em não apenas garantir uma estrutura básica que possa estimular o desenvolvimento, mas na formulação de planos e políticas que possam incentivar a inovação. Ainda segundo a análise da autora, os SNI teriam como objetivo tanto compreender quais são os fatores que de fato determinam a ocorrência do processo inovativo, quanto elaborar recomendações políticas que possam ser colocados em prática para alcançar o desenvolvimento do país.

A inovação não surge de forma independente, exclusivamente dentro das empresas privadas. Ao contrário, ela sofre influência de instituições formais e informais (públicas e privadas) para determinar de que modo ocorre. A participação direta do governo na pesquisa básica (além da tradicional necessidade do mesmo em proporcionar um ambiente institucional e macroeconômico favorável), também faz parte da estratégia de incentivo ao surgimento de inovações. Nesta etapa, em que os custos são altos e o retorno incerto, a atuação governamental configura determinante para o incentivo ao desenvolvimento de um segmento ainda em formação (CASSIOLATO, PODCAMENI & SOARES, 2015).

As políticas de inovação ganham especial importância nessa abordagem, pois elas influem diretamente sobre as interações entre os diferentes atores públicos e privados dentro de um SNI. Contudo, deve-se levar em consideração que não apenas as políticas diretamente voltadas para a inovação, mas as políticas implícitas podem afetar o desenvolvimento das mesmas, especialmente em países em desenvolvimento. Como estes estão frequentemente sujeitos a instabilidades macroeconômicas e institucionais, políticas que não estejam ligadas diretamente à atividade inovativa, mas que se relacionem com a estabilidade do país também podem influir negativamente ou positivamente nesse processo (PODCAMENI, 2014).

As políticas que buscam incentivar a inovação não devem ignorar as características peculiares do país no qual as firmas e as instituições de incentivo estão inseridas. Não há uma

receita para a formulação de uma política de inovação ótima, mas sim a existência de políticas que podem ser eficientes levando-se em consideração (além dos atores formais e informais, que ocupam as dimensões públicas e privadas) as características políticas, econômicas e sociais de cada país para otimizar os resultados desejados. Por isso, o estímulo a criação de capacitações produtivas e inovativas locais são importantes à dimensão do desenvolvimento, uma vez que a participação passiva nas cadeias produtivas não garante transferência tecnológica para as firmas locais.

Para políticas formuladas nos países em desenvolvimento, deve-se levar em consideração a fragilidade das instituições que apoiam a inovação (de forma direta ou indireta), bem como a existência de instabilidades macroeconômicas que acabam inibindo o desenvolvimento ótimo do potencial tecnológico de um país. Sob esta perspectiva, ao contrário do conceito de CGV, que recomenda a atração de subsidiárias ao país como parte da etapa de industrialização num determinado segmento, a ótica dos sistemas de inovações destaca o papel desempenhado pelas firmas locais neste processo. Isto porque as subsidiárias não necessariamente procuram desempenhar atividades inovativas ou a desempenham de maneira limitada dentro país no qual estão instaladas (PODCAMENI, 2014). Elas normalmente não desenvolvem atividade de P&D porque já têm centros de excelência em seus países sede (PODCAMENI & CASSIOLATO, 2015). A transferência tecnológica também não necessariamente acontece com a simples participação na cadeia, pois a posse de conhecimento tecnológico confere uma dimensão de poder, a qual seus detentores não costumam abrir mão voluntariamente.

Assim, o desenvolvimento de tecnologia autóctone configuraria fundamental para que as firmas de determinado país possam desenvolver uma capacidade inovativa própria, com o objetivo de aumentar sua autonomia em relação aos outros países que tradicionalmente detêm a propriedade intelectual sobre processos de maior valor agregado. Por levar em consideração as dimensões sociais, políticas e econômicas do país e não apenas a análise interna da firma, o SNI constitui uma importante adição analítica e de recomendação política, pois leva em consideração dimensões ignoradas pelo conceito de CGV.

O fato de as CGV terem recomendações de políticas que são passíveis de duras críticas por possuírem natureza neoliberal, faz com que seja necessário pensar nela como uma ferramenta de análise útil, mas que deve se levar em consideração as limitações que carrega em sua formulação. A criação e o fortalecimento da capacidade inovativa local, tão

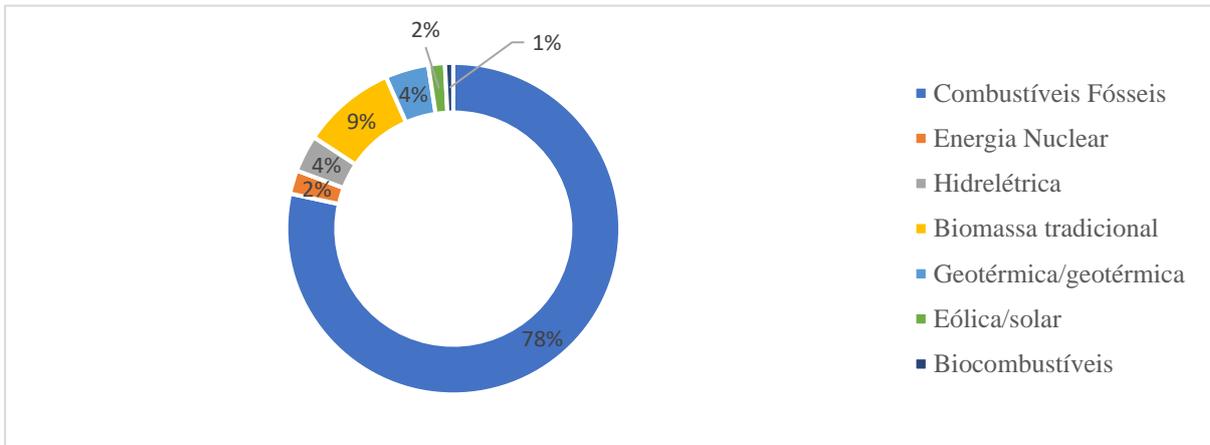
importante à dimensão dos SNI, bem como os processos de difusão e aprendizado das inovações são os pontos mais importantes deste conceito, pois isso levaria ao fortalecimento das capacitações tecnológicas nacionais. A adoção de planos e políticas que estimulem a melhora dessas capacitações (e negligenciada pelas CGV), especialmente de países em desenvolvimento, são consideradas fundamentais para que um país possa desenvolver plenamente seu sistema de inovação.

### 1.3 A CADEIA DE VALOR NA INDÚSTRIA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NA CHINA

A China tem denotado crescentes esforços desde 2008 para aumentar sua capacidade produtiva energética no que tange a matriz composta por renováveis. Além dos motivos óbvios, que são a natureza finita dos combustíveis fósseis, os enormes danos ambientais domésticos e a pressão da comunidade nacional e internacional para reduzir a emissão de gases poluentes, ela busca traçar uma estratégia que lhe permita ocupar uma posição de vanguarda na formulação de tecnologia autóctone no segmento de renováveis.

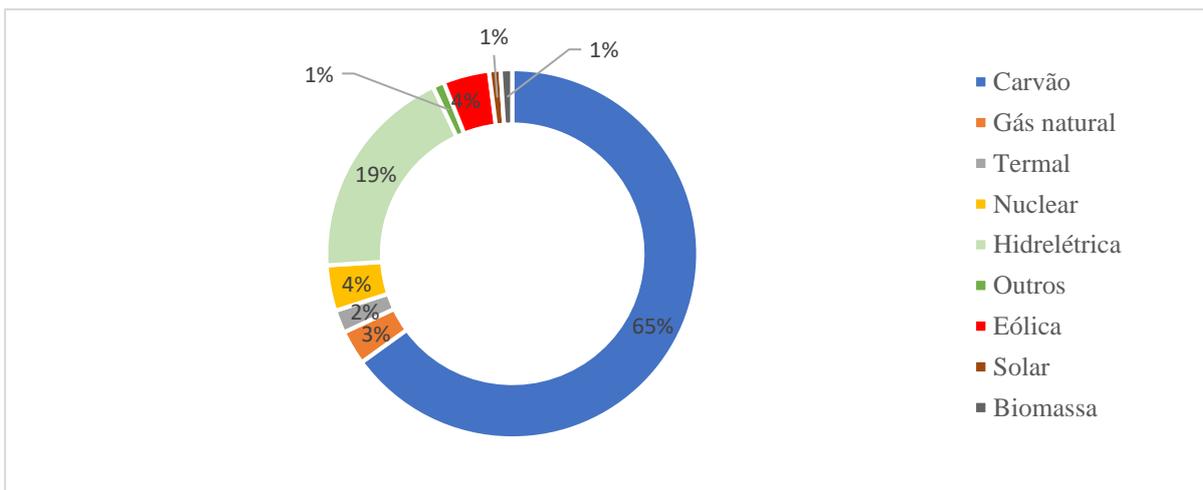
A Figura 2 ilustra como se dá o consumo de energia no mundo. Nela, podemos observar que a utilização de energias renováveis ainda representa uma pequena parcela se comparado aos combustíveis fósseis. A energia solar, juntamente com a eólica, representa cerca de 2% da matriz de consumo. Na Figura 3 está representada a matriz de consumo energética da China, predominantemente de combustíveis fósseis. A energia solar, neste país, representa 1% do total. Apesar de estes dados não serem animadores, a energia solar representa a fonte de energia renovável que mais cresce em termos de capacidade instalada e investimentos na China e no mundo, como poderá ser observado mais adiante nas Figuras 9, 10 e 11.

Figura 2 – Consumo de energia mundial em 2016 (por fonte de energia).



Fonte: REN 21 (2017). Adaptado.

Figura 3 Consumo de energia da China em 2016 (por fonte de energia)



Fonte: China Energy Portal (2017). Adaptado.

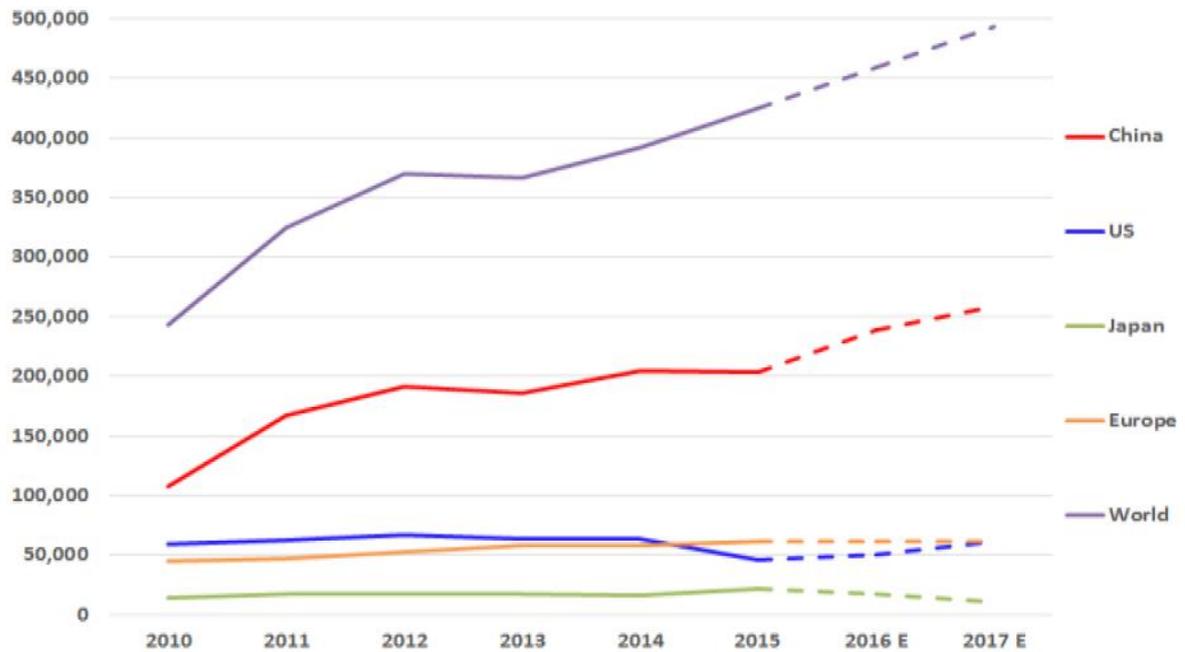
A energia solar convertida em energia elétrica através da utilização de materiais semicondutores são divididas em duas categorias: a termoelétrica e a fotovoltaica. A termoelétrica é caracterizada pelo “surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas”; enquanto a fotovoltaica, objeto de análise desta dissertação, converte-se em energia elétrica através de “fótons contidos na luz solar por meio do uso de células solares” (semicondutores) (AANEL, 2008). Por sua vez, tais células podem ser de 3 tipos: o concentrador fotovoltaico (tecnologia ainda não plenamente desenvolvida, por isso ainda é considerada ineficiente e não rentável), filmes finos (eficiência

de conversão entre 6 e 12%) e o silício policristalino (mais utilizado no mundo, com eficiência de conversão entre 14 e 15%, representando 80% do mercado global) (AANEL, 2015; GALLAGHER E ZHANG, 2013).

A Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em energia solar fotovoltaica foi iniciada em 1958 no país, apenas quatro anos após a descoberta desta tecnologia nos Estados Unidos. As origens da indústria de energia fotovoltaica remontam ao final da década de 70, através da união de 3 estatais, que possibilitaram a fabricação dos primeiros módulos e células de silício. Inicialmente houve a utilização desta tecnologia em satélites espaciais, mas logo ela foi aproveitada como uma fonte de energia elétrica para regiões remotas da China (HOPKINS & LI, 2015).

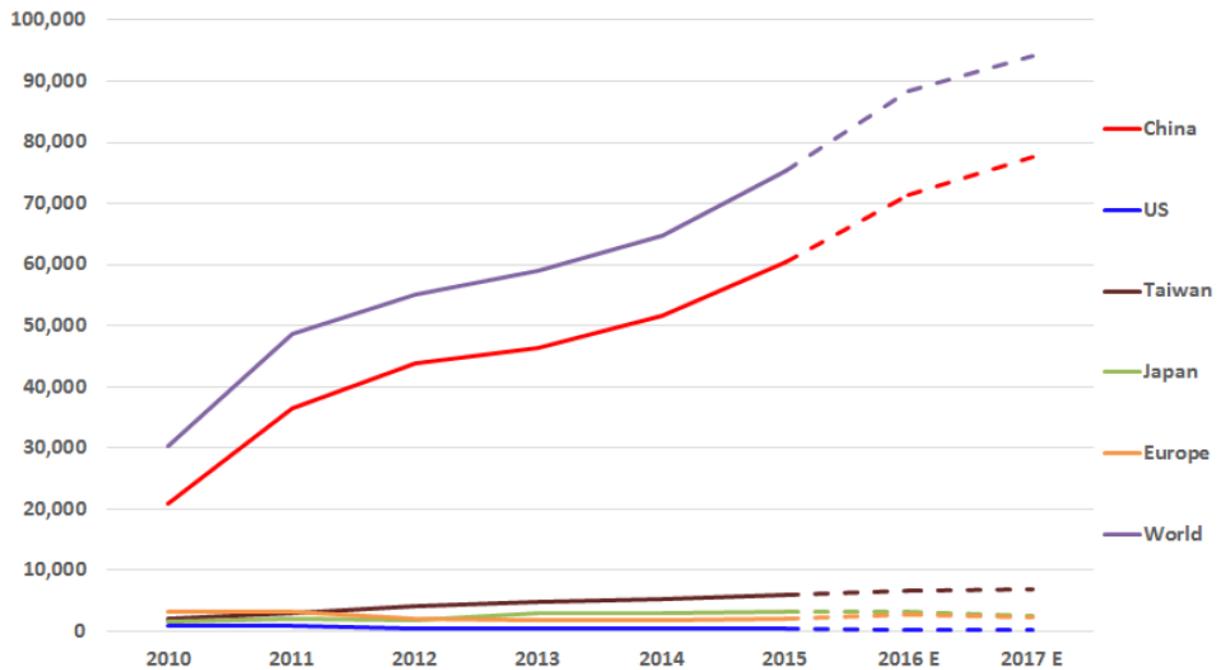
Em 1995, a utilização da energia solar no referido país ainda era incipiente e a indústria operava em pequena escala. A partir do ano 2000, a emergência de empresas não-estatais iniciou um processo de evolução deste segmento da indústria. Até o ano de 2008, o governo, através dos programas de eletrificação rural em regiões remotas da China, constituía a principal e praticamente única fonte de demanda. Contudo, a partir desse ano se iniciou um processo de inflexão neste segmento, especialmente através de políticas de subsídios e cotas, fazendo com que ela pudesse ocupar atualmente a liderança em produção e capacidade instalada no mundo (HOPKINS & LI, 2015). As Figuras 4, 5, 6 e 7 mostram a liderança mundial do país na produção de silício, células, pastilhas e módulos. A Figura 9 mostra a liderança do país em capacidade instalada.

Figura 4 – Capacidade de Produção Global: Silício policristalino (toneladas)



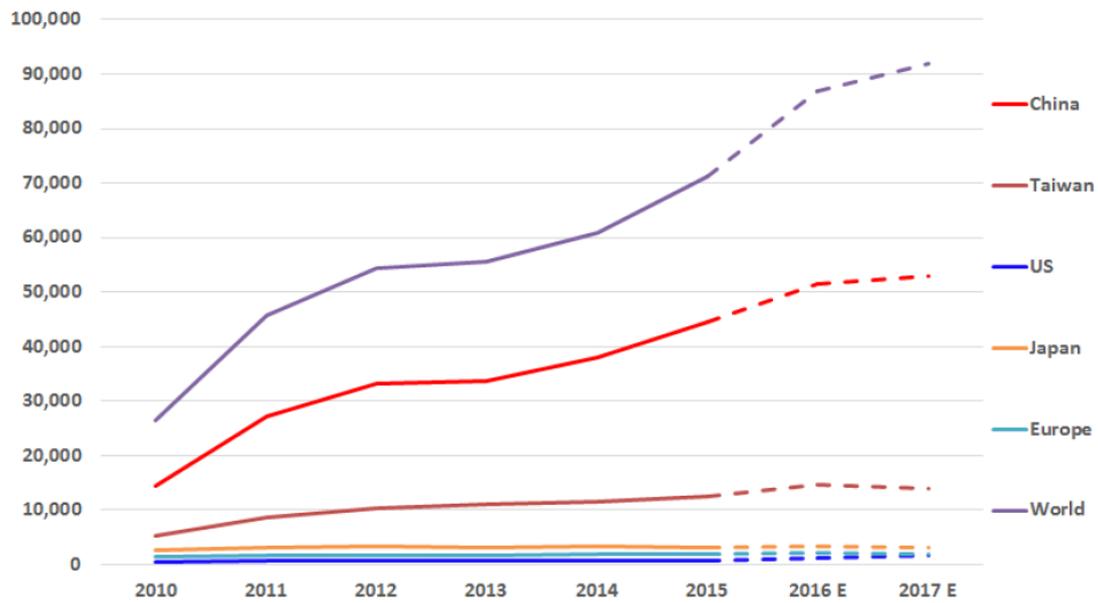
Fonte: Ball *et. al.* IHS Markit (2017).

Figura 5 – Capacidade de Produção Global: Pastilhas (megawatts)



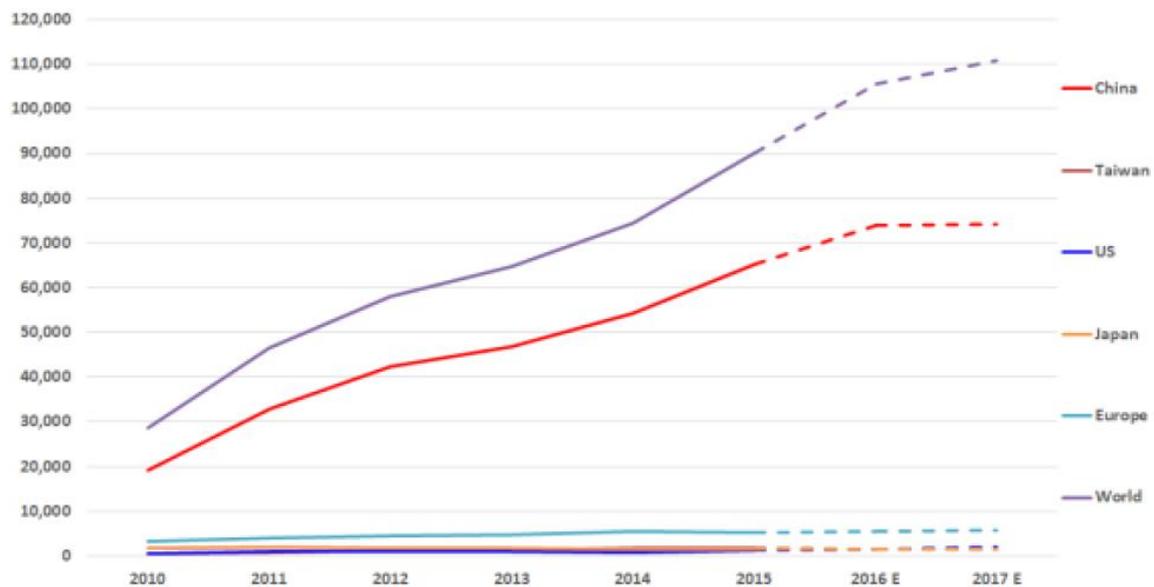
Fonte: Ball *et. al.* IHS Markit (2017).

Figura 6 – Capacidade de Produção Global: Células (megawatts)



Fonte: Ball *et. al.* IHS Markit (2017).

Figura 7 – Capacidade de Produção Global: Módulos (megawatts)



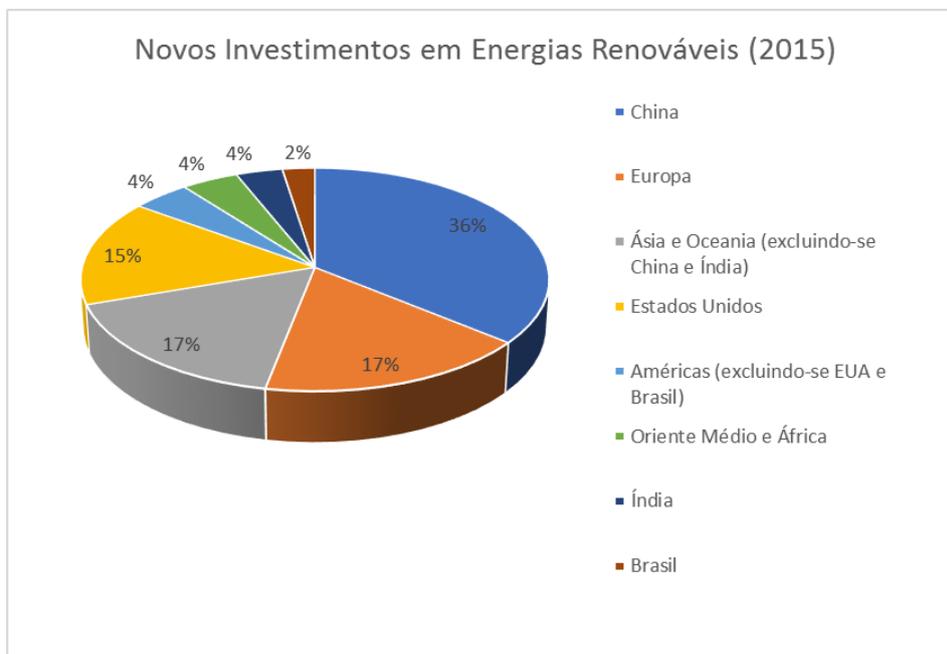
Fonte: Ball *et. al.* IHS Markit (2017).

Em 2015, a China investiu U\$102,9 bilhões em energias renováveis, como mostra a Figura 8, o que representa 36% do total mundial, estando na liderança desse segmento em

investimentos, produção e capacidade instalada. Sua capacidade instalada, capacidade sob construção e capacidade de geração de energia hidrelétrica, energia solar fotovoltaica e nuclear representam a maior do mundo (HAO & HAN, 2016).

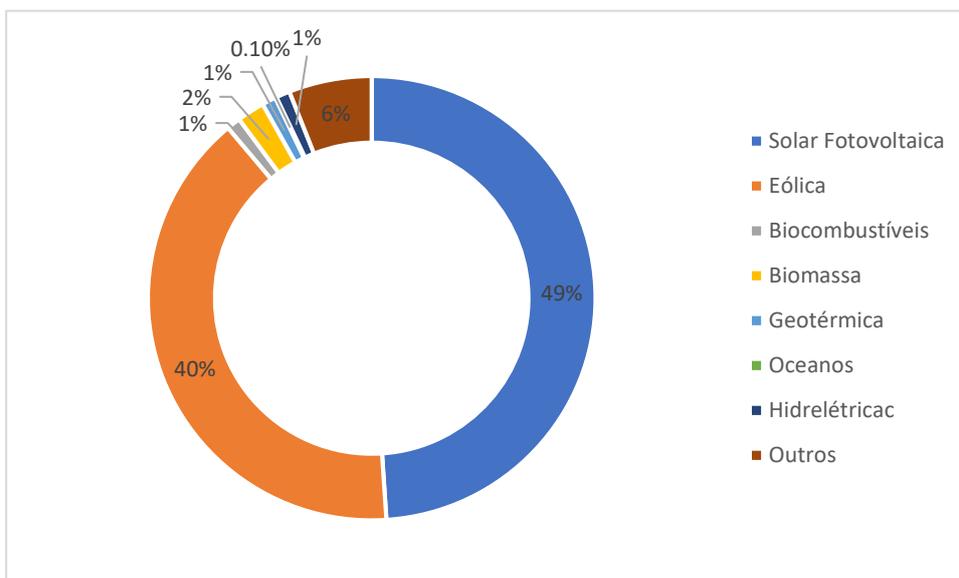
Em 2017, pela primeira vez a Agência Internacional de Energia concluiu que a expansão da capacidade instalada em energia solar cresceu mais rápido que qualquer outra fonte de energia. A China, por sua vez, exerce papel dominante nesse cenário, pois é o país com maior participação nesta estatística (STATE FORESTRY ADMINISTRATION OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA, 2017).

Figura 8 – Novos Investimentos em Energias Renováveis (2015)



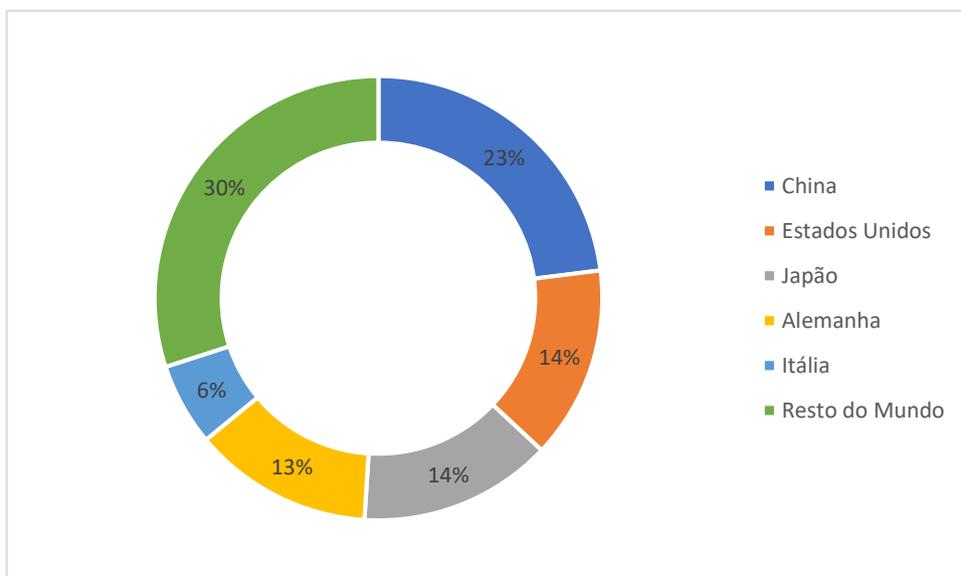
Fonte: UNEP; Bloomberg New Energy Finance (2016). Adaptado.

Figura 9 – Investimentos globais em energias renováveis por tecnologia (2015)



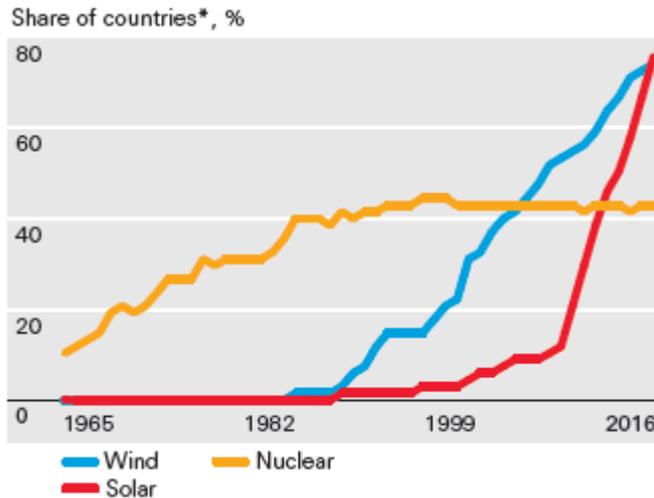
Fonte: IRENA (2017)

Figura 10 – Capacidade global instalada em energia fotovoltaica (2016).



Fonte: World Energy Council (2016).

Figura 11 – Fontes de energia renovável que mais crescem no mundo



Fonte: BP (2017)

Historicamente, a China participava das etapas em que ocorre a menor agregação de valor, que é a de fabricação das placas. Nela, o país importava componentes fundamentais (de maior valor agregado) de outros países e simplesmente realizava sua montagem, ficando vulnerável às eventuais oscilações de preço e oferta desses componentes. Assim, o Estado buscou a adoção de uma estratégia de integração vertical das firmas do país, que possibilitasse aumentar a competitividade das indústrias e a participação de suas firmas em etapas de maior VA.

A indústria de energia solar fotovoltaica foi tradicionalmente dominada pela Alemanha e pelo Japão, detentores das grandes empresas responsáveis por investir intensivamente em P&D e fabricar os componentes que possuem maior complexidade tecnológica, como a produção de silício policristalino e a de máquinas e equipamentos necessários ao processo produtivo. Esses segmentos são considerados de difícil acesso dadas às barreiras à entrada existentes, especialmente devido ao conhecimento tecnológico necessário.

A China inicia sua incursão na etapa que constitui a fabricação das placas fotovoltaicas nos anos 70, que apesar de apresentar poucas barreiras à entrada de novas indústrias, tem maior concorrência e constitui uma etapa de baixa agregação de valor. Para que ela possa modificar essa situação, o governo passou a destinar grande quantidade de recursos para o P&D sobre o desenvolvimento de novas tecnologias (além das que estão consolidadas) (China Greentech Initiative, 2010; Gallagher e Zhang, 2013). As empresas

privadas, por sua vez, concentraram seus investimentos em P&D nas tecnologias comercialmente consolidadas (SUN, 2016; BALL, et. al., 2017).

A transmissão e difusão da tecnologia fotovoltaica depende de diversos mecanismos, tanto tradicionais (comércio em equipamentos, joint-ventures, cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento), quanto não tradicionais (criação de tecnologia autóctone, redes de P&D globais e a aquisição de firmas ocidentais (GALLAGHER E ZHANG, 2013; LEE, PARK & MUDAMBI, 2015). A transferência de tecnologia pode ser considerada um elemento chave para o sistema de inovação global em energia, que podem ser tangíveis (máquinas e equipamentos) ou intangíveis (design e capacitação para produzir o produto). A inovação tecnológica é considerada um processo custoso e arriscado, motivo pelo qual ela acaba ficando concentrada em alguns poucos países desenvolvidos. Dessa forma, a estratégia adotada pelos *latecomers* consiste na aquisição de tecnologia diretamente daqueles países que já desenvolveram a tecnologia mais avançada. (GALLAGHER & ZHANG, 2013; HONGWEI, KAI & ZHANG, 2015). De início, uma crescente demanda global por painéis fotovoltaicos e o baixo custo de produção impulsionaram as exportações chinesas. A seguir, o país implementou uma série de políticas de incentivo à indústria local, previstos tanto nos planos quinquenais, quanto em legislação específica<sup>3</sup>.

Para uma compreensão esquemática de como é dividida a cadeia de valor fotovoltaica, pode-se considerar a existência das seguintes etapas:

**1. Pesquisa e Desenvolvimento (P&D):** Consiste no desenvolvimento de tecnologia básica para o setor, podendo ser geral ou específica relacionada à tecnologia fotovoltaica. Por envolver altos custos e riscos, tal etapa fica concentrada em países que já possuem um grau mais avançado de desenvolvimento dessa tecnologia (Alemanha, Japão e Estados Unidos). Em contrapartida, caso seja bem-sucedida, os lucros são elevados.

**2. Produção de bens de capital:** Constitui os equipamentos necessários para produzir as células de silício policristalino, como o forno para purificação, equipamento para cortar as pastilhas, dentre outros.

---

<sup>3</sup> Tópico a ser explorado no capítulo 2, sobre as políticas implantadas pelo governo para o desenvolvimento da tecnologia solar fotovoltaica na China.

3. **Produção de silício policristalino:** Etapa em que se extrai pequenos cristais de silício através de equipamento apropriado para este fim.

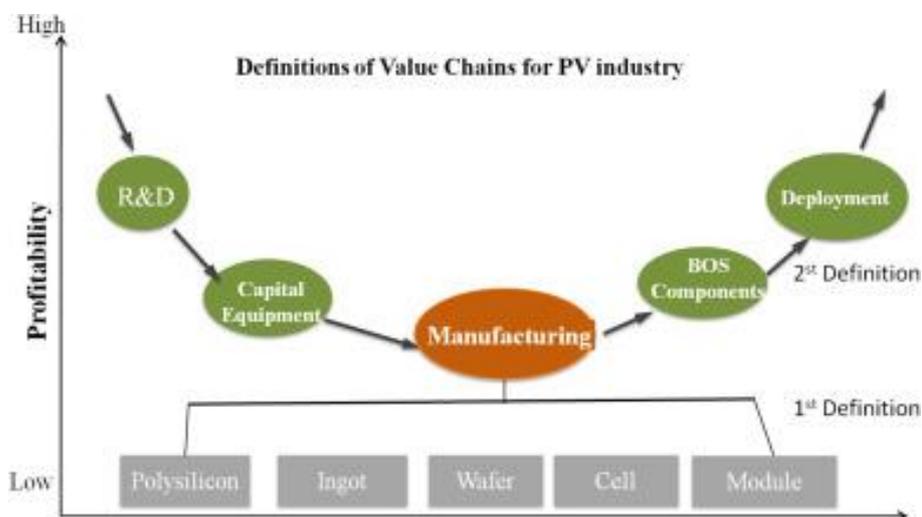
4. **Fabricação de módulos:** A fabricação de módulos é dividida em quatro etapas, que são a fundição do silício em lingotes, cortar pastilhas do bloco de lingote, tornar a pastilha uma célula e soldá-las, transformando-as em módulos.

5. **Balance of System Components (BoS):** Incluem-se todos os outros componentes do sistema, excluindo-se aqueles que fazem parte do módulo

6. **Implantação do Módulo Fotovoltaico:** Destino final da indústria fotovoltaica, constitui na etapa em que ocorre a implantação do sistema fotovoltaico e a entrega de energia solar para os clientes.

A Figura 12 ilustra a cadeia de valor da indústria de energia solar fotovoltaica. Nela, pode-se observar claramente as etapas em que ocorre maior e menor agregação de valor. A China, que tinha suas firmas ocupando quase que exclusivamente a etapa de montagem, deseja realizar a integração vertical da cadeia. Isso significa, em outras palavras, que ela deseja estar presente nas etapas que vão desde a realização de P&D até o momento da instalação das placas, já prontas para geração de energia.

Figura 12 – Cadeia de Valor da indústria de energia solar fotovoltaica



Fonte: ZHANG, FANG & GALLAGHER, KELLY (2016).

Neste primeiro capítulo foram apresentados os fundamentos teóricos que darão suporte ao desenvolvimento desta dissertação, que constituem as CGV e os SNI. As abordagens, apesar de terem seu centro de análise diferentes, complementam-se para que seja possível analisar apropriadamente a estratégia utilizada pela China. Nesse sentido, foi descrito como se dá a distribuição da Cadeia de Valor da indústria fotovoltaica no país, enfatizando a rápida ascensão e consolidação chinesa neste segmento, como líder mundial na última década. Sua inserção nas CGV, conjuntamente com o desenvolvimento de suas capacitações internas, foi fundamental para seu desenvolvimento acelerado. A seguir, serão descritos os principais planos e políticas levados a cabo pelo governo chinês para consolidar esta indústria e buscar levá-la a uma posição de liderança não só na etapa de produção, mas nas demais etapas que envolvem maior valor agregado.

## **2 PLANOS E POLÍTICAS DE INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NA CHINA**

A ideia de que as firmas não inovam sozinhas, mas precisam cooperar com outras entidades que estão fora dos limites das mesmas, está presente no arcabouço conceitual neoschumpeteriano dos SNI. Além disso, este traz a noção de que o Estado tem um papel de destaque na atuação direta e indireta no estabelecimento e modernização do sistema de inovação de um país. Sua participação é feita especialmente por meio de planos, políticas e programas que tenham este objetivo, pois é através deste instrumento que ocorre o estabelecimento das instituições públicas que possam atuar diretamente no desenvolvimento deste setor ou indiretamente através de incentivos que facilitem a participação das empresas privadas.

Existem diferentes conceitos de políticas públicas, como pode ser observado a partir do debate realizado por Yu (2016), mas o que melhor sintetiza esta noção é a de que elas constituem um ato de grande impacto do governo, que objetiva se dirigir a uma questão de relevância pública específica, podendo ser para um tempo presente ou futuro. Vale ressaltar que pode ser relativo a qualquer esfera (nacional, regional, municipal, provincial, dentre outros).

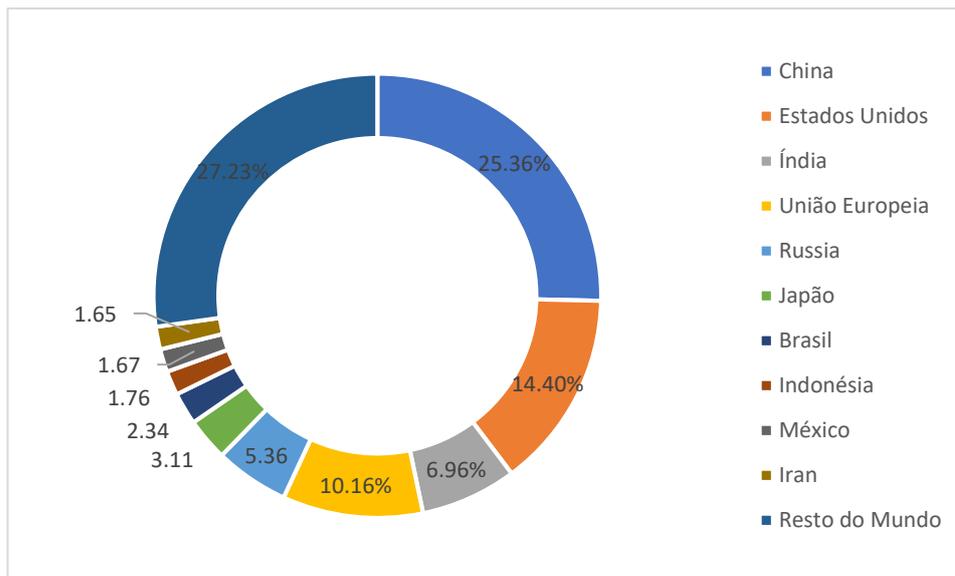
Na China, observa-se que diversos planos e políticas foram levados a cabo pelo governo para incentivar o desenvolvimento de tecnologias renováveis e ainda especificamente o de energia solar fotovoltaica. Nesse sentido, pode-se observar que a estratégia chinesa possui dois elementos fundamentais, orientados para o objetivo de promover o país a categoria de nação inovativa, impulsionando, conseqüentemente, seu desenvolvimento. O primeiro consiste na sua capacidade de produzir tecnologia autóctone, conferindo-lhe maior poder e autonomia. O segundo, a conformação de firmas líderes, que através do controle de mais marcas, faria com que o país pudesse manipular e definir padrões técnicos do segmento em questão. Dessa forma, a articulação entre Pesquisa & Desenvolvimento e a política industrial, somada a grande capacidade de o país gerar demanda (destacam-se as compras governamentais), contribuem o sucesso desta estratégia.

A inovação autóctone foi um conceito que se popularizou com o Programa Nacional de Médio e Longo Prazo para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (estabelecido em 2006) e visava primordialmente transformar a China em uma sociedade inovativa. O Ministro da Ciência e Tecnologia em Cooperação com a Comissão Chinesa para o Desenvolvimento Nacional e Reforma publicou um documento em que considera ser produtos que são inovação autóctone aqueles que combinam os seguintes atributos: que contenham propriedade intelectual produzida domesticamente (empresas nacionais que detêm controle da marca), desenvolvido por empresas nacionais e que apresente um salto tecnológico em comparação às tecnologias já conhecidas. Tal processo pode ser completamente original, combinado entre tecnologias já existentes e tecnologias completamente novas ou através do aprimoramento de tecnologias importadas (BICHLER & SCHMIDKONZ, 2012; CASSIOLATO, 2015; OECD, 2008).

A China esteve tradicionalmente presente na indústria de energia solar fotovoltaica como uma simples fabricante de placas (sem produzir os componentes de maior valor agregado, apenas importando eles e realizando sua montagem). Contudo, o movimento que pode ser visualizado atualmente é o de que ela tenta implantar planos e políticas de incentivo para superar essa condição. Sun (2016) descreve que o cenário da energia solar fotovoltaica no país é de maciços investimentos realizados domesticamente para desenvolver tecnologicamente o segmento em questão. Parte deste comportamento teria sido resultado da pressão do cenário global, em que existe uma grande expectativa de que as tecnologias desenvolvidas possam substituir a matriz energética atual, baseada em combustíveis fósseis. Outro fator de incentivo pode ser creditado aos esforços do governo em otimizar os gastos que

realiza em P&D, para atingir o objetivo de desenvolvimento das capacitações tecnológicas. Tais investimentos são realizados tanto pelo setor público, quanto pelo setor privado em certos setores considerados cruciais para o mercado, especialmente no que diz respeito à eficiência em conversão de energia.

Figura 13 – Maiores emissores de gases poluentes no mundo (2015).



Fonte: World Resources Institute (2015). Adaptado.

Sendo a China o país que mais emite gases poluentes no mundo, como ilustra a Figura 13, as questões ambientais sempre estiveram presentes como um dos grandes dilemas enfrentados pelo governo. Dada a magnitude da degradação ambiental observada no país, com efeitos negativos não só para sua população, mas também para o resto do mundo, existe uma enorme pressão por parte da comunidade internacional para que haja tanto a mitigação dos impactos ambientais já existentes, quanto a substituição da matriz energética atual, por uma baseada em renováveis.

De acordo com a análise observada em CSTEP (2015), fica muito claro que o governo chinês sempre apoiou o desenvolvimento de uma indústria capaz de liderar o comércio internacional. Em 1999 o Ministério da Ciência e Tecnologia já havia apresentado um programa em que estimulava a inovação *autóctone* por meio de pequenas firmas de energia solar capazes de fabricar produtos com elevado conteúdo tecnológico. Foi concedido um aporte de quase U\$ 3 bilhões para auxiliá-las, além de as províncias concederem diversos

tipos de isenção e benefícios para atrai-las em seu território. Além disso, as políticas implementadas no país, tinham como pauta de destino: reembolso de taxas de eletricidade, um fundo de inovação para firmas pequenas e altamente inovativas, empréstimos garantidos em órgãos ligados ao governo ou pelo próprio governo e empréstimos e facilidades de crédito garantidos por bancos públicos. Assim, fica evidente que o governo percebe a grande importância da estrutura científica, pois é ela que dá suporte para a melhoria da capacitação de mão-de-obra, possibilitando o desenvolvimento de inovações autóctones e sua disseminação de forma otimizada.

O governo central chinês é o grande responsável pela forma como é estabelecida a agenda de pesquisa no país. Inicialmente houve uma intensa colaboração entre a China e os tradicionais países detentores da tecnologia solar fotovoltaica do ocidente, pois o objetivo era fundamentalmente produzir as placas em larga escala (tornando-a comercialmente viável). Atualmente, a estrutura de pesquisa através dos planos e políticas estabelecidos pelo governo são elaborados para que o país ultrapasse essa etapa e se torne uma nação produtora de tecnologias autóctones. Para isso, investe maciçamente em P&D e na conformação de um sistema de inovação que seja favorável ao desenvolvimento de tecnologia autóctone no segmento em análise.

## 2.1 PRINCIPAIS ATORES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO CHINÊS

O governo chinês conta com uma arquitetura institucional governamental complexa que dá suporte à estrutura de incentivo à Pesquisa e Desenvolvimento. Além daqueles planos que têm como objetivo a conformação de uma infraestrutura favorável, existem aqueles que objetivam o desenvolvimento de tecnologias renováveis e ainda outros que objetivam o desenvolvimento específico da tecnologia solar fotovoltaica.



Administração Nacional de Energia, órgão central na elaboração e implantação de políticas energéticas do país. No que tange ao segmento de energia solar é responsável pela formulação da política de subsídios e a regulamentação para distribuição de energia solar através de redes elétricas. Complementarmente ainda financia diretamente projetos que invistam no desenvolvimento de tecnologias que possam otimizar a sua conexão com uma rede de distribuição.

### **2.1.2 Ministério da Ciência e Tecnologia**

É o órgão de maior importância na China quanto a formulação de diretrizes em relação a políticas de Ciência e Tecnologia (C&T). É também o órgão que define as características gerais do P&D chinês. Ele é o responsável por editar os planos quinquenais específicos (subordinados ao plano maior), por determinar a visão nacional sobre C&T e pela elaboração de planos e políticas estratégicas que possam consolidar essa visão. No ano de 2014 houve uma reforma no ministério, com o objetivo de melhorar a eficiência da alocação de recursos investidos no desenvolvimento de novas tecnologias, incluindo a de energia solar. Para este segmento, o governo reformulou e desmembrou os principais programas de pesquisa que mantêm, de modo a melhor adaptar e adequar o desenvolvimento da produção e comercialização. Além disso, passou a direcionar mais recursos para a pesquisa básica.

Com a reforma, o ministério passaria de executor a apenas planejador de pesquisas, selecionando instituições externas de consultoria para executá-las. Na formatação anterior, muitas vezes os consultores se viam impelidos a decidir entre outros projetos e seus próprios, pois frequentemente eles mesmos submetiam pedidos de financiamento. Por esse motivo, contratar consultores externos, ao menos teoricamente, garantiria imparcialidade nesse processo.

### **2.1.3 Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação**

Esse órgão tem como objetivo promover a indústria nacional. Para o segmento de energia solar fotovoltaica, responsabiliza-se pela elaboração de políticas de promoção e desenvolvimento industrial, P&D, fabricação e estímulo às exportações. Ele procura promover a consolidação da indústria de energia solar, bem como definir os padrões que precisam ser atendidos pelas empresas baseadas na China para serem elegíveis à obtenção de financiamentos e linhas de crédito. Também conduz estudos periódicos sobre a indústria de energia solar.

### **2.1.4 Ministério das Finanças**

Administra os incentivos financeiros, especialmente por meio da isenção de impostos e concessão de subsídios garantidos pelo governo central. A isenção de impostos pode ser tanto doméstica, quanto de importação. Para o segmento de energia solar fotovoltaica, por exemplo, o governo concedeu isenção de impostos para 13 categorias de componentes necessários à fabricação das placas. Inicialmente ambas as categorias de impostos foram isentas, mas na última extensão deste benefício, que aconteceu entre 2011 e 2015, eram isentos apenas os impostos dos componentes que fossem adquiridos de firmas nacionais (BALL, et. al., 2017).

### **2.1.5 Ministério da Educação**

Atualmente tem a função de supervisionar as universidades, que são considerados importantes atores dentro do sistema de inovação chinês. No passado tinha outras atribuições, como a supervisão de laboratórios e centros de pesquisa, mas houve uma modificação para que o ministério da ciência e tecnologia passasse a se responsabilizar por eles, com o objetivo de otimizar a administração dos mesmos.

## 2.2 PLANOS QUINQUENAIS

O plano quinquenal para o desenvolvimento econômico e social constitui o principal documento que serve de guia para a implementação de uma visão ampla de como o governo pretende conduzir suas ações no país. Além deles, existem os planos quinquenais específicos para aqueles segmentos que o governo deseja conferir maior atenção, dentre os quais o de energia solar.

A primeira vez em que houve uma maior referência de maior destaque ao desenvolvimento de tecnologias para a geração de energia renovável foi feito no 10º Plano Quinquenal (2001-2005) e a partir de então, houve um aumento progressivo dos recursos direcionados para a energia solar fotovoltaica. Inicialmente o que se incentivava era o aperfeiçoamento das tecnologias produzidas no exterior e o aprendizado das mesmas para que a China pudesse reduzir o *gap* tecnológico entre ela e os tradicionais centros produtores de tecnologia, especialmente Alemanha e Estados Unidos. Contudo, os planos mais recentes mostram que houve uma gradativa mudança nesta visão, pois o objetivo, atualmente, é o de desenvolver uma indústria nacional, capaz de produzir tecnologias autóctones que sejam tão eficientes ou melhores que as produzidas no exterior.

Ao desenvolver planos quinquenais que tratem em seu conteúdo sobre o desenvolvimento da indústria de energia solar fotovoltaica, além dos planos de desenvolvimento específico, o governo destaca que coloca este segmento em um patamar de importância mais elevado. O Ministério da Ciência e Tecnologia é o órgão de maior participação no desenvolvimento e implementação desses planos e programas, buscando desenvolver plenamente a totalidade da cadeia de valor desse segmento dentro do país. Dessa forma, observa-se que o objetivo fundamental chinês é promover uma estratégia de integralização vertical, dominando tanto mais etapas quanto forem possíveis da mesma. Segundo Ball *et. al.* (2017), este Ministério também possui vários programas em andamento em matéria de otimização da conversão em energia nos diferentes materiais semicondutores utilizados na fabricação de placas. Se por um lado o governo detém a maior parte das pesquisas que ainda estão em desenvolvimento; por outro, as empresas privadas concentram os seus recursos em P&D nas tecnologias já consolidadas e amplamente comercializadas, notadamente o silício policristalino e multicristalino.

Outro ponto de concentração de recursos por parte do governo está localizado em áreas consideradas fundamentais para que as indústrias domésticas possam reduzir ainda mais seus custos de produção. Máquinas e equipamentos necessários para a fabricação de placas e outros componentes, as etapas de distribuição, instalação e integração nas redes elétricas também fazem parte da agenda de pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia.

A Tabela 1 resume a forma como a energia solar era abordada pelos planos quinquenais desde que o governo central passou a conferir atenção ao desenvolvimento de tecnologias de geração de energias renováveis, especificamente ao de energia solar fotovoltaica.

Tabela 1 – Planos Quinquenais em matéria de energia solar

Plano	Descrição
<b>10º Plano Quinquenal (2001-2005)</b>	<p>Primeira vez em que houve a menção de esforços direcionados no segmento de energias renováveis. A indústria doméstica era inexistente e mesmo a indústria global operava em escala muito reduzida. O 10º Plano quinquenal para as energias novas e renováveis teve como objetivo melhorar a produção de células e placas fotovoltaicas. Para tanto, indicava a necessidade de investimentos em inovação tecnológica no segmento. O objetivo do plano pode ser considerado um sucesso, pois a capacidade produtiva de células foi superada em mais de 30 vezes o estabelecido inicialmente.</p>
<b>11º Plano Quinquenal (2006-2010)</b>	<p>Este plano dava ênfase ao aumento na capacidade produtiva e a um melhor P&amp;D. Também tinha como meta a produção de componentes essenciais à fabricação da placa, especialmente o silício, para que ela pudesse dominar a cadeia produtiva por completo. Além disso, desejava melhorar a transmissão de energia das instalações solares que estavam localizadas em grandes fazendas no interior da China para a rede elétrica. Neste plano, ficava claro que o interesse do país neste segmento não era apenas de produzir uma fonte alternativa de energia, mas de alcançar a liderança tecnológica. Os objetivos do plano foram alcançados, sendo o maior exemplo disso o grande aumento da produção de silício. Enquanto em 2005 apenas 10% era produzido domesticamente, em 2010 praticamente todo o consumo era atendido pela produção interna.</p>
<b>12º Plano Quinquenal (2011-2015)</b>	<p>Tinha como objetivo continuar melhorando o P&amp;D do país, dominar a cadeia produtiva por completo e aumentar a capacidade instalada. Continha ainda mais detalhes sobre como tal objetivo deveria ser conduzido, especialmente sobre quais tecnologias desejava dominar para cada etapa da produção. Ainda se preocupava com a eficiência em</p>

	conversão, com a melhora da escala produtiva e na melhoria da eficiência econômica.
<b>13° Plano Quinquenal (2016-2020)</b>	Mantém a posição prioritária da energia solar como fonte de energia, com o objetivo de aumentar ainda mais a capacidade instalada, reduzir os custos de produção e continuar investindo maciçamente em P&D. Além disso, coloca como meta também investir em pesquisa básica e na melhor efetividade entre as pesquisas feitas nos laboratórios e sua utilização comercial. O 13° plano quinquenal para o desenvolvimento da energia solar ainda trata especificamente de diversas metas relacionadas à eficiência em conversão e ao desenvolvimento de novas tecnologias fotovoltaicas.

Fonte: Ball *et. al.* (2017). Elaboração própria.

Observa-se com o passar dos anos que houve uma mudança gradual no que diz respeito a forma como o governo central trata o desenvolvimento tecnológico do país. O desenvolvimento de inovações autóctones, que inicialmente não era visto como uma prioridade, passa a ser almejado como uma estratégia para obter a liderança tecnológica neste segmento.

Além do tradicional plano quinquenal para o desenvolvimento econômico e social, foram elaborados conjuntamente planos quinquenais especificamente voltados para ao desenvolvimento do segmento de energias renováveis, bem como planos específicos para o desenvolvimento da indústria de energia solar fotovoltaica. Esses planos trazem metas gerais a serem cumpridas pelo país no que diz respeito ao desenvolvimento deste segmento.

No 10° Plano Quinquenal sobre a Pesquisa e Desenvolvimento de Energias Renováveis (2001-2005)<sup>4</sup>, o governo projeta que a capacidade instalada em energia solar fotovoltaica deverá ser maior que 80 MW (Megawatts). Além disso, traça como meta a produção de silício eficiente em conversão de energia em escala industrial, a um baixo custo. Para o desenvolvimento deste segmento, bem como das outras fontes de energia renovável, este plano prevê que o governo deva proporcionar auxílio financeiro, intensificar o processo de desenvolvimento industrial e ainda promover o avanço nas pesquisas e absorção sobre as

<sup>4</sup> Texto do plano disponível em:  
[http://frankhaugwitz.com/doks/general/2000\\_08\\_06\\_China\\_RE\\_10\\_Five\\_Year\\_Plan\\_MOST.pdf](http://frankhaugwitz.com/doks/general/2000_08_06_China_RE_10_Five_Year_Plan_MOST.pdf).

tecnologias em questão para viabilizar a fabricação própria dos componentes e placas de energia fotovoltaica.

À época da elaboração do 11º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento de Energia (2006-2010)<sup>5</sup>, a capacidade instalada em energia solar fotovoltaica era de 70MW. Ele enfatiza o grande potencial de desenvolvimento das fontes renováveis de energia, esperando-se igualmente a consolidação de suas respectivas indústrias. Por último, ressalta que deverão ser incentivados o aperfeiçoamento de técnicas-chave para o desenvolvimento da indústria fotovoltaica. Neste mesmo período, também entra em vigor, no ano de 2006, a Lei de Energias Renováveis<sup>6</sup>, que busca incentivar a utilização de renováveis, inclusive solar fotovoltaica. Além disso, esta pregava o desenvolvimento sustentável para a sua sociedade e para a economia chinesa através da substituição da matriz energética baseada em combustíveis fósseis, por uma baseada em energia com baixa emissão de carbono.

Durante a vigência do 12º Plano Quinquenal, pode-se destacar, além da elaboração do 12º Plano quinquenal para o desenvolvimento das energias renováveis (que continuava a objetivar a ampliação da capacidade instalada e o aperfeiçoamento da tecnologia), a implementação do 12º Plano quinquenal para o desenvolvimento da indústria de energia solar fotovoltaica (2011-2015)<sup>7</sup>. Nele, houve a revisão do que foi conquistado em termos de desenvolvimento desta indústria até o encerramento do 11º plano. Em resumo, houve drástico aumento da produção de células fotovoltaicas chinesas, que naquele momento representavam cerca de 50% da produção global. O país passou a produzir silício policristalino, fazendo com que 50% das matérias-primas utilizadas na fabricação das placas fossem produzidas no próprio país. A eficiência em conversão das células melhorou consideravelmente, chegando a 17% nas de silício policristalino (a de utilização mais popular no mundo). Além disso, a indústria local passou a ser capaz de produzir a maior parte dos equipamentos necessários para a fabricação das placas, sendo capazes de otimizar sua estratégia de integração vertical da cadeia de valor fotovoltaica. Os empreendimentos domésticos são em grande parte privados, e os dados indicam que gradualmente há melhora na qualidade tecnológica das células produzidas no país, fazendo com que a posição de liderança esteja cada vez mais próxima de alcançar todas as etapas da cadeia de valor fotovoltaica.

---

<sup>5</sup> Texto do plano disponível em: [http://fourfact.se/images/uploads/Translation\\_of\\_11th\\_5yplan.pdf](http://fourfact.se/images/uploads/Translation_of_11th_5yplan.pdf).

<sup>6</sup> Disponível em: <http://english.mofcom.gov.cn/article/policyrelease/questions/201312/20131200432160.shtml>.

<sup>7</sup> Disponível em: <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/chinas-five-year-plan-for-solar-translation.pdf>.

No 12º Plano quinquenal para o desenvolvimento da indústria fotovoltaica, o governo descreve que há uma grande margem para o desenvolvimento de fontes alternativas de energia. A fotovoltaica chama particular atenção por ser uma fonte renovável, amplamente disponível no mundo e ainda pouco explorada. Ressalta sua preocupação no que diz respeito ao aprimoramento das políticas industriais e de mercado já existentes, para que que recursos dispendidos possam ser otimizados. Além da preocupação com a dependência das exportações na venda de suas placas (devido ao panorama de crise encontrado no cenário global), expõe a disputa tarifária que o país enfrenta com Estados Unidos e a União Européia. Ele coloca como meta continuar aprimorando a eficiência em conversão de energia (chegando em pelo menos 19% nas células de silício policristalino) e prioritariamente reduzir o custo de produção das placas, para que essa tecnologia possa ser popularizada. O estímulo às *indigenous innovations, upgrading* do processo produtivo, melhoria da competitividade e a intensificação da cooperação internacional também são elementos citados ao longo do texto do plano.

No 13º Plano Quinquenal para o desenvolvimento de energias renováveis (2016-2020)<sup>8</sup>, descreve-se que durante a vigência do 12º Plano (2011-2015), houve um crescimento médio anual de 40% sobre a capacidade instalada de energia solar fotovoltaica. Além disso, o país passa a dominar 70% da fabricação global de placas, o que representa sucesso no quesito de competitividade frente aos demais países. A eficiência em conversão de energia das células de silício cristalino passa a 23%, o que mostra que os esforços em P&D têm trazido resultados a longo prazo, superando com uma ampla margem a meta traçada no 12º Plano.

Para o 13º plano, o governo continua enfatizando o objetivo do país em ser líder em inovação tecnológica no segmento de renováveis, promover o apoio ao desenvolvimento desta indústria na China, diminuir a dependência nas empresas estrangeiras e ainda resolver o problema do desperdício das energias renováveis ocasionada, dentre outros motivos, pela deficiência na transmissão e recepção para o consumo final. Este último tem sido uma questão enfrentada pelo governo chinês desde a vigência do 12º Plano quinquenal, porém, não foi possível uma solução imediata à época porque não havia previsão por parte do governo do que deveria ser feito para resolvê-lo. Ao mesmo tempo, também foram lançados o 13º Plano Quinquenal para o desenvolvimento da energia solar e o 13º plano quinquenal para o

---

<sup>8</sup> Disponível em: <<http://www.cec.org.cn/yaowenkuaidi/2016-12-20/162644.html>>.

desenvolvimento energético. A Tabela 2 sumariza as metas estabelecidas para este plano em termos de capacidade instalada.

Tabela 2 - Capacidade instalada – metas para o 13º Plano Quinquenal.

2020 Targets (installed capacity)	SEAP (2014-2020)	National 13FYP	Energy 13FYP	2015 actual levels
Wind	200GW	N/A	210-250GW	129GW
Solar	100GW	N/A	110-150GW	43GW
Hydro	350GW	N/A	340GW	320GW
Nuclear	58GW	N/A	58GW	26GW

Fonte: TIANJIE (2017).

Os dilemas que o país pautou durante a vigência do 12º plano estão mantidos neste novo plano, especialmente a popularização desta fonte de energia por meio da redução dos custos (o governo deseja reduzir pela metade o custo de geração de energia fotovoltaica). Além disso, incentivam a disseminação desta tecnologia por regiões agrícolas do país e continuam a estimular a conformação de firmas líderes, que desenvolvam elevados padrões tecnológicos neste segmento.

### 2.3 PRINCIPAIS PROGRAMAS DE INCENTIVO À PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O senso comum sobre como ocorre a dinâmica da inovação no mundo forma uma crença de que os países ocidentais e desenvolvidos (no caso deste segmento, especialmente Estados Unidos e Alemanha) são aqueles que produzem as inovações de maior impacto tecnológico. Ao contrário, a China estaria colocada como aquela que produz apenas inovações marginais, focada na fabricação em massa de painéis fotovoltaicos, reduzindo ao máximo seus custos. Contudo, Ball *et. al.* (2017) nos ensinam que existem indícios que apontam que o país atualmente passa por um ponto de inflexão em sua história, ao seguir um direcionamento contrário. Observar os avanços obtidos pelas indústrias chinesas quanto ao grau de eficiência em conversão (um parâmetro de medida tecnológica muito importante), após terem se

beneficiado dos programas de incentivo ofertados pelo governo, comprova, em alguma medida, que o país tem concentrado esforços no sentido de ser uma nação inovativa.

Apesar dos indícios positivos, a indústria de energia solar fotovoltaica na China ainda necessita de uma série de avanços para que o país possa ser considerado inovativo neste segmento. Porém, observa-se que existe um grande esforço governamental através da utilização de instrumentos que podem auxiliar esse processo. Dada a dificuldade inicial de tornar este empreendimento atrativo à iniciativa privada, a atuação do Estado é necessária para que tal fato possa ser superado. Políticas de financiamento às diversas atividades que incluem a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), concessão de subsídios, isenção de impostos e compras favorecidas pelo governo constituem as principais formas de incentivo para o seu desenvolvimento.

Os programas que incentivaram a pesquisa básica no país, bem como a sofisticação do P&D, podem ser considerados um importante ponto de partida para que fosse possível a construção de uma capacidade produtiva constituída por componentes que contivessem tecnologia desenvolvida em seu próprio território. Com isso, seria possível o domínio tecnológico de mais etapas da cadeia de valor, conseqüentemente exercendo maior poder no comércio mundial de produtos ligados à geração de energia fotovoltaica. A seguir, serão listados os principais programas existentes nesta matéria e sua correlação com a evolução deste segmento.

A Fundação Nacional de Ciência Natural da China é uma instituição pública que está diretamente subordinada ao conselho de estado, que também é o responsável pelo seu financiamento e pela sua administração. De acordo com artigo 4 de sua constituição<sup>9</sup>, ela deve ter como meta procurar dar apoio à pesquisa básica, encorajar a livre pesquisa, exercer um papel de guia, identificar e cultivar talentos científicos e tecnológicos e ainda promover a ação coordenada entre o desenvolvimento científico e tecnológico, e também entre o desenvolvimento econômico e social. Além de fornecer fundos para a realização de pesquisa básica em células de silício e telureto de cádmio para empresas chinesas, também fornece aporte em cooperação com outros países (BALL *et. al.*, 2017). Atualmente continua fornecendo recursos para pesquisas que apoiem o desenvolvimento de pesquisas em energias renováveis, especialmente em máquinas e equipamentos indispensáveis para a fabricação dos

---

<sup>9</sup> Disponível em: <<http://www.nsf.gov.cn/publish/portal1/tab282/info24540.htm>>.

componentes, dentre eles os necessários para a montagem da placa fotovoltaica. (ZHOU, *et. al.*, 2015; LI, 2016).

Segundo o site do próprio Ministério da Ciência e Tecnologia da China, o Programa de Pesquisa Nacional Básica 863 (denominado desta forma porque foi fundado em março de 1986) foi coordenado por quatro cientistas (Wang Daheng, Wang Ganchang, Yang Jiachi e Chen Fangyun) que propuseram que o país criasse bases para um desenvolvimento tecnológico acelerado. Corroborando com a visão estratégica de seu líder naquele momento, Deng Xiaoping aprovou pessoalmente o estabelecimento do programa. O objetivo fundamental deste é o de acelerar o desenvolvimento tecnológico de indústrias-chave no país, constituindo um de seus principais pontos principais conseguir alcançar grandes descobertas em tecnologias relacionadas a energias renováveis, gerando externalidades positivas para sua sociedade<sup>10</sup>. Para o segmento de energia fotovoltaica, investiu prioritariamente em tecnologias que estavam próximas atingirem patamar de comercialização.

O Projeto de Pesquisa 973 (que recebeu esta denominação por ter sido fundado em março de 1997), destina seus recursos principalmente para o apoio à pesquisa básica, que tenham o intuito de cumprir os objetivos prioritários do país, estabelecidos no Plano Quinquenal. Tais objetivos, dentre os quais se encontra atender aos anseios de desenvolvimento sustentável de sua sociedade e da comunidade internacional, constitui um dos grandes desafios desse século<sup>11</sup>. De acordo com Campbell (2014), este programa também forneceu aporte para pesquisas tanto na produção em massa de tecnologias já existentes, quanto para pesquisas no desenvolvimento de novas tecnologias de novos semicondutores, como o silício amorfo e o “silício preto”.

Por sua vez, o Programa “China Torch” tem como pilar de sua missão o desenvolvimento de inovação tecnológica de modo a estimular o desenvolvimento sustentável de sua economia e do meio ambiente. Foi fundado em 1988, tendo como objetivo incentivar o estabelecimento de indústrias com melhor grau de desenvolvimento tecnológico e capazes de produzir inovações. Também desenvolveu projetos para que a transferência de tecnologia fosse facilitada aos chineses. Entre as áreas-chave de alcance desse projeto, estão o desenvolvimento de novas fontes de energia e melhora na eficiência e proteção ambiental<sup>12</sup>.

<sup>10</sup> Disponível em: <<http://www.most.gov.cn/eng/programmes1/index.htm>>.

<sup>11</sup> Disponível em: <[http://www.most.gov.cn/eng/programmes1/200610/t20061009\\_36223.htm](http://www.most.gov.cn/eng/programmes1/200610/t20061009_36223.htm)>.

<sup>12</sup> Disponível em: <<http://ie.china-embassy.org/eng/ScienceTech/ScienceandTechnologyDevelopmentProgrammes/t112843.htm>>.

Este programa pode ser considerado um dos mais bem-sucedidos no país, pois foi o que mais conseguiu impulsionar o surgimento das “*indigenous innovations*”.

O programa “*Thousand Talent*” foi criado no final do ano de 2008 e tinha como objetivo repatriar cientistas que foram obter sua educação no exterior. Priorizava o recrutamento de profissionais com ampla experiência no segmento que trabalhavam, incluindo a de energia solar fotovoltaica<sup>13</sup>. A criação e aprimoramento de tecnologias para um patamar mais elevado, reduzindo o distanciamento com os tradicionais centros tecnológicos do Ocidente, pode ser considerado uma meta a ser alcançada para que ela consiga quebrar o paradigma de que é uma nação que não produz inovações, uma mera montadora. Vários profissionais que trabalharam para o desenvolvimento de melhores índices de conversão em energia nos diferentes tipos de semicondutores foram recrutados dessa maneira, como será descrito no próximo capítulo.

A Tabela 3 sintetiza o conteúdo principal destes e de outros programas relevantes de incentivo ao P&D em energia solar na China que tiveram destaque dentro do país. Elas fundamentalmente financiam atividades que incentivem o desenvolvimento de novas tecnologias e a melhora daquelas já existentes. Após as reformas, elas também passaram a financiar atividades relacionadas à pesquisa básica, com o objetivo de tornar o país uma nação inovativa no segmento de energia solar fotovoltaica.

Tabela 3 – Principais programas de incentivo ao P&D em energia solar na China

<b>PROGRAMAS DE INCENTIVO AO P&amp;D</b>	
<b>Programa</b>	<b>Conteúdo Principal</b>
<b>Fundação Nacional de Ciência Natural da China</b>	Financia a pesquisa básica no país realizada em institutos de pesquisa e nas universidades. Em 2000 foi fundada a pesquisa sobre os dois principais tipos de tecnologia solar fotovoltaica: silício policristalino e telureto de cádmio. Nos anos seguintes expandiu continuamente suas pesquisas de modo a abranger uma gama maior de tecnologias, como as tecnologias de películas finas e até mesmo as emergentes (ainda sem viabilidade comercial).

<sup>13</sup> Disponível em: <<http://www.1000plan.org/en/>>

<p><b>Programa de Pesquisa Nacional Básica (973)</b></p>	<p>Fundado em março de 1997, esse programa objetiva dar apoio à programas de pesquisa básica no país que afetem significativamente a economia nacional. Inicialmente financiou o desenvolvimento do silício amorfo e posteriormente as pesquisas sobre o "silício preto".</p>
<p><b>Programa Nacional de P&amp;D em alta tecnologia (863)</b></p>	<p>Tem o objetivo de financiar tecnologias cujas pesquisas que já estão em um estágio mais avançado. A partir do 11º plano quinquenal o governo passou a oficialmente incentivar parcerias entre as universidades e as empresas privadas, para que as pesquisas saíssem dos laboratórios e se tornassem comercialmente viáveis.</p>
<p><b>Programas Laboratório Chave Estatal e Centro de Pesquisa de Engenharia e Tecnologia Estatal</b></p>	<p>Disponibiliza recursos para o financiamento de um período que normalmente é de 5 anos para segmentos que se mostrarem com grande capacidade de desenvolvimento tecnológico.</p>
<p><b>Programa nacional de ciência e infraestrutura tecnológica</b></p>	<p>Objetiva financiar projetos que fabriquem e comercializem tecnologias relativas a indústria solar fotovoltaica, especialmente equipamentos utilizados para fabricar as placas.</p>
<p><b>Programa "China Torch"</b></p>	<p>Dá suporte de forma secundária, como o incentivo a formação de parques industriais e a programas que visam o controle de qualidade.</p>
<p><b>Programa "Thousand Talent"</b></p>	<p>Programa que visa recrutar talentos ao redor do mundo, oferecendo a eles incentivo financeiro. Normalmente são chineses que foram obter treinamento fora do país. Atualmente destina a maior parte de seus recursos a jovens talentos, para que permanecem no país e continuem trabalhando no desenvolvimento tecnológico nacional.</p>

Fonte: Ball *et. al.* (2017). Elaboração própria.

Além dos programas de incentivo ao P&D para o desenvolvimento de novas tecnologias, a concessão de subsídios consistia num elemento de atratividade adicional para as empresas. Como os subsídios eram concedidos pela administração local ou pela administração provincial, sua quantificação e especificação é de difícil acesso. Em linhas gerais, o governo concede diferentes tipos de benefícios para finalidades diversas, como a compra de subsidiárias, o recrutamento de pessoas com experiência, desenvolvimento de infraestrutura, redução de impostos, empréstimos garantidos pelo governo, dentre outros. Os valores e condições variam de acordo com a província, o que gera uma competição entre elas, com o objetivo de atrair as empresas para seu território.

Os programas de financiamento para o desenvolvimento da indústria fotovoltaica foram estabelecidos em larga escala pelo governo. Porém, após a crise financeira de 2008, ficava ainda mais evidente a necessidade de ele auxiliar as empresas de seu país, caso desejasse dar continuidade ao crescimento das mesmas. Com a redução dos incentivos tanto na Europa, quanto nos Estados Unidos, a demanda por componentes fabricados na China diminuiu drasticamente, criando a necessidade de elaboração de uma estratégia que pudesse reduzir a dependência do país frente ao mercado internacional.

Dessa forma, a partir de 2009, Zhang & He (2013) descrevem que se iniciou uma nova estratégia de criação de demanda doméstica para amenizar os efeitos da crise vivenciada pelos principais compradores dos produtos chineses. Desta vez, o governo intensificaria seus incentivos, objetivando o aumento de demanda por parte do governo por meio do estímulo ao aumento da capacidade instalada em energia solar fotovoltaica no país. Com esse movimento, o país conseguiu superar a crise, fazendo com que sua indústria continuasse a crescer, solucionando a falta de demanda existente naquele momento, ocasionada pela crise. Na próxima seção serão detalhadas as principais políticas implantadas pelo governo que foram responsáveis por beneficiar o desenvolvimento deste segmento no país.

#### 2.4 PRINCIPAIS POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DO SEGMENTO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O desenvolvimento de um parque industrial de energia solar fotovoltaica constitui um sistema complexo, pois além do suporte que deve ser dado pelo governo à conformação de uma infraestrutura favorável ao desenvolvimento do mesmo e das capacitações domésticas necessárias a isso, o investimento deve ser atrativo também para a iniciativa privada. Assim, enquanto o custo de produção da energia solar fotovoltaica não for rentável em comparação com as tradicionais fontes de energia, a atuação do governo é essencial para fazer com que as empresas privadas continuem a realizar investimentos.

Hongwei, Kai & Zhang (2015) descrevem que as políticas formuladas entre 2006 e 2008 incentivavam o desenvolvimento de tecnologias relativas a energias renováveis, especialmente através da alocação de recursos e da aquisição de tecnologia. Entre 2007 e 2011, houve a necessidade de reduzir a dependência que o país tinha com o mercado externo, especialmente após ele ter experimentado uma grande oscilação no preço e na oferta do silício, fazendo com que as políticas desse período focassem na resolução dessa questão. Em 2012, a China passa a se preocupar com uma possível superprodução e a excessiva dependência das exportações por parte da sua indústria. Dessa forma, ela adota como estratégia a expansão da demanda doméstica. Ainda segundo a análise dos autores, as políticas editadas pelo governo eram essencialmente de cinco tipos: subsídios fiscais, subsídio de preços, apoio a pesquisa e desenvolvimento, defesa do comércio e regulamentação à entrada no mercado.

Os programas “*Brightness*” e “*Township electrification*” podem ser considerados como uma das primeiras iniciativas de criação e expansão da indústria fotovoltaica coordenadas pelo governo central. O primeiro, formulado e implementado em 1996, tinha como objetivo levar energia fotovoltaica e eólica para regiões remotas da China, que não tinham acesso à eletricidade. O segundo, implementado no ano de 2002, tinha um objetivo semelhante de levar energia a municípios que não tinham acesso à eletricidade. Segundo Zhang e He (2013), para este segundo programa, foram inicialmente selecionados 1065 municípios, dos quais 688 receberiam instalações de energia fotovoltaica e os restantes receberiam energia eólica. Esta foi a primeira vez em que o governo utilizou plantas de energia renovável autônomas para solucionar problemas de eletrificação no país. Dada a grande demanda do governo pela compra e instalação de painéis solares, estes projetos impulsionaram o desenvolvimento acelerado deste segmento à época de sua implantação. Vale destacar que a demanda do governo é um instrumento determinante para o sucesso da estratégia chinesa neste segmento.

A Lei de Energias Renováveis foi promulgada em 2005 e entrou em vigor efetivamente no ano início do ano de 2006 (houve uma emenda em 2009). Ela foi o primeiro mecanismo institucionalizado criado pelo governo chinês para promover o desenvolvimento de fontes de energia renováveis no país. Após isso, houve a criação de uma série de políticas de incentivo ao desenvolvimento de fontes alternativas de energia. Existem cinco principais pilares estabelecidos por essa lei quanto ao desenvolvimento do segmento de renováveis:

“(1) national targets for the development of renewable energy, which signifies that the government ensures a certain market scale and is crucial in directing investment; (2) a mandatory connection and purchase policy, by which grid companies are required to sign an agreement with renewable electricity generators in their jurisdiction to purchase all of the electricity generated from the generators, and provide grid connection services; (3) an on-grid electricity price for renewables, akin to a national feed-in tariff system, which pays renewable electricity generators a fixed, additional amount for each kilo-watt hour of electricity generated, above the wholesale electricity price for desulfurized coal-fired power; and (4) cost sharing mechanism—the cost of renewable energy generation and grid connection is divided amongst utilities and electricity end users, which is supported by a surcharge on electricity sales; (5) The Renewable Energy Development Special Fund, which offers additional financial support for activities such as science and technology research for renewables, standard setting, pilot projects, rural utilization of renewables, and the renewable resource assessments” (ZHANG & HE, 2013. p. 396).

No ano seguinte, em 2007, houve o lançamento do Plano de médio e longo prazo para o desenvolvimento de energias renováveis<sup>14</sup>. Ele foi lançado com o objetivo de promover o desenvolvimento de energias renováveis, bem como mitigar os efeitos da mudança climática e ainda buscar o desenvolvimento e o crescimento econômico sem quebrar os preceitos da sustentabilidade. Ele descreve a energia solar como sendo uma das fontes de energia renovável mais promissoras do país, ressaltando a intensidade das radiações solares em determinadas regiões como um elemento estratégico a ser utilizado a favor de seu desenvolvimento. Descreveu a existência de avanços na implantação de painéis solares e ainda o seu desejo de modificar sua matriz energética (até hoje amplamente baseada em combustíveis fósseis) e ainda continuar incentivando o desenvolvimento desta indústria. Já previa como objetivo o estabelecimento de padrões de instalação dos sistemas solares, item que atualmente ainda preocupa a agenda do governo como ponto a ser melhorado.

Com o passar dos anos, e da melhora da capacidade competitiva das empresas, o objetivo do governo agora era o de reduzir a dependência que as empresas nacionais tinham em relação ao comércio internacional. Para cumprir com esse objetivo, ele passaria a

---

<sup>14</sup> Texto do plano disponível em: <[http://www.martinot.info/China\\_RE\\_Plan\\_to\\_2020\\_Sep-2007.pdf](http://www.martinot.info/China_RE_Plan_to_2020_Sep-2007.pdf)>.

incentivar programas que buscassem melhorar o seu mercado doméstico. Dentre os programas lançados, dois merecem destaque.

O “*Rooftop Subsidy Program*” foi um programa anunciado pelo governo no ano de 2009, que tinha como escopo a concessão de subsídios na casa de 15 a 20 RMB/W, dependendo do tipo de instalação (sistema de telhado ou integrada em edifícios). Além disso, o programa concedia 50% de subsídios sobre o preço de licitação de componentes fundamentais necessários à construção do sistema escolhido.

Em meados do mesmo ano de 2009, o governo ainda anunciou um segundo programa de subsídios de proporções nacionais, o “*Golden Sun Demonstration Program*”. Tinha como objetivos básicos melhorar a tecnologia utilizada pela indústria fotovoltaica, melhorar a escala de produção, realizar compras das indústrias fotovoltaicas nacionais para auxiliar seu desenvolvimento e ainda ajudar a melhorar a matriz energética do país para uma menos dependente em combustíveis fósseis. Ele se utilizava basicamente de políticas de subsídios fiscais e suporte à inovação. Concedia cerca de 50% de subsídios dos custos totais para redes elétricas integradas e 70% para redes não integradas. Ainda englobava recursos que eram destinados a acelerar a industrialização e ainda aumentar a escala de geração de energia. Como poderá ser observado mais adiante, várias empresas se beneficiaram deste projeto em suas etapas iniciais de desenvolvimento devido à demanda criada pelo governo (BALL, *et. al.*, 2017; ZHANG & HE, 2013).

A concessão de subsídios é uma temática polêmica, uma vez que é difícil encontrar um equilíbrio que possa ser considerado justo para todas as partes envolvidas. Vale lembrar que não é exclusividade da China conceder subsídios às suas empresas e aplicar regras as favoreçam. Como é possível observar na análise realizada pelo IER (2015) e por Ball (2017), mesmo os centros inovadores tradicionais, como Estados Unidos e Alemanha, estimulam o desenvolvimento de sua indústria doméstica por meio da concessão deste e de outros diferentes tipos de benefícios.

A Tabela 3 sintetiza as principais políticas descritas até o presente momento e ainda elenca algumas outras formuladas especificamente para o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica.

Tabela 4 – Principais Políticas para o desenvolvimento da indústria de energia solar fotovoltaica

<b>Política</b>	<b>Período</b>	<b>Principal Conteúdo</b>
<b>Lei de Energia Renovável</b>	Fevereiro de 2005	Dá suporte a geração em rede de novas fontes de energia, como a solar. Dá provimento ao que está relacionado a incentivo de preços e alocação de recursos. Estabelece fundos especiais para o desenvolvimento de tecnologias ligadas à energia renovável.
<b>Medidas Internas para a Administração de preços e participação de custos de energia elétrica advinda de energias renováveis</b>	Janeiro de 2006	Objetivava obter custos e lucros razoáveis para o segmento.
<b>Medidas para o controle de fundos para energias renováveis</b>	Agosto de 2006	Fundo especial que visa a aplicação e disseminação da energia solar pelo país.
<b>Plano de Médio e Longo Prazo para o desenvolvimento de energias renováveis</b>	Setembro de 2007	Objetiva aumentar a capacidade instalada em energia solar fotovoltaica e a construção de várias plantas de demonstração.
<b>11º Plano Quinquenal para o desenvolvimento de energias renováveis</b>	Março de 2008	Plano que visa desenvolver áreas-chave do segmento de energia solar, levando energia solar para áreas sem eletricidade. Também inclui incentivo ao P&D, produção de equipamentos para fabricação de placas e na conformação de um parque industrial.
<b>Implementar pareceres no aceleramento da aplicação de energia solar fotovoltaica em construções</b>	Março de 2009	Dá apoio a projetos que utilizam energia solar em edificações e implementa a iniciativa "telhado solar". Implementa políticas de incentivo fiscal e fortalece políticas de suporte em áreas de construção.
<b>Medidas internas para a administração de um fundo de subsídio fiscal para a aplicação da energia solar fotovoltaica em edificações</b>	Março de 2009	Descreve o escopo e os requerimentos necessários para a utilização do fundo de subsídio e encoraja os governos locais a implementarem políticas de apoio ao desenvolvimento da energia solar fotovoltaica
<b>Regras provisórias sobre a administração de subsídios financeiros do projeto de demonstração "Golden Sun"</b>	Julho de 2009	Especifica os objetos do projeto e os padrões requeridos para a concessão do subsídio. Aqueles listados no projeto podem conseguir 50% dos investimentos realizados em energia solar fotovoltaica na forma de subsídios. Para áreas remotas, esse percentual pode chegar a 70%.
<b>Alteração à Lei de Energias</b>	Dezembro de	O governo garante a compra favorecida de eletricidade

<b>Renováveis</b>	2009	gerada a partir de fontes renováveis.
<b>Aviso de fortalecimento sobre o projeto "Golden Sun" e a construção de um projeto de demonstração para a aplicação integrada a edificação de energia fotovoltaica</b>	Outubro de 2010	Concessão de subsídios de preços para equipamentos considerados chave aos projetos de demonstração.
<b>Requerimentos para o acesso a indústria de silício</b>	Dezembro de 2010	Especifica a condição das construções, o <i>layout</i> de produção, a escala de produção, equipamentos técnicos, consumo de energia, proteção ambiental, qualidade do produto e a responsabilidade social sobre a produção de silício.
<b>12º Plano quinquenal para a energia solar fotovoltaica</b>	Fevereiro de 2012	Determina metas para a redução nos custos de produção dos componentes e a melhora na conversão de energia tanto para o silício monocristalino, quanto para o policristalino.
<b>Circular sobre a aplicação para áreas de demonstração em grande escala de geração de energia solar fotovoltaica</b>	Setembro de 2012	Introdução governamental de subsídio de quotas para a geração de energia fotovoltaica em áreas de demonstração e implementar a padronização para as regras de concessão de subsídios.
<b>Aviso de implantação de políticas de subsídio baseado da potência de geração de energia e outros problemas correlatos</b>	Julho de 2013	Especifica e estabelece padrões para os subsídios baseados na potência.
<b>Aviso sobre a construção de áreas de demonstração de geração de energia fotovoltaica</b>	Agosto de 2013	Estabelece o esquema de implantação de áreas de demonstração de energia fotovoltaica e parques industriais.
<b>Comentários sobre os serviços financeiros de apoio ao desenvolvimento</b>	Agosto de 2013	Estabelece instituições de financiamento e investimentos locais. Também estabelece um modelo unificado de empréstimos.
<b>Guia para o suporte ao desenvolvimento da energia solar fotovoltaica e outras novas energias</b>	Agosto de 2013	Dá apoio ao desenvolvimento de novas fontes de energia através de serviços de rede elétricas conectadas e serviços de compra de energia.
<b>Solitação de opinião sobre especificações de produção da indústria fotovoltaica</b>	Setembro de 2013	Determina regras e guias para a transformação e <i>upgrading</i> da indústria.
<b>Notificação sobre a política de taxação sobre o Valor Adicionado sobre a geração de energia solar fotovoltaica</b>	Setembro de 2013	Adota a política de <i>drowback</i> (devolução) da taxa de valor adicionado (50%) para a geração de energia fotovoltaica.

<b>Circular sobre a promoção do setor bancário para o apoio ao desenvolvimento saudável da indústria fotovoltaica</b>	Outubro de 2013	Incentivo os bancos a apoiar o desenvolvimento da indústria de energia solar fotovoltaica
<b>Carta de solicitação de opinião pública ao escalonamento da construção fotovoltaica entre 2013 e 2014</b>	Outubro de 2013	Planeja o aumento da capacidade instalada.
<b>Anúncio do primeiro lote de empreendimentos complacentes</b>	Novembro de 2013	Necessário seguir um padrão de qualidade estrito. Empreendimentos excluídos da lista não podem desfrutar de créditos bancários e bônus de exportação.
<b>Política de crédito de 2014</b>	Fevereiro de 2014	Exige que bancos e instituições financeiras apoiem o desenvolvimento de indústrias consideradas estratégicas, no qual está incluso a de energia fotovoltaica.
<b>Notificação sobre a recomendação de projetos chave para a energia solar fotovoltaica em 2014</b>	Fevereiro de 2014	O ministério da indústria seleciona os projetos chave recomendados da indústria fotovoltaica. O banco de desenvolvimento da China proverá recursos financeiros para o desenvolvimento destes projetos.
<b>Anúncio do segundo lote de empreendimentos complacentes</b>	Abril de 2014	Visa aumentar o desenvolvimento e acelerar o <i>upgrading</i> da indústria.
<b>Sugestões da administração de energia nacional sobre a implementação de políticas relevantes a geração de energia fotovoltaica</b>	Abril de 2014	Promove a diversificação da indústria neste segmento e promove a expansão do mercado.

Fonte: Hongwei, Kai & Zhang (2014). Traduzido e adaptado.

De acordo com Li e Hopkins (2016), os empréstimos concedidos preferencialmente para as empresas fotovoltaicas foram muito importantes para o desenvolvimento em grande escala das mesmas. No ano de 2010, o Banco de Desenvolvimento da China disponibilizou mais de 43 bilhões de dólares em recursos para as 15 maiores empresas do país, tanto para ajudar a ultrapassar a crise que viviam em 2012, quanto para melhorar a qualidade de suas capacidades produtivas. Apesar de as empresas conseguirem esses empréstimos a um custo relativamente elevado (considerando que elas tinham outras fontes de arrecadar recursos), o maior atrativo era o grande montante que conseguiam obter com o banco. Dessa forma, ele pode ser considerado um dos principais atores que auxiliaram as empresas chinesas a atualmente ocuparem um patamar tecnológico mais elevado.

## 2.5 IMPACTO DA APLICAÇÃO DOS PLANOS E POLÍTICAS

As células de silício monocristalino e policristalino são os semicondutores mais populares utilizados na fabricação de painéis fotovoltaicos em todo o mundo. As empresas chinesas, em geral, têm conseguido avançar positivamente na conversão em energia deste tipo de material. Tal fato demonstra que os diversos programas de incentivo têm conseguido reduzir o distanciamento tecnológico com os centros tradicionais e mais que isso, mostra que o país agora está presente em etapas de maior conteúdo tecnológico e agregação de valor. A Trina solar, empresa que terá sua formação detalhada mais adiante, exercerá papel de destaque nesse contexto, pois ela conseguirá avançar nas pesquisas e bater o recorde de eficiência em conversão por três anos seguidos, em 2014, 2015 e 2016<sup>15</sup>.

Outra tecnologia em que os chineses investiram recursos provenientes de seus programas é o HIT (acrônimo em inglês, *Heterojunction with Intrinsic Thin-layer*). Essa tecnologia foi inicialmente desenvolvida por uma empresa japonesa denominada Sanyo, em 1990. A pesquisa de Ball *et. al.* (2017), descreve em seus resultados que existem dois grupos que pesquisam este tipo de tecnologia no país. O primeiro deles é liderado pelo cientista Zhengxin Liu, que foi ao Japão obter o grau de doutorado e com isso chamou a atenção dos chineses pois, a partir deste momento, ele passaria a liderar diversas pesquisas nessa área. Em 2009 ele retorna ao país e é designado a repatriar pesquisadores proeminentes no segmento de energia solar fotovoltaica, por meio do *Thousand-talent program*. Após isso ficou alocado na *Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology*, que pertence à Academia Chinesa de Ciências e trabalha em colaboração com a Trina. Seu maior feito até o momento foi ter atingido a eficiência em conversão de 22% em seu laboratório, tendo a Trina conseguido 21% na linha de produção.

Ainda através da mesma pesquisa, descreve-se outro grupo que desenvolveu seus trabalhos paralelamente ao de Liu, liderado pelo cientista Wenjing Wang. Ele trabalha na *Institute of Electrical Engineering*, pertencente à mesma *Chinese Academy of Sciences*. Com ampla experiência em pesquisas relacionadas ao segmento de energia fotovoltaica, ele é convidado igualmente para realizar pesquisas na área de HIT e assim o faz por um período de quase 10 anos. Recebe o apoio do projeto 863, que financiou seus trabalhos e teve o apoio de

---

<sup>15</sup> Disponível em: <<http://www.trinasolar.com/en-glb/resources/newsroom/20161219>>.

uma empresa chinesa denominada Shanghai Chaori Solar. Não obteve o mesmo sucesso de Liu, pois atingiu uma eficiência em conversão de apenas 20,25%. Wang acumula uma série de títulos e pesquisas na área de energia fotovoltaica, tanto no desenvolvimento de tecnologia, quanto na elaboração de políticas industriais e de preços<sup>16</sup>. Atualmente ocupa a posição de vice-diretor do Departamento de Energias Renováveis da China.

A tecnologia baseada em filmes finos pode ser dividida em CIGS (Cobre-Índio-Gálio-Selênio) e Telureto de Cádmio. A CIGS é um dos novos tipos de tecnologia fotovoltaica, em que, ao contrário das tecnologias tradicionais, é formada através da união de várias camadas muito finas dos referidos materiais, constituindo uma liga semicondutora. Essa diferenciação de camadas e materiais é o que garante a alta eficiência em conversão de energia<sup>17</sup>. Dentre os vários grupos que trabalham com este tipo de tecnologia na China, destaca-se o liderado pelo cientista Xudong Xiao. Ele obteve a maior parte de sua educação nos Estados Unidos, incluindo um mestrado e um doutorado na Universidade de Berkley, nos anos de 1988 e 1992, respectivamente. Possui extensa experiência neste campo de estudo<sup>18</sup> e foi recrutado pelo *Thousand-Talent Program*, no ano de 2004. Ele desenvolveu inicialmente seus estudos na Universidade de Ciência e Tecnologia de Hong Kong e depois foi para o Instituto de Pesquisas em Energia Solar da *Shenzhen Institute of Advanced Technology*, onde consegue atingir a eficiência em conversão de 19,42%, o que ainda representa dois pontos percentuais abaixo daquilo que as empresas internacionais conseguem atingir. Outros grupos de pesquisa também foram criados, mas nenhum deles conseguiu realizar uma produção em larga escala a partir dos resultados obtidos em pesquisa dentro do laboratório. Ainda assim, como ilustra a Figura 15, houve uma redução na distância em eficiência de conversão entre as empresas chinesas e o resto do mundo desde que se iniciaram as pesquisas nessa área.

---

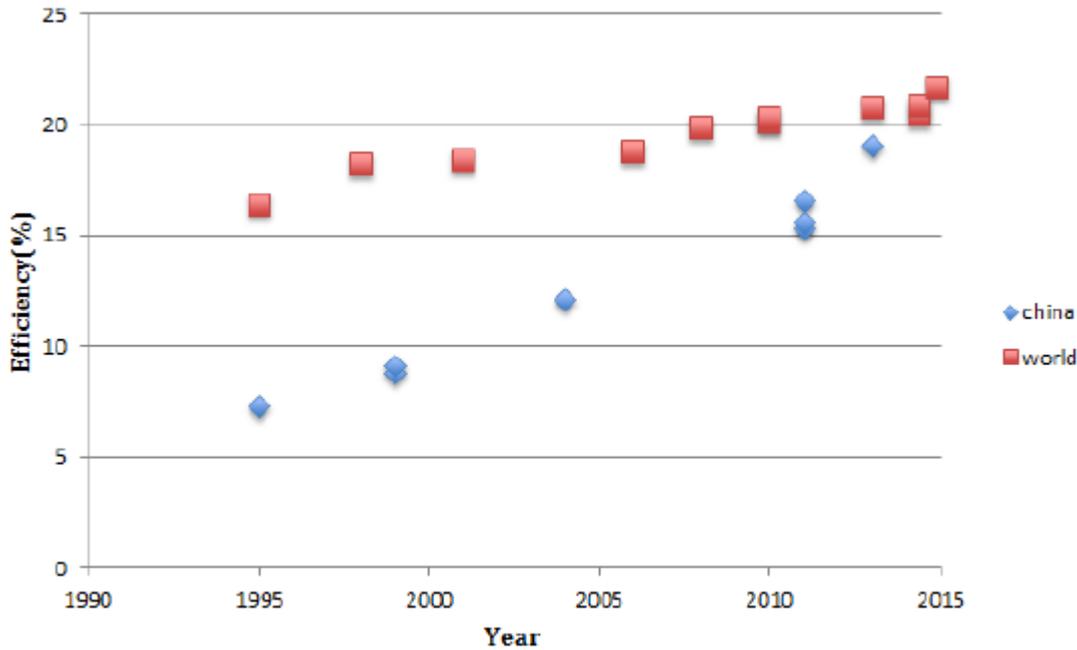
<sup>16</sup> Conforme disponível em: <[http://iee.ac.cn/expert/expert\\_en.php?ExpertID=64](http://iee.ac.cn/expert/expert_en.php?ExpertID=64)>.

<sup>17</sup> Disponível em: <<https://www.nrel.gov/pv/copper-indium-gallium-diselenide-solar-cells.html>>.

<sup>18</sup> Conforme disponível em: <

<http://www.cnr.it/SIGLA/genericdownload/CV%20Xiao.pdf?nodeRef=workspace://SpacesStore/0b6025a5-a17e-43fd-93d4-854436128a46>>

Figura 15 – Eficiência em Conversão - CIGS



Fonte: Ball *et. al.* (2017).

O Telureto de Cádmio é também um novo tipo de tecnologia fotovoltaica, baseada em filmes finos, que também é amplamente comercializado no mercado. Ela é formada de um composto de Cádmio e Telúrio, que na forma cristalina é um semicondutor bastante eficiente para a utilização em painéis solares como células semicondutoras. Existem duas grandes pesquisas sendo realizadas no país no que diz respeito a esta tecnologia, mas é aqui que a China apresenta maiores dificuldades de reduzir a distância tecnológica frente aos países que detêm as melhores marcas de eficiência em conversão, notadamente os Estados Unidos, na figura da First Solar.

Segundo Ball *et. al.* (2017), a única empresa chinesa que possui capacidade de produzir em grande escala na China é a Advanced Solar Power, que conseguiu alcançar 13% em eficiência de conversão, o que é cerca de 2% a menos que o atingido pela First Solar (uma companhia americana que tem as melhores margens de eficiência e econômicas deste setor de mercado). A Advanced Solar é uma empresa fundada pelo cientista Xuanzhi Wu, que possui ampla experiência de trabalho nos Estados Unidos, inclusive no seu Laboratório Nacional de Energias Renováveis, quando foi recrutado pelo *Hundred-Talents Program*<sup>19</sup> para retornar à China no ano de 2008. Havia um segundo grupo de pesquisa liderado por Xiangxin Liu, que estava sob o guarda-chuva do Instituto de Engenharia Elétrica da *Chinese Academy of*

<sup>19</sup> Similar ao *Thousand-talent program*, recruta grandes talentos na área no exterior. Disponível em: <[http://english.cas.cn/join\\_us/jobs/201512/t20151204\\_157107.shtml](http://english.cas.cn/join_us/jobs/201512/t20151204_157107.shtml)>.

*Science*. Liu obteve doutorado na Universidade de Toledo, que é tradicionalmente conhecida por ser um expoente nas pesquisas dessa área. Contudo, o maior grau de eficiência que sua pesquisa conseguiu alcançar foi de 14,4%, ainda inferior aos resultados obtidos pela First Solar.

Os impactos ambientais ocasionados pela obtenção de eletricidade a partir desta tecnologia é considerado por alguns um dos fatores para que o país não tenha dispendido tantos recursos nessa área. Através do que descrevem Ramos-Ruiz *et. al.* (2017), pode-se observar que o cádmio e o telúrio são metais muito tóxicos, que podem afetar a oxigenação e o equilíbrio do PH da água, gerando impactos ambientais de grandes proporções. Em contrapartida, existe outro grupo que acredita que os chineses simplesmente não conseguiram transpor a barreira tecnológica estabelecida pelos norte-americanos.

Existem outras tecnologias fotovoltaicas que ainda não são comercialmente viáveis, mas que ocupam a agenda de pesquisa dos laboratórios chineses. A tecnologia de célula solar flexível é um desses exemplos, que ainda não está pronta para comercialização, mas desperta o interesse dos pesquisadores. Isso porque, ela apresenta resultados promissores, tanto em termos de custo de produção, quanto em termos de eficiência em conversão de energia. Existem dois grupos de pesquisa de destaque no país. Um deles, liderado pelo cientista Yongfang Li, que obteve uma eficiência em conversão de 8%. Apesar de ampla experiência obtida nos Estados Unidos e no Japão tanto em termos de educação (trabalhou como pesquisador visitante no Instituto de Ciências Moleculares do Japão e na Universidade de Santa Bárbara), quanto profissional, foi este o melhor resultado alcançado por ele<sup>20</sup>.

Outros esforços nesta mesma área foram parte dos resultados da pesquisa liderada por Yong Cao. Igualmente aos outros pesquisadores em energia fotovoltaica que foram repatriados, obteve sua educação no exterior (em seu caso no Japão e nos Estados Unidos). Apesar de ter uma extensa publicação e 24 patentes registradas em seu nome, também não conseguiu obter êxito em ultrapassar as marcas de eficiência em conversão que os concorrentes não-chineses sustentavam. Atualmente trabalha na Universidade de Fundan, estando alocado na Shanghai Key Laboratory of Molecular Catalysis and Innovative Materials, situada em Shanghai, que é uma das mais antigas e prestigiadas do país.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> Disponível em: <<https://chemistry.suda.edu.cn/english/56/5b/c2029a22107/page.htm>>

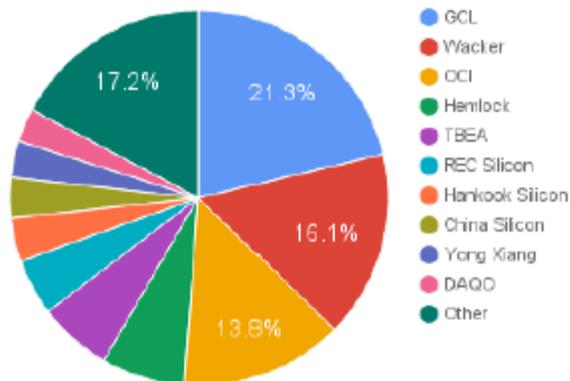
<sup>21</sup> Informações obtidas em: <[http://www.surfcatal.fudan.edu.cn/\\_upload/tpl/02/05/517/template517/yongcao.htm](http://www.surfcatal.fudan.edu.cn/_upload/tpl/02/05/517/template517/yongcao.htm)>.

As células solares *perovskita* constituem uma tecnologia que não é propriamente nova, pois existem pesquisas relacionadas a este material desde a década de 60, mas sua aplicação no segmento de energia fotovoltaica foi iniciada há menos tempo, no ano de 2009. Segundo Fernandes (2016) o que chama a atenção nela é a possibilidade de se obter baixos custos de produção à medida que avançam as pesquisas sobre ela e sobretudo avanços mais promissores nos índices de eficiência em conversão que os que foram alcançados até o presente momento, que nas células fabricadas à base de silício. Inicialmente a eficiência em conversão desta tecnologia chegava a apenas 3%, número que hoje pode ser superior a 21%. A *perovskita* é a denominação designada para a estrutura do principal material que realiza o papel de semicondutor nos painéis solares e se destaca por gerar menores contrapartidas de emissão de gases poluentes para a atmosfera durante o processo de conversão de energia solar em energia elétrica.

Na China, as pesquisas relacionadas a esta tecnologia iniciaram com uma eficiência em conversão de 4,87%. Um dos maiores problemas enfrentados pelos cientistas para torna-la economicamente viável é a manutenção da estabilidade do material semicondutor. Uma das pesquisas mais recentes diz respeito àquela conduzida pelo professor Dong Yang, da Universidade de Shaanxi. Dentro de seus experimentos laboratoriais, consegue alcançar quase 20% de eficiência em conversão (YANG, *et. al.*, 2016).

Diante dos incentivos, planos e políticas levados a cabo pelo governo, houve a ascensão de diversas firmas chinesas para a condição de maiores produtoras de componentes e fabricante de placas fotovoltaicas. O *catching-up* que o país consegue realizar, especialmente em matéria de células de silício, faz com que ela ocupe a condição de grande competidora internacional. Mesmo que a China ainda não tenha conseguido ultrapassar os índices de conversão em algumas categorias de semicondutores, as pesquisas têm evoluído no sentido de gradativa redução deste distanciamento tecnológico experimentado inicialmente. A Figura 16 ilustra as maiores produtoras de silício no mundo, dentre as quais 5 são chinesas. São elas: GCL solar energy, TBEA, China Silicon, Yonng Xiang e DAQO. Juntas, são responsáveis por 50% do silício produzido mundialmente, o que mostra o sucesso das políticas de incentivo e das metas traçadas nos planos quinquenais, que era o de reduzir a dependência deste insumo frente aos fornecedores internacionais.

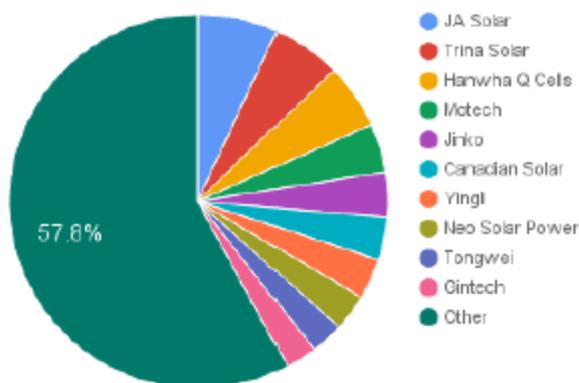
Figura 16 – 10 maiores produtores de silício no mundo (2015).



Fonte: Bloomberg New Energy Finance *apud* Ball (2017).

A Figura 17 ilustra os maiores produtores de células fotovoltaicas no mundo. Fica evidente que este setor é bastante fragmentado, consequentemente existindo uma grande concorrência dentro dele. 7 delas (com exceção da Motech, Neo Solar e Gintech), estão baseadas na China.

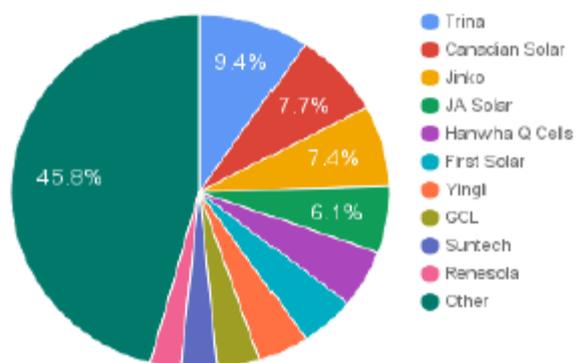
Figura 17 – 10 maiores produtores de células mundo (2015).



Fonte: Bloomberg New Energy Finance *apud* Ball (2017).

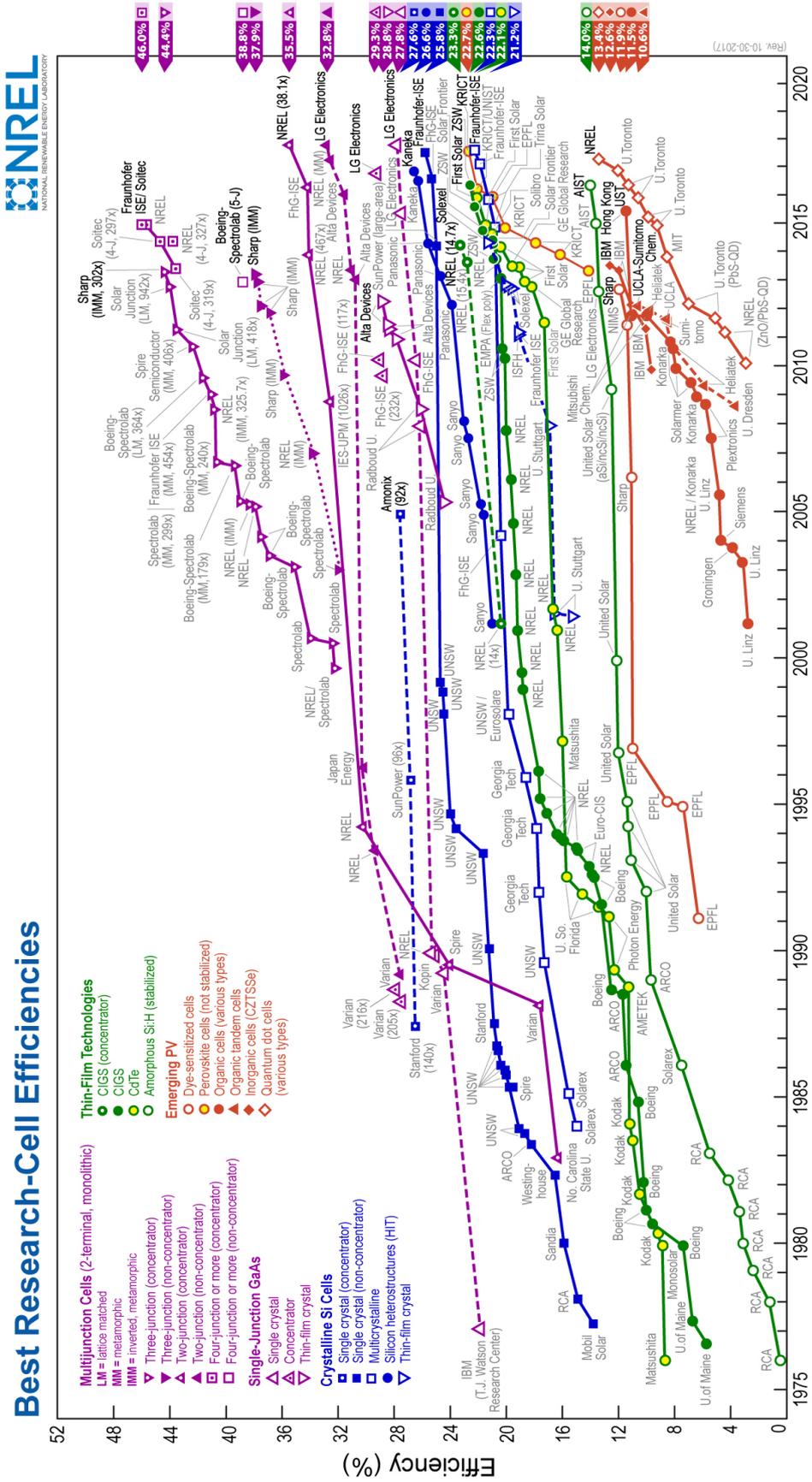
A Figura 18 ilustra os maiores produtores de módulos solares do mundo. Nesta etapa de produção, apenas a First Solar está baseada nos Estados Unidos e o restante na China. Assim, fica claro que ela tem a hegemonia na participação das suas empresas em todas as etapas de fabricação das placas de energia solar fotovoltaica.

Figura 18 – 10 maiores produtores de módulos solaresno mundo (2015).



Fonte: Bloomberg New Energy Finance *apud* Ball (2017).

Figura 19 – Eficiência em conversão de energia (2017).



Fonte: National Renewable Energy Laboratory (2017).

A Figura 19, mostra alguns resultados em relação a melhora em eficiência de conversão de energia nos mais diferentes tipos de células. Nela, pode-se perceber a presença de uma empresa chinesa como uma das líderes em conversão de energia em células de silício multicristalino, com cerca de 21,5% de eficiência. Anteriormente, não fazia parte do rol de prioridades do país incentivar as empresas baseadas em território nacional a inovarem. Contudo, tal fato apenas ilustra de forma concreta o que já vinha sendo direcionado nos planos, que é a condução de políticas que incentivem a conformação de firmas líderes (explícito no 13º Plano Quinquenal de Desenvolvimento da Energia Solar) e altamente inovativas.

O presente capítulo objetivou elencar os principais planos e políticas colocados em ação pelo governo, como forma de impulsionar o desenvolvimento da tecnologia solar fotovoltaica no país. Desde o início da intensificação dos esforços em desenvolver este segmento, que ocorreu com o advento do 10º plano quinquenal, a China deu um significativo salto qualitativo e quantitativo, estando na liderança da produção e caminha a passos largos para a liderança em todas as etapas que envolvem desde o P&D até a instalação dos sistemas solares. O objetivo desta dissertação não é o de quantificar os gastos em P&D, porém, tem-se que o país está conseguindo melhorar sua condição nas etapas que envolvem maior valor agregado.

O que foi constatado até agora é que o país conseguiu entrar definitivamente na disputa tecnológica com aqueles considerados tradicionalmente dominantes neste segmento (Estados Unidos, Alemanha e Japão), especialmente através de amplo suporte proporcionado pelo governo, que coloca este tema como central em sua agenda desenvolvimento econômico e social. Certamente ainda existem obstáculos e gaps tecnológicos a serem superados, mas o país tem exibido resultados que mostram progressos capazes de comprovar que a China passa a ser um personagem de grande impacto internacional.

A entrada chinesa no comércio internacional de placas solares impactou decisivamente na dinâmica deste mercado, uma vez que ela passa a produzir mercadorias muito mais baratas e em larga escala, em parte influenciado pelos benefícios concedidos pelo governo. Por esse motivo, iniciou-se um processo de disputa, especialmente por parte dos Estados Unidos e da União Europeia, frente à China. Ambos moveram processos contra ela, acusando-a de *dumping* e impondo pesadas barreiras tarifárias aos produtos importados deste país.

O próximo capítulo será destinado a compreender como ocorreu a formação das principais empresas chinesas do segmento de energia fotovoltaica, bem como a forma pela qual o enfrentamento entre a China e os demais países se intensificou, gerando um cenário de competição internacional. Ressalta-se que a competição na forma tarifária é apenas uma das maneiras pela qual os países materializam seus enfrentamentos, que por sua vez, têm implicações muito mais complexas e evidenciadas de outras maneiras.

Por esse motivo, complementarmente o próximo capítulo também irá debater a razão pela qual a China possui um grande interesse em dominar tanto a produção, quanto o comércio internacional de energia solar. A dimensão de poder conferida pelo domínio de tecnologias relacionadas a este segmento é o ponto de chegada desejado pelo país, pois seu objetivo de estar em uma posição estratégica nesta competição seria alcançado com sucesso. Evidências de que o segmento de energia solar fotovoltaica representa um importante (provável futuro) paradigma que a China e os outros países desejam dominar podem ser constatados por meio dos indícios apresentados no próximo capítulo.

### **3 COMPETIÇÃO GLOBAL NA INDÚSTRIA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA: A FORMAÇÃO DA INDÚSTRIA CHINESA E A COMPETIÇÃO NAS DIFERENTES ESFERAS**

A entrada da China na indústria global de energia solar fotovoltaica se deu a partir do aproveitamento de uma janela de oportunidade visualizada pelos próprios chineses. Uma vez que este segmento ainda era pouco consolidado no mundo e muito vinculado às necessidades de transformação da sociedade chinesa (fazendo a transição da sua matriz para algo menos intensivo na emissão de gases poluentes), o *catching-up* seria menos custoso e demorado. Ainda assim, existem barreiras tecnológicas a serem superadas, uma vez que países como Estados Unidos e Alemanha ainda possuem o domínio tecnológico de certas etapas da cadeia produtiva fotovoltaica, especialmente naquelas que envolvem a adição de maior valor agregado.

Existe um intenso debate sobre a posição ocupada pela China nas CGV. Assim como ocorre nos outros segmentos, existem os que acreditam que a vantagem adquirida pelo país provém de mão-de-obra barata e economias de escala. Por outro lado, existem os que defendem que houve uma melhora na qualidade tecnológica dos produtos fabricados por ela, o que permitiria um melhor grau de competitividade dos mesmos. Outro objeto de intensa disputa e controvérsias por parte do resto do mundo é a grande quantidade de subsídios (em diferentes formatos) ofertados pelo governo. Estes, por sua vez, são utilizados como argumento para a imposição de duras quotas e taxas aos produtos importados deste país.

Medeiros e Trebat (2017) ensinam-nos através da estratégia chinesa aplicada no caso dos metais de terras raras que o desenvolvimento da indústria depende de diversos fatores. A participação estatal, o acesso a matérias-primas estratégicas em grande quantidade e o baixo custo de produção são aproveitados pelo governo para desenvolver etapas que envolvam maior valor agregado dentro do próprio país. No caso dos metais de terras raras, o fácil acesso da China aos recursos naturais, aliado ao seu amplo espectro de utilização, fez com que elas conferissem um poder ainda maior à China. Adicionalmente, sua aplicação também é observada na fabricação de tecnologias relacionadas a energias renováveis, inclusive energia solar fotovoltaica.

No caso do segmento de energia solar fotovoltaica chinês, as empresas se beneficiam dos múltiplos incentivos governamentais existentes para sua consolidação. Além disso, o

aproveitamento da ampla incidência de energia solar no país, naturalmente facilita a utilização deste recurso energético como fonte alternativa aos combustíveis fósseis. O mundo parece estar passando por uma era em que a utilização do petróleo como fonte energética principal está sendo cada vez mais questionado. Isto porque, sua natureza é finita e ele possui um elevado potencial poluidor, fazendo com que o domínio de tecnologias alternativas de geração de energia seja cada vez mais importante para que um país possa garantir sua estabilidade em fornecimento energético, que possa atender satisfatoriamente as necessidades da população.

Outra estratégia utilizada pela China para que ela possa obter um acesso cada vez maior à tecnologia necessária para alcançar os melhores índices de conversão em energia e os menores custos possíveis de fabricação, transcende a forma estratégica que ela poderia utilizar o acesso que ela tem às matérias-primas necessárias à produção de placas fotovoltaicas. Para que as empresas estrangeiras possam ter acesso ao mercado chinês, assim como acontece nos outros segmentos tecnológicos, o governo as obriga a transferir tecnologia, criar *joint-ventures*, reduzir os preços e ainda ajudar as empresas domésticas. Essa obrigatoriedade acarreta em um acirramento das disputas, especialmente com os Estados Unidos, que servirá como catalisador da competição entre esses países. Assim, o governo americano se viu compelido a buscar maneiras de limitar a transferência de tecnologia, como uma forma de proteger sua própria indústria (BARBOZA, 2017).

Diante de todo o esforço despendido pela China para ocupar uma posição de liderança no segmento de energia solar fotovoltaica, torna-se necessário também compreender os fatores que motivam o país a participar dessa corrida para dominar o comércio internacional de renováveis. O elevado montante de recursos despendido pela China para desenvolver o segmento de energia solar fotovoltaica desperta indagações por todo o mundo. Isto porque, ele representa um setor ainda não plenamente desenvolvido, o que gera muitas incertezas quanto ao possível retorno dos investimentos realizados. A hipótese aqui sustentada é a de que o domínio deste segmento traz consigo uma dimensão de poder, que pode ser visualizado por meio de indícios a serem descritos no decorrer deste capítulo.

Como foi possível observar no capítulo anterior, a China utilizou uma estratégia de longo prazo para desenvolver o segmento de energia fotovoltaica em território nacional. A prioridade dada a ele fez com que, pouco a pouco, a produção chinesa passasse a estar presente em etapas que agregam maior valor na cadeia produtiva. Os planos e políticas que foram descritos anteriormente foram cruciais na conformação atual da sua indústria

fotovoltaica, uma vez que eles colocaram como item prioritário da agenda governamental a ampliação da capacidade produtiva das indústrias chinesas, inicialmente investindo na fabricação em larga escala de painéis solares, utilizando tecnologias já consolidadas. Foi igualmente por meio dos programas governamentais que esta estratégia foi modificada, com o intuito de o país produzir tecnologia própria, investindo maciçamente em P&D, na capacitação de mão-de-obra e no desenvolvimento de sua estrutura científica. Dessa forma, ele demonstra a intenção de ocupar a posição de nação inovativa, por meio da formulação das chamadas “*indigenous innovations*”.

Como visto anteriormente, o segmento de energia fotovoltaica representa um segmento ainda não plenamente consolidado em termos de domínio tecnológico. A China, ainda que necessite reduzir uma certa distância tecnológica comparado aos seus concorrentes (especialmente Estados Unidos, Alemanha e Japão), encontra-se na liderança em termos de esforços despendidos para o desenvolvimento deste segmento. Ela pode ser considerada uma líder incontestável, motivada por diversos fatores, dos quais se destacam a mitigação da poluição ambiental e uma potencial janela de oportunidade em sua consolidação como líder em inovação e fabricação em energia fotovoltaica e nas tecnologias correlatas, ao dominar o conhecimento tecnológico necessário para isso. A previsão desses objetivos no 13º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento Econômico e Social confere força à essa análise.

Cerca de 60% da demanda por energia fotovoltaica provém da China, o que implica que as políticas governamentais implementadas no país de estímulo, ou o corte delas, possuem implicações em escala global. Dessa forma, o país tem a capacidade de afetar a demanda e a oferta globais, além de possuir uma grande influência na determinação dos preços em escala mundial. Este último elemento constitui um dos principais pontos de disputa entre a China e os demais países, acarretando em diversas acusações que evidenciam ainda mais a grande competição existente entre eles. Como visto anteriormente, a política de subsídios chinesa é a que mais desperta reações negativas dos outros países. Isto porque, as empresas chinesas estariam recebendo um montante exagerado de benefícios. Assim, as acusações são de que ela estaria praticando preços abaixo do custo, caracterizando *dumping* (STATE FORESTRY ADMINISTRATION OF THE PEOPLE’S REPUBLIC OF CHINA, 2017).

Importa ressaltar que mesmo para a imprensa americana<sup>22</sup>, fica claro que o interesse dos chineses ultrapassa a barreira de obtenção de uma simples vantagem econômica. Vai além, sendo considerada pelo governo central uma estratégia que diz respeito à segurança nacional e à estabilidade política. Por esse motivo, o governo central chinês estaria colocando em prática iniciativas como o One Belt, One Road, que buscam fortalecer as empresas chinesas. A concessão de diversos tipos de subsídios, como visto no capítulo anterior, só vem a deixar ainda mais evidente o quanto é importante o desenvolvimento deste segmento ao governo chinês. Não se deve perder de vista que, apesar de duras críticas e acusações ao programa de subsídios chinês, iniciativas semelhantes existem em outros países, inclusive nos Estados Unidos.

Para compreender como essas disputas se estabeleceram e foram intensificadas, torna-se necessário entender como ocorreu a emergência da China no segmento de energia fotovoltaica. Será analisado como se deu sua formação e quais fatores e instrumentos foram fundamentais na sua colocação como país de grande impacto na competição global desse segmento. Adicionalmente, serão descritos os indícios que corroboram a hipótese de que este segmento representa mais que uma incursão meramente econômica.

### 3.1 FORMAÇÃO DA INDÚSTRIA FOTOVOLTAICA CHINESA

A indústria chinesa fotovoltaica era quase inexistente até aproximadamente o ano de 2008, quando o governo passa a investir grandes montantes de recursos na forma de subsídios e quotas tarifárias para incentivar o surgimento de empreendimentos chineses, como visto no capítulo 2. Suntech Power, Yingli Green Energy e LDR Solar representam as empresas chinesas de maior sucesso neste século XXI.

Como nos ensina Li & Hopkins (2016), uma das maiores questões enfrentadas inicialmente pelo país era como poderia viabilizar uma produção em larga escala, uma vez que não havia a consolidação nem de empresas, nem de um mercado interno ou de

---

<sup>22</sup> Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2017/06/05/business/energy-environment/china-clean-energy-coal-pollution.html>>.

exportação. Os primeiros dois casos de maior sucesso no país foram a Yingli Green Energy e a Suntech Power, como serão descritos adiante.

A Yingli Green Energy foi a primeira empresa não-estatal a ingressar no segmento, aproveitando a existência de projetos de demonstração idealizados pelo governo. No ano de 1998 ela foi escolhida para executar um projeto dessa natureza, produzindo células fotovoltaicas. A meta proposta pelo governo para este projeto era praticamente o que era produzido no país inteiro, até aquela data. O capital necessário para que o projeto pudesse ser executado era de cerca de 60 bilhões de dólares, fazendo com que fosse preciso a participação da Baoding Gaoxing District Development Company, um grupo de investimento controlado pela cidade de Baoding, para que a execução do projeto fosse viável. Pela entrada desse capital e a concessão de empréstimos sem taxa de juros, o fundador originário da Yingli teve que ceder 51% do controle acionário da empresa. Ao final do ano de 2010, a empresa havia fornecido cerca de um quarto dos painéis solares vendidos ao “*Golden Sun Project*”, um dos maiores projetos governamentais já implementados no mundo para o desenvolvimento da indústria fotovoltaica. Isto comprova, mais uma vez, a grande importância da capacidade governamental em gerar demanda e com isso impulsionar o desenvolvimento de sua indústria.

A Yingli procurou o desenvolvimento de sua capacidade industrial por meio dos incentivos proporcionados pelo governo. Atender a demanda governamental, em larga medida, proporcionou a ela ampliar sua capacidade produtiva e no ano de 2004, anunciou sua expansão. Além disso, obteve grandes aportes financeiros do Banco de Desenvolvimento da China e se lançou na Bolsa de Valores de Nova York (também no ano de 2004), como uma estratégia de captação de recursos.

Com uma proposta diferente de implementação da energia fotovoltaica, a Suntech Power teve um grande impacto na formação da indústria chinesa. Seu fundador, Zhengrong Shi acreditava que não havia espaço, naquele momento, para grandes montantes de gastos em P&D, mas que a melhor opção constituía em utilizar tecnologias já existentes ou realizar melhorias incrementais sobre elas. Ele havia deixado a China para estudar na Universidade de Nova Gales do Sul, na Austrália, tendo sido orientado pelo professor Martin Green, um estudioso em pesquisas relacionadas a energia fotovoltaica, com diversas publicações sobre o tema e amplamente premiado durante sua carreira.

No ano de 1995, Shi recebeu uma oferta de trabalho da Pacific Solar Pty, uma indústria australiana que trabalhava com a tecnologia de filmes finos. Ahrens (2013) descreve

que até então a China buscava estabelecer bases para a formação de sua indústria fotovoltaica, mas com pouco sucesso, pois carecia de capital humano com um bom conhecimento tecnológico sobre ela. Dessa forma, os chineses passam a buscar no exterior profissionais qualificados que desejem retornar ao país, para suprir essa deficiência. Shi, que já nutria o desejo de retornar, passou a realizar pesquisas de viabilidade sobre o estabelecimento de uma empresa nesse segmento. Sua constituição se deu no ano de 2001, através da junção de capital do fundador (cerca de 400 mil dólares), com o capital da Wuxi Suntech, (controlado pela cidade Wuxi, onde fica localizada a empresa, com o montante de cerca de 6 bilhões de dólares). Como contrapartida, a Wuxi ficaria com 75% do controle acionário da empresa.

Segundo descreve Ahrenns (2013), a maior parte da tecnologia utilizada em sua linha de produção foi adquirida no exterior, sendo a maior parte dela equipamentos usados, o que deixava claro que não havia elaboração de tecnologia própria. Como as máquinas utilizadas foram adquiridas no exterior e a capacitação humana foi viabilizada com o conhecimento trazido por Shi, a eficiência em conversão era muito próxima com aquelas atingidas pelos seus concorrentes (a Suntech com 14,5% e as concorrentes com 15,5%), fazendo com que a empresa tivesse como prioridade conseguir menores custos de fabricação da placa e não investir na produção de melhores tecnologias.

A principal atividade da Suntech era a produção de células de silício monocristalino e policristalino e módulos solares. Sua linha de produção foi se expandindo de tal forma que, em 2004, suas receitas eram de ordem de U\$85 milhões e em 2008 ultrapassava os U\$2 bilhões. Li & Hopkins (2016) destacam que em 2005 houve um evento de grande importância para a economia da empresa, que foi o lançamento de suas ações na bolsa de valores de Nova York, o que auxiliou nesse processo de ampliação da receita e colocou as operações dela em um patamar muito mais elevado que o visto anteriormente.

Em 2006, a Suntech adquiriu a MSK Corporation, uma das maiores fabricantes de placas fotovoltaicas do Japão, aumentando consideravelmente seu volume de produção. No ano de 2009, ela consegue quebrar o recorde de conversão em energia nas células de silício monocristalino (19,2%) e policristalino (17,2%), que no ano de 2012 ainda seria melhorada para 20,3 %<sup>23</sup>. Em nota publicada em seu próprio site, a empresa relata esta melhora em eficiência como uma oportunidade de colocar a energia solar em patamares mais competitivos se comparada aos combustíveis fósseis.

---

<sup>23</sup>Disponível em: <<http://www.suntech-power.com/news/news93.html>>.

A estratégia da empresa inicialmente foi a de se expandir para as partes superiores da cadeia de valor fotovoltaica, o que, com o tempo, mostrou-se uma escolha ruim para o momento. Após isso, ela chegou à conclusão de que mover-se inicialmente para as etapas inferiores da cadeia de valor seria uma melhor opção, pois assim controlaria melhor os canais de distribuição e venda de seus produtos. A maior parte das receitas da Suntech era proveniente de exportações e a crise vivida em 2011 trouxe graves problemas à sua saúde financeira. Além disso, as barreiras e quotas tarifárias impostas tanto pelos Estados Unidos, quanto pela Europa, fizeram com que sua situação se agravasse ainda mais.

A participação do governo para que suas operações continuassem a ocorrer normalmente foi fundamental, uma vez que foi ele quem garantiu seu aporte financeiro. Além disso, o fato de o segmento de energia solar fotovoltaica ter sido escolhido pelo governo chinês como um segmento de destaque dentro de seus planos, políticas e programas de incentivo, foi determinante para que ela pudesse continuar a operar. A criação de uma demanda doméstica estimulada por ele foi importante para que a empresa pudesse contrabalançar a crise vivida pela demanda internacional deprimida durante o cenário de crise.

O enorme sucesso da Suntech, aliado aos diversos benefícios concedidos pelo governo chinês àqueles que quisessem empreender neste segmento, fez com que diversos profissionais chineses que estavam em outros países tivessem o desejo de retornar para sua terra natal, com o intuito de tentar aliar os conhecimentos adquiridos à janela de oportunidade existente. Além disso, as províncias também passam a vislumbrar possibilidade de obter benefícios ao investir nesse tipo de empreendimento, atraindo-as para seu domínio, observando os casos de sucesso existentes até então.

Ainda que em um primeiro momento a Suntech tenha preferido investir nos segmentos inferiores da cadeia de valor, o decorrer do tempo mostrou que gradativamente ela buscou realizar investimentos nas partes superiores da cadeia. Como prova disso, está o anúncio de que ela tem avançado nas pesquisas em células PERC (acrônimo em inglês, *Passivated Emitter and Rear Cell*), uma tecnologia emergente em células fotovoltaicas, atingindo a marca de 21,3% em eficiência de conversão)<sup>24</sup>.

Outro caso bem-sucedido foi o da LDK Solar, localizada na província de Jiangxi, na China. Seu idealizador, Peng Xiaofeng, convenceu a cidade de Yuxing, localizada nesta

---

<sup>24</sup> Disponível em: <<http://www.suntech-power.com/menu/about-suntech.html>>.

província, a investir cerca de 24 milhões de dólares em seu projeto. Anos mais tarde, ela se tornaria a maior produtora de pastilhas de silício do mundo.

Outro empreendimento de grande sucesso e que recentemente esteve nos holofotes por bater o recorde mundial, no ano de 2016, em eficiência de conversão para células de silício<sup>25</sup> é a Trina Solar. Esta companhia está localizada na cidade de Changzhou, na província de Jiangsu. Foi fundada no ano de 1997 por Gao Jifan, tendo sido também umas das empresas chinesas pioneiras no segmento de energia solar fotovoltaica. Também acumula quebras de recorde ano de 2014 e 2016 em eficiência de conversão para células de silício monocristalino, alcançando a marca de 22,61%<sup>26</sup>.

Um dos maiores feitos do país foi tornar possível a produção de silício em território nacional, ficando menos dependente das oscilações do mercado internacional, o que mostra a capacidade que as empresas tiveram de utilizar o conhecimento técnico existente, aperfeiçoando-o, para então passar a produzir o principal insumo necessário à produção das placas fotovoltaicas. A Figura 16, apresentada anteriormente, evidencia que metade das maiores produtoras de silício são chinesas, o que significa uma melhora na inserção do país nesta cadeia de valor, através da participação nesta etapa.

Uma melhor condição das empresas chinesas em termos de competitividade, resulta de um melhor grau de inovatividade das mesmas. Como pôde ser observado no decorrer desta dissertação, os esforços chineses foram concentrados em melhorar sua condição de simples montadora, passando para a de nação capaz de inovar tanto marginalmente (melhorando a eficiência de suas linhas de montagem), quanto produzir inovações disruptivas, ao investir no P&D de tecnologias emergentes e na assimilação e produção própria, mesmo dentre as tecnologias já consolidadas.

O direcionamento do governo em desejar possuir firmas líderes neste segmento, expresso de forma clara no texto do 13º Plano Quinquenal para o desenvolvimento de energias renováveis e mesmo antes disso, através da implementação de diversos planos e políticas, resulta num melhor desempenho das empresas chinesas. Dois indicadores são muito importantes para saber o quanto competitividade das empresas frente àquelas já existentes foi melhorada. De acordo com Li & Hopkins (2016), a melhor eficiência em conversão da luz

---

<sup>25</sup> Disponível em: <<http://www.trinasolar.com/en-glb/resources/newsroom/20161219>>.

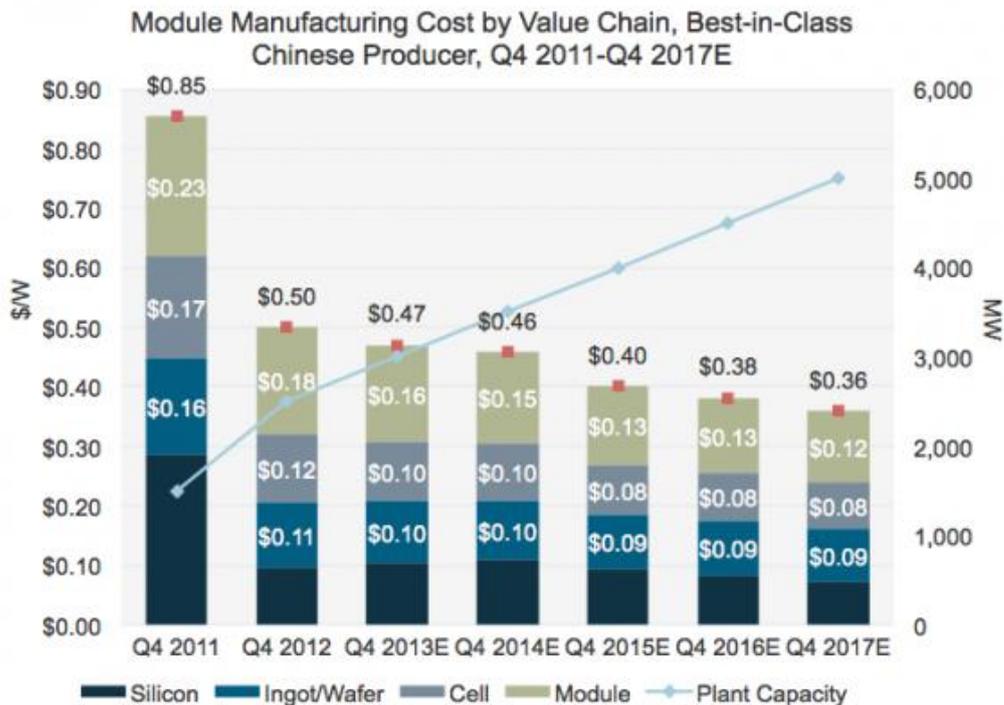
<sup>26</sup> Disponível em: <<http://www.trinasolar.com/en-glb/resources/newsroom/20161219>>.

solar em energia e a redução nos custos de produção da placa e da energia gerada é uma das formas de medir isso.

A Figura 19 mostra que as empresas chinesas têm alcançado uma melhor eficiência em conversão, o que comprava resultado positivo dos programas implantados para o P&D, especialmente dos Programas 863 e 973, que tiveram este propósito. Pode-se notar que com a expansão das empresas fabricantes de placa fotovoltaica em território nacional, houve uma demanda por componentes de maior valor agregado, em que a fabricação dos mesmos não era dominada pelo país. Dessa forma, a demanda por equipamentos produzidos nacionalmente (que possibilitaria a redução de custos, pois seriam mais baratos que importá-los do exterior) cresceu a ponto ocorrer o estímulo a criação de empresas dessa natureza.

A trajetória de crescimento foi acentuada para as empresas chinesas, colocando no mercado uma disponibilidade de placas fotovoltaicas muito grandes, a ponto de os preços caírem drasticamente a partir de 2011. Em 2012 a situação do comércio internacional era delicada, uma vez que a maior quantidade de produtos no mercado significava margens de lucro menores para todos. Nesse mesmo período, o país ainda enfrentou acusações de *dumping* dos Estados Unidos e da União Europeia.

Figura 20- Preços de produção dos módulos por etapa (2011-2017)



Fonte: Greentech Media (2017).

A Figura 20 mostra o custo em cada etapa de fabricação dos módulos por kw de energia<sup>27</sup> produzido. Observa-se que a partir do ano 2011 houve uma progressiva diminuição deste preço, até chegar a \$0,36. Vale lembrar que existem outros custos que ainda deverão ser incorporados nesse processo, que são aqueles que contemplam a instalação e a utilização de outros equipamentos necessários para tornar viável a produção de energia fotovoltaica. Esse processo pode encarecer os custos de geração em aproximadamente mais \$3,00.

A ascensão meteórica da China no mercado fotovoltaico não foi aceita pelo resto do mundo sem que houvesse reações. Estados Unidos e União Europeia foram os primeiros a entrarem com processos contra ela na Organização Mundial do Comércio, acusando-a de *dumping*. Assim, eles impuseram uma série de tarifas e barreiras comerciais aos produtos e componentes importados dela.

### 3.2 COMPETIÇÃO TARIFÁRIA

A competição tarifária que existe entre a China e seus principais concorrentes (Estados Unidos e União Europeia) é apenas uma das formas em que a competição entre os países é demonstrada por meio de ações concretas. Apesar deste fato isoladamente não caracterizar uma competição por poder entre eles, pode ser elencado como um dos indícios de que o desejo de a China querer liderar a corrida para dominar o mercado de energia solar fotovoltaica, está extrapolando para outras esferas. Por esse motivo, configura-se importante entender a forma como ocorre este embate.

---

<sup>27</sup> O preço por watt é uma medida comum utilizada para mensurar o custo de produção de um módulo fotovoltaico. É útil para comparar o valor básico de um sistema com outro, independente de sua capacidade de produção.

### 3.2.1 China x Estados Unidos

Como descrito anteriormente, a entrada da China no comércio internacional de fotovoltaicos impactou decisivamente na margem de lucro das empresas de todo o mundo. A explicação para isso pode ser entendida de duas formas diferentes. De acordo com Deutch & Steinfield (2013), uma delas é a de que os grandes investimentos direcionados para as empresas nacionais fizeram com que elas pudessem intensificar e melhorar a qualidade de sua produção. Assim, a partir da inserção de produtos mais competitivos no mercado (melhor qualidade e menor custo), ela fez com que os seus competidores tivessem que se adequar a este novo cenário.

Do outro lado, grande parte da comunidade internacional acredita que o extensivo rol de subsídios ofertados às empresas chinesas foi o fator determinante que permitiu a elas sustentar preços abaixo do seu custo, enquadrando-se como *dumping*. Dessa forma, sua proeminência internacional teria sido conquistada artificialmente através de apoio governamental, prejudicando os planos presentes e futuros dos produtores concorrentes, inclusive os americanos. A presença de preços deprimidos no mercado internacional fez com que as empresas tivessem que operar com margens de lucro muito baixas, fazendo com que mesmo as consolidadas no mercado há mais tempo, enfrentassem problemas de insolvência<sup>28</sup>.

Historicamente o Estados Unidos é considerado líder na produção de componentes de alto conteúdo tecnológico, com grandes investimentos em P&D para desenvolver novas tecnologias dentro desse segmento. Por sua vez, a indústria fotovoltaica chinesa usualmente necessitava importar grande parte dos componentes e equipamentos necessários para a fabricação das placas (produto final). Como ela é uma indústria que ainda se caracteriza por ser em parte uma grande fabricante (situação que vem sendo fortemente modificada ao longo dos anos), depende da compra de componentes fabricados em outros países, inclusive os Estados Unidos.

Os Estados Unidos, assim como a China, têm uma série de programas de subsídios e incentivos fiscais que ofertam às suas empresas para ajudá-las a se estabelecerem no mercado. Da mesma forma, a China possui diversos programas de subsídios e incentivos tanto ofertados pelo governo central, quanto pelas províncias centrais. Tais províncias, como uma forma de

---

<sup>28</sup> Disponível em: <<https://www.cleanenergywire.org/news/last-major-german-solar-cell-maker-surrenders-chinese-competition>>.

estimular suas próprias economias, buscavam atrair as empresas através da concessão de diferentes tipos de benefícios.

Ainda conforme a análise de Deutch & Steinfield (2013), nos anos 2000 a grande demanda vinda da Europa por produtos relacionados a geração de energia fotovoltaica ajudou a indústria chinesa a financiar a compra de máquinas e equipamentos indispensáveis à fabricação das placas vindas do exterior. Adicionalmente a este fato, o acesso do país ao silício (matéria-prima indispensável para a fabricação das placas) era fácil e barato, o que acelerou o aumento da participação chinesa no comércio internacional deste segmento.

Apesar deste inicial sentimento de euforia vivido pelas empresas chinesas, o ano de 2011 acabou sendo marcado por uma profunda crise do mercado internacional. A demanda por produtos relacionados à energia fotovoltaica reduziu drasticamente, consequência da crise financeira vivida em 2008. Houve um excesso na oferta de produtos, fazendo com que o governo chinês sentisse a necessidade de elaborar saídas estratégicas de enfrentamento à esta situação.

Ao mesmo tempo que vivia este momento difícil devido à depressão da demanda internacional por seus produtos, a China ainda enfrentava um segundo problema. A drástica redução no custo de produção de suas placas era alvo de acusação por parte dos americanos, de que este fato não era resultado apenas de melhora tecnológica e de economias de escala. A suspeita era a de que os menores preços eram resultado de pesados subsídios ofertados pelo governo às empresas chinesas, fazendo com que fosse possível a comercialização de seus produtos a preços muito abaixo do que seria possível sem a existência deles.

Em parte influenciado por este cenário de preços muito baixos, várias empresas vão à falência. As empresas norte-americanas que ainda sobreviveram a esta situação acabam registrando uma reclamação no Departamento de Comércio, acusando a China de praticar *dumping*, o que estaria afetando muito negativamente os fabricantes locais. O resultado desse processo foi a imposição de pesadas tarifas à importação de diversos produtos originados da China (30% ou mais), como forma de contrabalancear a competição que julgaram, nessa instância, injusta. A China recorreu a esta decisão, mas em 2014 foi publicada uma ação

afirmativa sobre a imposição destas tarifas, que mantinha a decisão acerca do estabelecimento das mesmas sobre a importação de certos produtos de silício cristalino<sup>29</sup>.

### 3.2.2 China X União Europeia

A disputa em matéria de painéis solares fotovoltaicos representa o maior enfrentamento comercial já ocorrido entre China e União Europeia. Para entender como se deu esse processo é preciso compreender que a entrada da China no comércio internacional impactou severamente as empresas que já estavam estabelecidas neste mercado. A magnitude da sua linha de produção e os baixos preços provocaram reações das mesmas, porém, mais que isso, muitas delas acabaram indo à falência devido a este novo patamar de competição imposto pelos chineses.

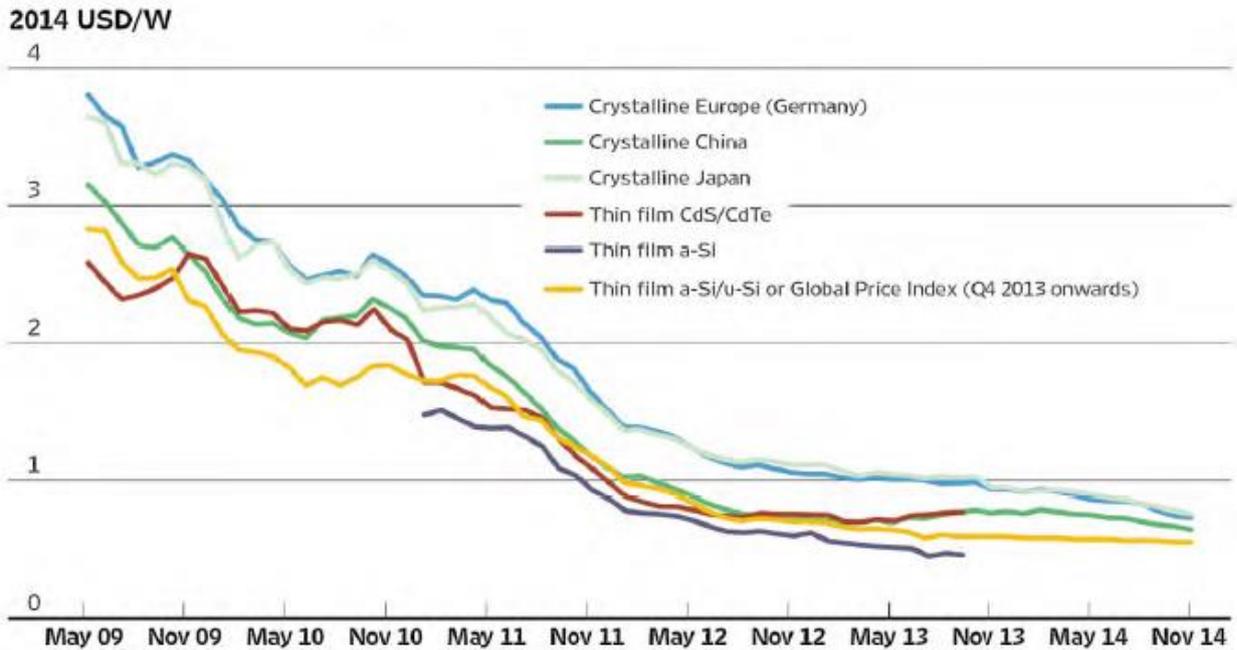
Observando a Figura 21 é possível compreender o panorama do que ocorreu com a entrada da China na competição mundial de energia fotovoltaica. No ano de 2009, Alemanha e o Japão sustentavam praticamente os mesmos preços, próximo a \$4/W. Com a entrada dos chineses no cenário, as empresas de outros países foram obrigadas a trabalhar com margens de lucro reduzidas, para que pudessem continuar competitivas frente a esta nova realidade. Ainda assim, como é possível observar, os alemães não conseguiram atingir o mesmo patamar de preços sustentado pelos chineses.

Em setembro de 2012, com a União Europeia sofrendo duramente os efeitos da competição chinesa, a comissão europeia começa uma investigação sobre o suposto *dumping* que a China estaria praticando sobre os painéis solares e componentes importados ao seu país. A Pro Sun, uma associação dos produtores de painéis solares da União Europeia, registrou a reclamação de que os chineses estariam praticando preços que seriam menores que os seus custos. Este ato possui impacto negativo significativo para a China, uma vez que no ano anterior, ele exportou cerca de 21 bilhões de euros em produtos relacionados fabricação de componentes de energia fotovoltaica para este bloco (EUROPEAN COMMISSION, 2012).

---

<sup>29</sup> Para ver o texto integral da decisão: <<https://enforcement.trade.gov/download/factsheets/factsheet-multiple-certain-crystalline-silicon-photovoltaic-products-ad-cvd-final-121614.pdf>>.

Figura 21 - Custo da energia fotovoltaica (2009-2014)



Fonte: MULÉ (2017)

Chen (2015) relata em sua análise que a utilização da energia solar fotovoltaica na Europa como fonte alternativa de energia limpa tem aumentado consideravelmente ao longo dos anos 2000. A China, por sua vez, estava com sua indústria em plena expansão. Se ela era incipiente no início dos anos 90, agora ela vivia um momento de prosperidade em sua economia, além de o governo fornecer incentivos de grande magnitude para o desenvolvimento da indústria fotovoltaica. Sua entrada nesse segmento, como observado anteriormente, provocou a redução dos preços de fabricação tanto das placas, quanto dos componentes fundamentais para sua montagem. À época da abertura da investigação, a indústria chinesa exportava cerca de 90% de sua produção, sendo a Europa responsável pela aquisição de 80% deste total.

A entrada de painéis a um baixo preço no mercado europeu teve graves consequências aos produtores locais. A acusação era de que os chineses estariam recebendo um montante exagerado de subsídios do governo e benefícios nas condições de empréstimo ofertados pelos bancos (igualmente garantidos pelo governo). Ainda segundo a pesquisa desenvolvida por Chen (2015), as empresas europeias, mesmo aquelas mais tradicionais, sentiam-se em uma posição muito desconfortável nessa disputa. A Comissão europeia terminou a investigação concluindo que o preço justo de um painel solar chinês deveria ser cerca de 88% mais caro do

que o comercializado. Assim, em meados de 2013, a União Europeia decidiu por aumentar os impostos sobre as placas fotovoltaicas e componentes de 11,8% para 47,6%. Como retaliação, a China imediatamente decidiu investigar a importação de vinhos da EU, sob a mesma acusação que havia sofrido (*dumping* e excesso de subsídios) e ainda ameaçou realizar o mesmo sobre a importação de carros de luxo. Assim, criou-se uma situação de acirramento de disputa entre eles.

Os painéis solares chineses eram comercializados a um patamar de preços extremamente baixo dentro da Europa. Após a introdução dos planos quinquenais específicos para o desenvolvimento da energia solar, esse preço foi ainda mais reduzido. Como foi visto na Figura 20, o nível de preços diminuiu a ponto de atingir um patamar inferior a U\$1/W, fazendo com que não apenas os produtores chineses, mas todo o resto tivesse que acompanhar essa tendência. Dessa maneira, a entrada da China com sua enorme capacidade de fabricação termina reduzindo a média dos preços em 75%.

Obviamente, a decisão da Comissão Europeia de submeter os produtos chineses a maiores impostos não foi recebido sem reação. O governo central negou as acusações de *dumping* e classificou a taxa extra como uma medida protecionista. Como ambos os países mantinham uma grande relação de interdependência, pois eram os principais parceiros comerciais um do outro, concluíram que seria melhor encontrar uma solução para apaziguar essa disputa. Ambos concluíram que caso levassem isso adiante, o potencial danoso que poderiam provocar a suas economias seria muito elevado (CHINA DAILY, 2013).

Em 2013 as partes chegaram a um acordo, em que seu conteúdo constituía basicamente no estabelecimento de um preço mínimo de € 0,56/W e na concessão de 7GW em exportação de placas fotovoltaicas e materiais correlatos sem a necessidade de pagamento de impostos. A maioria das empresas acabou dando preferência pelo preço mínimo e a disputa parece ter se apaziguado. Apesar disso, o acordo não resolvia problema para o lado europeu, mas apenas amenizava minimamente os efeitos negativos da concorrência para suas empresas.

Segundo Chen (2015), apesar de terem chegado a um acordo, os atritos ainda continuaram. Em 2015, a Comissão Europeia decidiu negar a isenção de impostos de exportação a três empresas chinesas, sob a justificativa de que elas haviam anteriormente violado a regra do preço mínimo de venda.

Durante essas discussões, o grande poder de mercado da China certamente pesou no decorrer das negociações, sem contar que a entrada de produtos chineses a um preço mais baixo, apesar de descontentar as fabricantes, de certa forma beneficiava os consumidores, fazendo com que a restrição de compra desses produtos gerasse reações controversas dentro do bloco. Além disso, mesmo entre estes, havia uma controvérsia de como o assunto deveria ser tratado, possibilitando aos chineses certa margem de manobra para negociar com seus membros separadamente. França, Inglaterra e Holanda foram alguns dos países que tomaram a decisão de impor taxaço extra aos produtos chineses com cautela.

### 3.3 O PAPEL DO NOVO BANCO DE DESENVOLVIMENTO DOS BRICS EM MATÉRIA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

O Novo Banco de Desenvolvimento (NBD) dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) que foi criado em julho de 2014 e entrou efetivamente em funcionamento em julho de 2015, tem seu foco voltado ao financiamento de projetos de infraestrutura e à promoção do desenvolvimento sustentável. Segundo Wu (2017), os projetos que receberão investimentos englobam os segmentos de energias renováveis, meios de transporte sustentável, tratamento de água e desenvolvimento urbano. Dessa forma, o investimento de recursos em fontes alternativas de energia constitui um dos pilares desta instituição, pois todos os países-membro têm o objetivo de aumentar a parcela da matriz energética composta por fontes renováveis de energia. Como visto nas seções anteriores, a China ocupa um lugar de destaque neste quesito, uma vez que lidera as estatísticas de produção, geração e capacidade instalada, especialmente em energia solar fotovoltaica, objeto de estudo desta pesquisa.

O NBD é resultado do estreitamento da cooperação de seus países-membros, garantindo inicialmente a concessão de pelo menos um empréstimo a cada um deles, para que possam desenvolver projetos que estejam dentro do escopo da instituição. A crescente demanda por fontes de energias renováveis, reforçada após a Conferência de Paris, fez com que os BRICS se mostrassem bastante comprometidos com os objetivos de desenvolvimento sustentável. Há especial atenção para China e Índia, que possuem estratégias bastante agressivas, pois objetivam protagonizar suas participações exercendo o papel de país-chave

nesse novo paradigma energético que deverá surgir nas próximas décadas, dada a natureza finita dos combustíveis fósseis e seu alto potencial poluidor.

Os projetos financiados pelo NBD são relacionados, em sua maioria, ao desenvolvimento da infraestrutura dos seus países-membro. Dentre eles, vários dizem respeito ao desenvolvimento de uma fonte alternativa e sustentável de energia, que constitui o foco prioritário do Banco. Nos que concernem à China, chama a atenção o projeto implementado pela Shanghai Lingang Hongbo New Energy Development, o primeiro a receber recursos da instituição no país, que objetiva o financiamento de projetos que tenham em seu escopo a instalação de sistemas de energia solar em telhados. Segundo a síntese do projeto<sup>30</sup>, ele tinha como objetivo a instalação desse tipo de sistema para a geração de energia na área industrial de Shanghai Lingang. O projeto tem a estimativa de implantação em um período de 3 anos, iniciando-se em 2017 e terminando em 2019.

O desenvolvimento de projetos que foquem o desenvolvimento de uma infraestrutura voltada fundamentalmente para a sustentabilidade não é uma ideia propriamente nova. Os objetivos do desenvolvimento sustentável, criados pela ONU em 2015, além das convenções sobre as mudanças climáticas ocorridas ao longo dos anos, são apenas alguns exemplos das iniciativas que tiveram maior visibilidade no que tange ao debate deste assunto. Os desafios ambientais enfrentados pela China devido ao seu intenso crescimento econômico, fazem com que a elaboração de soluções inteligentes e viáveis para esta questão estejam em evidência, pois representa um ponto sensível a ser solucionado pelo país.

Nesse sentido, a mais evidente é a dimensão ecológica, pois existe uma pressão doméstica e internacional para que o país adote medidas de mitigação dos impactos ambientais provocados pelo processo produtivo intensivo na utilização de energia baseada em combustíveis fósseis. Juntamente a isso, deve-se considerar a necessidade de o país salvaguardar sua segurança energética, para garantir sua trajetória de desenvolvimento. O domínio tecnológico sobre fontes que possam gradativamente substituir a matriz energética existente faz com que aqueles que detiverem tal tecnologia, ocupem uma posição privilegiada neste novo paradigma que deverá emergir nas próximas décadas.

---

<sup>30</sup> Síntese do projeto disponível em: <[https://www.ndb.int/wp-content/uploads/2017/12/country-summary-disclosure\\_-Lingang-China.pdf](https://www.ndb.int/wp-content/uploads/2017/12/country-summary-disclosure_-Lingang-China.pdf)>.

Importa ressaltar que 7 dos 10 projetos financiados pelo Banco dizem respeito ao desenvolvimento de fontes alternativas e sustentáveis de energia<sup>31</sup>. Dessa forma, este ato denota a grande importância que os BRICS conferem à esta questão. Dada a grande representatividade da China neste contexto devido ao tamanho de sua economia, deve-se considerar que o projeto desenvolvido neste país está completamente alinhado com a estratégia chinesa de incentivar a criação de firmas líderes nesse segmento, fazendo com que o mundo todo reflita sobre os motivos que a levam a querer liderar esta corrida pelo domínio tecnológico sobre os renováveis.

A estratégia de investir no segmento de renováveis mesmo com a forte crise econômica que ocorreu no mundo no ano de 2008, na contramão do que fizeram os outros países, fez com que ela atualmente ocupe o topo das estatísticas de produção e capacidade instalada em energia solar no mundo, como pôde ser visualizado no primeiro capítulo. Assim, enquanto os outros países tinham outras prioridades e estratégias durante a etapa de recuperação econômica, ela segue investindo neste segmento. Além do objetivo de salvaguardar suas empresas da crise que viviam devido à brusca queda nas exportações (provocado tanto pela crise econômica, quanto pela taxaço realizada pelos Estados Unidos e pela União Europeia), como visto na seção anterior, o investimento em energia solar significa se posicionar estrategicamente diante da possibilidade de surgimento de um novo paradigma energético. A ativa participação do país no NBD vem a ratificar tais circunstâncias.

Existem diversos organismos multilaterais que possuem o mesmo objetivo do NBD, mas em seu escopo, existem aspectos peculiares que podem ser consideradas interessantes à análise de como pode ser percebido pelos demais países. O primeiro deles é a previsão em seu próprio texto de constituição<sup>32</sup>, de que os recursos providos por ele devem ser prioritariamente destinados a projetos de desenvolvimento sustentável. O segundo, e um dos mais interessantes pontos, constitui a possibilidade de os empréstimos não serem realizados necessariamente em dólares, mas sim em moeda local. O terceiro se refere ao sistema existente no país, em que os projetos de boas práticas de sustentabilidade são implementados respeitando as instituições e características intrínsecos a cada um deles.

Sobre este último ponto, importa ressaltar que muitas vezes o problema está no efetivo cumprimento dos padrões existentes, problema enfrentado em certa escala por todos os

---

<sup>31</sup> Disponível em: <<https://www.ndb.int/projects/list-of-all-projects/>>.

<sup>32</sup> Disponível em: <<https://www.ndb.int/wp-content/themes/ndb/pdf/Agreement-on-the-New-Development-Bank.pdf>>.

países-membro. Na China, por exemplo, existem padrões elevados sobre metas de sustentabilidade, mas que não são estritamente cumpridos. Além disso, o fato de o escopo de investimentos do banco estar aberto a inovações e novas ideias, aproxima-o de suas ambiciosas metas para o desenvolvimento do segmento de energia solar fotovoltaica.

A sede deste banco fica em Shanghai, sendo o poder de votação dos membros dependente de suas quotas financeiras<sup>33</sup>. Para o ano de 2018, o NBD pretende realizar empréstimos na magnitude de \$4 bilhões de dólares<sup>34</sup>, tendo um ativo total de \$10,5 bilhões<sup>35</sup>. A participação da China como notória protagonista na conformação do banco não ocorreu sem que houvessem reações por parte dos outros países. Tendo ela e os demais BRICS demonstrado descontentamento com a demora na reforma das bases do Fundo Monetário Internacional, o NBD surge como uma alternativa de enfrentamento às tradicionais instituições de Bretton Woods. Tal descontentamento parte especialmente dos chineses, pois apesar de serem detentores da segunda maior economia do mundo, não fazem parte dos cinco países com maior poder de decisão dentro do FMI. Ressalta-se que, apesar de o montante disponível para investimentos e empréstimos não ser elevado, a relevância desta iniciativa reside na disposição dos chineses em serem líderes no segmento de renováveis.

Segundo Totten (2014), para que ocorra a mudança na forma como são distribuídas as quotas, existe a necessidade de a emenda ser aprovada com 85% de votos favoráveis. Contudo, a votação ocorrida em setembro de 2014 conseguiu apenas 77% de votos favoráveis, tendo sido os Estados Unidos um dos países que votaram contra a reforma. A China, por sua vez, mostrando-se impaciente em aguardar a reforma desta instituição, terminou por liderar a criação do NBD, que seria bastante útil para despolarizar o poder financeiro global.

Ainda segundo a análise de Totten (2014), apesar de esta iniciativa não produzir efeitos negativos imediatos aos Estados Unidos, ela poderá vir a impactar fortemente os americanos. Isto ocorre porque, dada a magnitude da economia chinesa, a criação de um banco em que ela é a principal financiadora poderá vir a questionar a hegemonia do dólar como fundo de reservas internacional. O fato de a NDB prever a possibilidade de conceder empréstimos em moeda local, faz com que novas possibilidades se abram para o futuro da

---

<sup>33</sup> Disponível em: <<https://www.ndb.int/wp-content/themes/ndb/pdf/Agreement-on-the-New-Development-Bank.pdf>>.

<sup>34</sup> Disponível em: <<https://www.ndb.int/media/brics-development-bank-aims-make-4-billion-loans-2018/>>.

<sup>35</sup> Disponível em: <<https://www.ndb.int/wp-content/uploads/2017/10/NDB-ANNUAL-REPORT-2016.pdf>>.

economia internacional. Certamente esta é uma análise que necessita ser realizada com cautela, mas que já é alvo de reflexões, especialmente por parte dos americanos.

Nesse sentido, os Estados Unidos se encontram em um ponto de inflexão e em uma situação delicada, uma vez que o posicionamento adotado inicialmente por eles parece não priorizar o desenvolvimento e a popularização da energia solar. Por sua vez, a China realizou investimentos em caráter tão massivo que atualmente se encontra em posição de planejar se tornar uma exportadora de novas fontes de energia, como será visto mais adiante. Tal atitude, que engloba o fato de os Estados Unidos terem retirado sua participação da Convenção de Paris, reafirmou perante a comunidade internacional a imagem de um maior comprometimento da China quanto aos assuntos relacionados à mudança climática (que por sua vez busca construir uma imagem valorosa dentro desta questão).

Apesar de os primeiros terem adotado a postura de que se retirariam do acordo firmado entre os signatários, o presidente Donald Trump, em discurso realizado durante o Fórum Econômico Mundial, em janeiro de 2018<sup>36</sup>, afirmou que iria proteger as indústrias americanas para ajudá-las a defenderem-se da competição com as indústrias chinesas (que por sua vez julga injusta, pois considera excessiva a quantidade de subsídios proporcionados pelo governo chinês). Para isso, continuaria a impor uma taxa de 30% sobre os produtos importados da China.

Nesse sentido, os Estados Unidos também precisam investir no desenvolvimento de novas fontes de energia para garantir que não se afastem dos outros países nessa corrida. Além disso, a maior importância conferida quanto ao domínio de tecnologias relativas ao desenvolvimento de fontes de energia sustentáveis pode ser fundamental na decisão do futuro balanço de poder entre os países.

---

<sup>36</sup> Disponível em: < <https://www.cnn.com/2018/01/25/al-gore-defends-trump-says-hes-not-to-blame-for-tariffs-on-solar-panels.html>>.

### 3.4 A NOVA ROTA DA SEDA EM MATÉRIA DE COMPETIÇÃO PARA A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O “One Belt, One Road” (OBOR), também conhecido como a nova rota da seda, segundo sumarizam Cintra, Silva Filho & Pinto (2015), que foi anunciado no ano de 2013 pelo então presidente Xi Jinping, tem como objetivo a criação de uma infraestrutura de caráter intercontinental, por meio de “trens de alta velocidade, estradas, redes elétricas, cabos de fibra óptica e sistemas de telecomunicações, oleodutos, gasodutos, etc”. Por sua vez, ela serviria para conectar a China aos outros países asiáticos, à algumas regiões da África e à Europa, formando uma rota alternativa ao estreito de Málaca e especialmente ao mar do Sul da China, região de intensas disputas pelo seu controle territorial (dada a natureza estratégica deste território). Assim, pode-se observar que a China possui um projeto de proporções que ultrapassam os limites do seu continente, que serve como parte de sua estratégia para projetar a importância do país, inicialmente no comércio e nas finanças internacionais.

Esta pode ser entendida como a iniciativa mais bem estruturada por parte do governo central. Em linhas gerais, objetiva realizar megaprojetos em infraestruturas que contemplem as áreas de transporte, telecomunicações, energia e zonas especiais de indústria. Para Ekman (2017), existem 3 atributos que caracterizam a implementação do OBOR, constituindo-se nos seguintes: uma forte dimensão de diplomacia pública, uma iniciativa flexível e bem ajustada de acordo com as necessidades do país a partir do cenário internacional existente e uma iniciativa em franca expansão. Ainda segundo o autor, esta iniciativa pode ser considerada um sucesso para a diplomacia pública chinesa, pois é matéria de discussão em diversos fóruns, jornais e trabalhos acadêmicos por todo o mundo. Com isso, o país estaria colocando em prática de forma bem-sucedida seu projeto de internacionalização dos “conceitos, normas e ideais” chineses.

Dessa forma, apesar de o governo oficialmente reconhecer esta iniciativa como de cunho apenas econômico, ela também acaba tendo implicações políticas, afetando tanto os países adjacentes, quanto o resto do mundo. Por outro lado, ela também deve ajudar o país a solucionar o problema de capacidade ociosa que enfrentam suas empresas que operam nos mais diversos segmentos, incluindo o de energia fotovoltaica. O segmento em questão enfrentou sua primeira crise no ano de 2008, somado às pesadas taxações ocorridas tanto no

mercado americano, quanto no mercado europeu, pois a realização de sua produção era quase que completamente dependente das exportações. Atualmente suas empresas enfrentam novos dilemas, especialmente no que tange ao excesso de capacidade na produção de energias renováveis, acarretando até mesmo em desperdício, como apresentado no capítulo anterior.

O OBOR pode ser considerado como parte de um plano de reestruturação lançado pelo presidente Xi Jinping, pois além de melhorar as desigualdades existentes dentro do próprio país, ele incentivaria o investimento por parte de empresas chinesas no exterior em setores que ela possua uma grande capacitação. Para Ekman (2017) podem ser consideradas incluídos nesse grupo os segmentos de trens de alta velocidade, energia nuclear, aviação, telecomunicações e energias renováveis. Dessa forma, as empresas chinesas vislumbrariam uma janela de novos mercados a serem explorados, possibilitando-as um horizonte de crescimento em potencial.

Ainda segundo o mesmo autor, um importante ponto a ser ressaltado é o fato de que o OBOR pode ser considerado mais que uma iniciativa que busca impulsionar a transição das bases domésticas, em que se sustenta o crescimento econômico chinês, servindo como um instrumento diplomático ao país. Isto porque, ela permitirá que a mudança ocorra através de uma série de reformas institucionais, em que o governo central coloca como foco de sua plataforma a elaboração de uma estratégia que combine crescimento econômico e sustentabilidade.

A grande atenção conferida pelo país no que diz respeito ao seu objetivo de ascender nas CGV também teve uma consequência direta, que é justamente o problema da superprodução. As grandes obras de infraestrutura financiadas pelo governo, dentro de seu próprio território, não são mais suficientes para amenizar esse problema. Dessa forma, a iniciativa em questão seria uma solução proposta pelo governo para que suas empresas possam sustentar uma trajetória de crescimento ascendente, por meio da internacionalização de suas empresas. Como consequência desse processo, a exportação dos capitais excedentes utilizados como investimentos realizados em outros países, também impactariam na internacionalização de sua moeda, o yuan (EKMAN, 2017).

Como é possível observar na análise de Delgado & Febraro (2017), o país tem a plena ciência de que precisa garantir a sua segurança energética, uma vez que isto impacta diretamente em questões relacionadas ao crescimento econômico nacional, pois quanto menor for a dependência do país em relação à importação de energia, menos estará exposto às

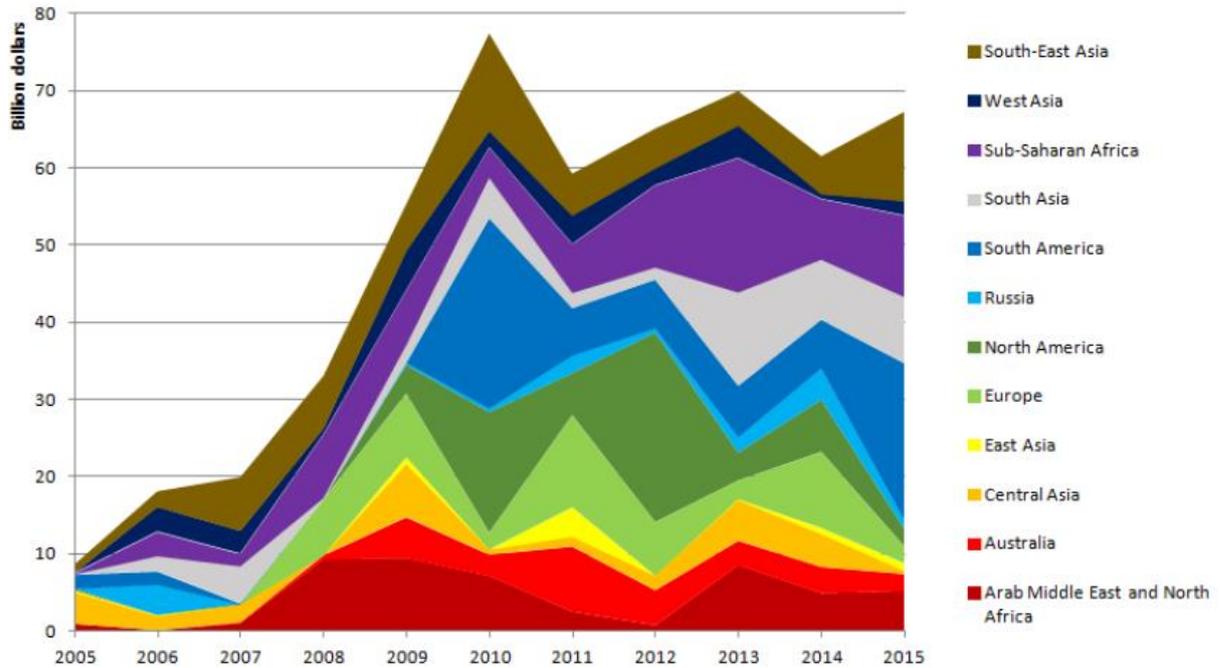
oscilações internacionais. Por esse motivo, seus principais projetos em curso na atualidade versam sobre essa questão. Junta-se a essa motivação os graves problemas ambientais que vive o país, trazendo consequências negativas tanto à economia, quanto à saúde de sua população. A conjunção desses fatores conforma o amálgama que impulsiona a realização de projetos (com recursos canalizados pelo governo) em pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de novas fontes sustentáveis de energia.

O desenvolvimento dessa sofisticada rede de transportes, como visto anteriormente, busca otimizar o comércio, melhorar a eficiência dos meios de transporte e encontrar alternativas à necessidade de transitar por regiões conflitivas. O país parece estar focado em encontrar uma fonte alternativa aos combustíveis fósseis, que possa auxiliar a continuidade do seu crescimento econômico. A utilização irrestrita de fontes de energia altamente poluentes (especialmente petróleo e carvão) para impulsionar o crescimento do país neste século foi realizado às expensas da preservação do meio ambiente. Segundo Bello (2017), tal fato teve como uma das mais marcantes consequências, a grave crise hídrica vivida pelo país.

A análise de Desnourd & Seaman (2017) descreve que um dos pilares da iniciativa era o de criar uma cadeia industrial integrada de energia e promover a cooperação de recursos naturais. Ao mesmo tempo, a China enfrenta questões estratégicas cruciais ao seu futuro, que dizem respeito concomitantemente à necessidade de diversificar sua matriz energética com o intuito de reduzir sua dependência por exportação de energia, a necessidade de resolver o problema do excesso de produção e ainda promover a transição de sua matriz energética para uma baseada em energias com baixa emissão de carbono.

Ainda segundo os mesmos autores, a resistência que havia por parte dos outros países com relação a investimentos realizados em segmentos estratégicos por parte dos chineses, como o de energia, começa a decair. Como prova disso, tem-se que enquanto no ano de 2008 20 países receberam projetos financiados por chineses, no ano de 2015 esse número foi de 47. A presença chinesa em investimentos realizados por todo o mundo pode ser observada na Figura 22. Por ela, observa-se que a China concentra a maior parte do seu espectro de influência nas esferas adjacentes, que consiste na Ásia e na África subsaariana, cumprindo com o seu objetivo de inicialmente exercer influência a nível regional.

Figura 22 – Total de investimentos chineses em energia por segmento e por região



Fonte: Desnaurd & Seaman (2017)

A internacionalização de projetos em matéria de energia não é algo novo para o país, mas o OBOR representa a iniciativa mais bem estruturada colocada em prática pelo governo central, que pode representar uma forma de ela se projetar não apenas economicamente, mas também promover uma melhor gestão energética e ainda exercer uma maior influência política regional e global. Isso porque, além de servir como uma forma de conquistar novos mercados consumidores para superar o problema do excesso de capacidade da indústria chinesa, incluindo o segmento de energia solar fotovoltaica, a realização deste processo através desta iniciativa representa uma forma de suavizar o enfrentamento diplomático que sofre com as pesadas sanções, advindas especialmente do mercado americano e do europeu.

Outro incentivo conferido aos chineses para se lançarem no mercado internacional, investindo diretamente em outros países, pode advir da necessidade que ainda possuem em reduzir o distanciamento tecnológico em matéria de energia fotovoltaica, pois assim poderiam atingir as partes superiores da cadeia de valor. Dessa forma, haveria capital disponível,

resultante dessa expansão comercial para que as empresas possam continuar investindo em inovações disruptivas.

No que diz respeito ao papel que desempenha o âmbito de realização deste projeto no desenvolvimento da energia fotovoltaica, a análise de Ren (2017) corrobora os argumentos anteriormente apresentados, enfatizando que a iniciativa implementada pelos chineses de reviver a nova rota da seda tem como objetivo ser o novo motor para que as suas indústrias possam continuar a crescer. Ele servirá como uma maneira de o país projetar sua influência para domínios extraterritoriais, ajudando-as ainda a lidar com o problema de demanda que vêm enfrentando nos últimos anos.

Ainda segundo a análise de Ren (2017), existem muitas oportunidades para as empresas chinesas, mesmo no mercado americano. Contudo, elas deverão ser ainda mais evidentes em países adjacentes, que tenham déficit na produção de energia. A capacidade de instalação de um sistema de energia solar para geração de energia elétrica que possui essas empresas é mais eficiente e rápida que a instalação de uma mina de carvão, fazendo com que se torne um investimento cada vez mais atrativo aos seus investidores. A Suntech, uma das principais empresas chinesas atuantes nesse segmento, constitui uma das responsáveis pela instalação desses sistemas em grande escala. Como dito anteriormente, a possibilidade de as empresas de energia solar fotovoltaica poderem ampliar seus horizontes comerciais, fazem com que esta iniciativa abra novas possibilidades de crescimento a elas.

Em linhas gerais, o OBOR deverá ser um dos projetos adotados pelo governo para ajudar o país a mudar sua estratégia de crescimento baseada fundamentalmente em exportações, para uma baseada no consumo doméstico e em inovações. Com isso, ela estaria dando um passo adiante em seu objetivo de se mover para as partes da cadeia produtiva que mais adicionam valor, que são mais lucrativas e mais rentáveis para as indústrias chinesas.

Através do domínio tecnológico e da expertise de suas empresas no processo de viabilização desses sistemas, a China apresenta fortes indícios de que deseja obter uma posição de grande destaque dentro deste processo. Em outras palavras, o fato de o país ser um grande exportador de energia faz com que seu projeto de aumentar sua zona de influência no novo panorama energético que venha a se desenhar em um futuro não tão distante, designe a ele uma posição privilegiada na competição pelo domínio de poder político e econômico global.

A implementação de um projeto de tamanha magnitude certamente não foi recebida sem reações por parte do resto do mundo. Para Campbell (2017), a implementação do projeto da nova rota da seda ocorre em momento delicado para os Estados Unidos. Isso ocorre porque, se por um lado os americanos vivem um período em que suas decisões sobre como lidar com assuntos relacionados a mudanças climáticas são severamente questionadas pelo resto do mundo, por outro o comprometimento da China com investimentos de grande magnitude no desenvolvimento de fontes alternativas de energia fortalecem suas credenciais de liderança.

Outro ponto que deve ser destacado constitui o fato de que a iniciativa em questão possui como um dos pontos centrais de seu escopo o investimento em projetos de infraestrutura que conectem a China a outras regiões. Nesse sentido, através da criação e estabelecimento de uma infraestrutura de transporte mais eficiente, ela se beneficia por meio do acesso facilitado aos recursos naturais, elemento de grande importância para o desenvolvimento de uma indústria em um país, assim como nos ensina Trebat e Medeiros (2017).

Interessante análise é realizada por Deusnaurd & Seaman (2017), que entendem que o OBOR pode ser compreendido como uma forma de servir a três níveis de interesse: o primeiro consistiria nas suas próprias necessidades, como o desenvolvimento de suas regiões menos desenvolvidas, segurança energética e excesso de capacidade; o segundo consiste em promover sua imagem como um país que busca promover uma cooperação de ganho mútuo com outros países; por último, mas ainda uma dimensão pouco explorada, está a vantagem que o país pode aproveitar dos investimentos que realiza em forma de influência, especialmente a nível de governança global, por meio da implementação de regras e regulamentações que regem o comércio e os investimentos no setor de energia, que estão alinhados com a estratégia chinesa.

O posicionamento americano diante desta questão tem natureza complexa, uma vez que a grade interdependência econômica que sustentam ambos os países mantêm um frágil equilíbrio em relação à competição travada por eles. Para Hsu (2017), o apoio dos Estados Unidos ao OBOR não é tão simples, pois com isso ele estaria ajudando a China a disseminar globalmente seu poder econômico e político. Por esse motivo, ainda que apoiar a iniciativa traga benefícios econômicos aos americanos a curto prazo, poderia representar um enfraquecimento do poder político a longo prazo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da realização desta pesquisa foi possível chegar à conclusão de que a ideia de dominar a cadeia de valor fotovoltaica envolve uma dimensão de poder, que encontra fundamento inicialmente dentro do conceito de Cadeias Globais de Valor. A partir dele é possível depreender que estar nas etapas que incorporam maior valor agregado representa uma maior capacidade de influência da firma ao longo da cadeia, levando a conclusão de que a conformação de líderes seja fundamental neste processo, uma vez que são elas que detêm o conhecimento tecnológico sobre os processos produtivos de maior valor agregado. A insuficiência na utilização isolada deste conceito faz com que seja necessária a adoção complementar do conceito de Sistemas Nacionais de Inovação, que nos ensinou a grande importância que possuem outros atores que não apenas a firma, dentre eles, o papel desempenhado pelo Estado.

Nesse sentido, fica evidente que a participação direta e indireta deste ator foi fundamental para o desenvolvimento da indústria de energia solar fotovoltaica chinesa. Dados da realidade nos mostraram que antes da intensificação dos planos e políticas levados a cabo pelo governo chinês, durante o advento do 10º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento Econômico e Social, a China possuía uma indústria ainda muito incipiente neste segmento. Sua aposta em investir no desenvolvimento de tecnologias ligadas à geração de energias renováveis constituiu uma estratégia diferenciada de enfrentamento à crise, uma vez que os tradicionais centros inovadores seguiram uma orientação oposta.

Os vultosos investimentos realizados fizeram com que fosse possível reduzir o distanciamento tecnológico entre a China e os outros países que possuem o domínio tecnológico sobre o desenvolvimento e produção de placas de energia fotovoltaica. No que diz respeito à eficiência em conversão de energia dos principais materiais semicondutores, os programas que repatriaram cientistas chineses, notadamente o *Thousand-talent program*, serviram em grande medida para a consecução das chamadas *indigenous innovations* por parte das firmas chinesas. A experiência que eles trouxeram do exterior, somada à concessão de benefícios muito atraentes pelo governo serviram como catalisador desta indústria.

Fica evidente que, como nos ensina o conceito de Sistemas Nacionais de Inovação, o papel do Estado tanto de forma direta, realizando pesquisa básica, quanto indireta, por meio dos planos e políticas anteriormente citados, constitui fundamental para que essa indústria pudesse alcançar a magnitude que atualmente possui. A constituição das primeiras empresas chinesas, como a Suntech e a Trina Solar, deixa claro que foi necessário tanto o conhecimento tecnológico ofertado pelos seus fundadores (cientistas repatriados), quanto a existência de um grande aporte de capital, ofertado principalmente por grupos de investimentos que pertenciam à província em que estavam se instalando e por empréstimos concedidos pelo Banco de Desenvolvimento da China.

Apesar de ainda existir certa barreira tecnológica a ser superada, pode ser observado que ela foi bem-sucedida nesta primeira etapa de redução da distância tecnológica entre ela e os tradicionais países detentores de conhecimento tecnológico. É provável que existam aspectos desconhecidos nesta disputa, uma vez que estes últimos podem possuir uma fronteira tecnológica nesta matéria ainda não revelada ao resto do mundo. Contudo, constitui indiscutível a movimentação dos chineses no sentido de salvaguardar sua segurança energética e seu posicionamento estratégico na luta por poder ao realizar investimentos de proporções tão elevadas.

A grande dimensão que possui a indústria chinesa certamente impactou o comércio internacional de energia fotovoltaica. Os enfrentamentos tarifários constituem apenas um dos indícios de que o embate nesta matéria extrapola os limites econômicos, pois além dele, existem outros que mostram a existência de uma dimensão de poder que está em disputa entre os países em questão.

Outro indício de que as questões energéticas são muito importantes à segurança de um país e à manutenção de seu crescimento, pode ser visualizado por meio da implementação do Novo Banco de Desenvolvimento dos BRICS. Seu escopo, de modo interessante, descreve que os investimentos em energias deverão ser considerados prioridade, tendo preferência na concessão de empréstimos para projetos que versem sobre este tema. Outro ponto interessante a ser ressaltado é o fato de que este banco busca realizar ações afirmativas respeitando as características nacionais, elemento tão importante ao conceito de SNI e que nos revelou uma visão estratégica desta instituição. Dessa forma, ainda que ela ainda não esteja plenamente desenvolvida, desperta a atenção pelos americanos, especialmente por ter sido implantada

devido ao descontentamento chinês com a ausência de reforma da atual estrutura de votação do FMI.

Um terceiro indício apontado nesta pesquisa, constitui a iniciativa da nova rota da seda implementada pelos chineses. Este projeto tem como um de seus objetivos a criação de uma grande infraestrutura que conecte a China à Ásia, Europa e alguns países da África. Tal fato possibilitará a ela o acesso facilitado aos recursos naturais necessários à fabricação dos componentes que compõem a placa. Além disso, essa nova rede fará com que as empresas de energia fotovoltaica chinesas tenham um acesso facilitado a novos mercados, onde possam comercializar seus produtos. Dessa forma, ela solucionaria o problema na queda de seu crescimento econômico, ao mesmo tempo que expande sua influência política para regiões adjacentes.

O fato de a China estar participando ativamente desta corrida pelo domínio da tecnologia de energia solar fotovoltaica faz com que ela se aproveite dos acontecimentos para que possa gradativamente legitimar seu papel de liderança para o resto do mundo. A competição que existe neste segmento foi um microcosmos de análise utilizado para ilustrar a competição que existe entre esses Estados, uma vez que todos desejam ocupar uma posição privilegiada na luta por poder e riqueza.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3ª ed. Brasília: AANEL, 2008. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>.

BARBOZA, David. **How this US tech giant is backing China's tech ambitions**. The New York Times, aug, 2017. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2017/08/04/technology/qualcomm-china-trump-tech-trade.html>>.

BALL, Jeffrey. **Germany's High-Priced Energy Revolution**. Fortune, Mar. 2017. Disponível em: <<http://fortune.com/2017/03/14/germany-renewable-clean-energy-solar/>>.

BALL, Jeffrey; et. al. **The new solar system: China's evolving solar industry and its implications for competitive solar power in the United States and in the world**. Stanford: Stanford- Taylor Center for Energy Policy and Finance, 2017. Disponível em: <<https://www-cdn.law.stanford.edu/wp-content/uploads/2017/03/2017-03-20-Stanford-China-Report.pdf>>.

BP (2017). **BP world statistical review of world energy**. Disponível em: <<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/renewable-energy/solar-energy.html>>.

CAMPBELL, Richard J.. **China and United States: A comparison of Green Energy Programs and Policies**. Congressional Research Service. Abr. 2014. Disponível em: <<https://fas.org/sgp/crs/row/R41748.pdf>>.

CASSIOLATO, José E. **As políticas de ciência, tecnologia e inovação na China**. Boletim de Economia e Política Internacional. Rio de Janeiro: IPEA, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3928/1/BEPI\\_n13\\_politicas.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3928/1/BEPI_n13_politicas.pdf)>.

CASSIOLATO, José E.; PODCAMENI, Maria Gabriela; SOARES, Maria Clara C. (orgs.). **Sustentabilidade socioambiental em um contexto de crise**. Rio de Janeiro: Epapers, 2015.

CHEN, Yu. **EU-China Solar Panels Trade Dispute: Settlement and challenges to the EU**. Brussels: European Institute for Asian Studies, 2015. Disponível em: <<http://www.eias.org/wp-content/uploads/2016/02/EU-Asia-at-a-glance-EU-China-Solar-Panels-Dispute-Yu-Chen.pdf>> .

CHINA DAILY. **China, EU settle solar panel dispute**. China Daily, aug, 2013. Disponível em: <[http://www.chinadaily.com.cn/bizchina/2013-08/06/content\\_16875082.htm](http://www.chinadaily.com.cn/bizchina/2013-08/06/content_16875082.htm)>.

CHINA ENERGY PORTAL. **2016 detailed electricity statistics**. Disponível em: <<https://chinaenergyportal.org/en/2016-detailed-electricity-statistics/>>.

CHINA GREENTECH INITIATIVE. **China's Solar PV Value Chain**. CGTI White Paper, 2011. Disponível em: <[http://files.chinagoabroad.com/Public/uploads/v2/v1\\_attachments/2012/04/CGTI2011-REWS1-Solar-PV-Value-Chain.pdf](http://files.chinagoabroad.com/Public/uploads/v2/v1_attachments/2012/04/CGTI2011-REWS1-Solar-PV-Value-Chain.pdf)>.

CINTRA, Marcos Antonio Macedo; SILVA FILHO, Edison Benedito da; PINTO, Eduardo Costa. “Introdução”. In: CINTRA, Marcos Antonio Macedo; SILVA FILHO, Edilson Benedito da; PINTO, Eduardo Costa (organizadores.). **China em transformação: Dimensões econômicas e geopolíticas do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: IPEA, 2015. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=26244](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=26244)>.

CTESP, Center for Study of Science, Technology and Policy. **How did China become the largest Solar PV manufacturing country?**Feb, 2015. Disponível em: <[http://www.cstep.in/uploads/default/files/publications/stuff/CSTEP\\_Solar\\_PV\\_Working\\_Series\\_2015.pdf](http://www.cstep.in/uploads/default/files/publications/stuff/CSTEP_Solar_PV_Working_Series_2015.pdf)>.

DELGADO, Fernanda; FEBRARO, Júlia. Cronos: **China e suas questões de segurança energética**. FGV Energia: Ago, 2017. Disponível em:

<[http://www.fgv.br/fgvenergia/cronos\\_seguranca\\_energetica2/files/assets/common/downloads/publication.pdf](http://www.fgv.br/fgvenergia/cronos_seguranca_energetica2/files/assets/common/downloads/publication.pdf)>.

DESARNAUD, Gabrielle; SEAMAN, John. OBOR and Energy: China's evolving internationalization strategy. In: EKMAN, *et. al.* **Three years of China's new silk roads:**

From words to reaction? *Études de l'Ifri*, Ifri, February 2017. Disponível em:

<[https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/ekman\\_et\\_al\\_china\\_new\\_silk\\_roads\\_2017.pdf](https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/ekman_et_al_china_new_silk_roads_2017.pdf)>.

EDQUIST, C., editor. **Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations**. Pinter Publishers: London, 1997.

EKMAN, *et. al.* **Three years of China's New Silk Roads: From words to (Re)action?** *Études de l'Ifri*, Ifri, February 2017. Disponível em:

<[https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/ekman\\_et\\_al\\_china\\_new\\_silk\\_roads\\_2017.pdf](https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/ekman_et_al_china_new_silk_roads_2017.pdf)>.

EUROPEAN COMMISSION. **EU initiates anti-dumping investigation on solar panel imports from China**. Set. 2012. Disponível em:

<<http://trade.ec.europa.eu/doclib/press/index.cfm?id=829>>.

FERNANDES, Silvia Leticia. **Desenvolvimento de células solares de perovskita baseadas em filmes de óxidos nanoestruturados**. (Tese de Doutorado) Instituto de Química – Universidade Estadual Paulista, UNESP, p. 133, 2016.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London: Frances Pinter, 1987.

GALLAGHER, Kelly Sims; ZHANG, Fan. **Innovation and technology transfer across Global Value Chains: Evidence from China's PV industry**. Climate technology and

development, 2013. Disponível em:

<<http://fletcher.tufts.edu/CIERP/~media/Fletcher/Microsites/CIERP/Publications/2013/Climate%20Technology%20and%20Development%20Case%20-%20Kelly%20Sims%20Gallagher.pdf>>.

GEREFFI, G.; KORZENIEWICZ, M. (Eds.). **Commodity Chains and Global Capitalism**. Westport: Praeger, 1994.

GOUVEIA, Esther Majerowicz. Relações econômicas entre China e Malásia: Comércio, cadeias globais de produção e a indústria de semicondutores. In: CINTRA, Marcos Antonio Macedo; SILVA FILHO, Edilson Benedito da; PINTO, Eduardo Costa (organizadores.). **China em transformação: Dimensões econômicas e geopolíticas do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: IPEA, 2015. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=26244](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=26244)>.

HAO, Y. & HAN K.. China Country Report. In: Kimura, S. & Han, P. (eds.). **Energy Outlook and Energy Saving Potential in East Asia 2016**. ERIA Research Project Report 2015. Jakarta: ERIA, 2016.

HONGWEI, W., Z. KAI and V. Y. ZHANG (2015). ‘The Impacts and Interaction of Upstream and Downstream Policies for the Solar Photovoltaic Industries of China’, in Kimura, S., Y. Chang and Y. Li (eds.), **Financing Renewable Energy Development in East Asia Summit Countries**. ERIA Research Project Report 2014-27, Jakarta: ERIA, pp.223-265.

HOPKINS, Matthew & LI Yin. **The Rise of the Chinese photovoltaic industry: Firms, Governments, and Global Competition**. Draft chapter for *China as a innovation nation*: Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://www.reserachgate.net/publication/281455206>>.

HOPKINS, T.; WALLERSTEIN, I. **Patterns of development of the modern world-system.** Review, 1997, v. 1, n.2.

\_\_\_\_\_. **Commodity chains in the world economy prior to 1800.** Review, 1986, v. 10, n. 1.

HSU, Sara. **Trump's support for China's One Belt, One Road Initiative is bad for US, good for world.** Forbes: May, 2017. Disponível em:  
<<https://www.forbes.com/sites/sarahsu/2017/05/18/trumps-support-for-chinas-one-belt-one-road-initiative-is-bad-for-u-s-good-for-world/#165e9523402e>>.

IER, Institute For Energy Research. **Obama subsidizes US solar energy and promises to do the same in India.** IER, Fev. 2015. Disponível em:  
<<https://instituteforenergyresearch.org/analysis/obama-subsidizes-u-s-solar-energy-promises-india/>>.

JUROWETZKI, Roman; LUNDVALL, Bengt-Ake; LEMA, Rasmus. **Combining the Global Value Chain and the Innovation System perspectives.** DRUID Academy Conference, 2015. Disponível em:  
<[http://druid8.sit.aau.dk/acc\\_papers/p8ym61f17dacl4e0v3afdaitvntv.pdf](http://druid8.sit.aau.dk/acc_papers/p8ym61f17dacl4e0v3afdaitvntv.pdf)>.

KOJIMA, Kiyoshi. **The “flying geese” model of Asian economic development: origin, theoretical extensions, and regional policy implications.** Japan: Journal of Asian Economics, 2000. Disponível em:  
<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.467.243&rep=rep1&type=pdf>>.

LEE, Ahreum; PARK, Eunkyung; MUDAMBI, Ram. **Catch-up and connectivity to global innovation systems: A limited flying geese model?.** Paper presented at DRUID15, Rome, June 15-17, 2015.

LEMOS, Mauro; et. al. Capacitação Tecnológica e Catching-up: o caso das regiões metropolitanas emergentes brasileiras. **Revista de Economia Política**, v. 26, 95-118. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rep/v26n1/a06v26n1.pdf>>.

LI, Quan. **Nanomaterials for sustainable energy**. Switzerland: Springfield, 2016.

LI, Yin; HOPKINS, Matthew. The rise of the Chinese Solar Photovoltaic Industry: Firms, Governments, and Global Competition. In: China as an Innovation Nation, Chapter 12. Oxford: Oxford University Press, 2016.

LUNDVALL, Bengt-Ake. **National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London: Pinter Publishers, 1992.

MATOS, Marcelo G. Pessoa; et. al. **The myth of upgrading and development through insertion in Global Value Chains: a critique based on the Innovation System Literature**. Havana: Globelics, 2015.

MEDEIROS, Carlos A. Integração produtiva: a experiência asiática e algumas referências para o Mercosul. In: ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Integração produtiva: caminhos para o Mercosul**. Brasília: ABDI. 2010. (Série Cadernos da Indústria ABDI, v. 16). Disponível em: <<ftp://ftp-acd.puc-campinas.edu.br/pub/professores/cea/jalex/IntegrProdutivaMedeiros.pdf>>

MEDEIROS, Carlos Aguiar de. **Estrutura Produtiva e Crescimento Econômico em Economias em Desenvolvimento**. Economia & Sociedade, v. 25, p. 569, 2016.

MEDEIROS, Carlos Aguiar de; TREBAT, Nicholas M. **Transforming natural resources into industrial advantage: the case of China's rare earth industry**. Brazilian Journal of Political Economy, v. 37, nº 3, pp. 504-526, 2017. Disponível em: <<http://www.rep.org.br/PDF/148-3.PDF>>.

METCALFE, S. The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives. in P. Stoneman (ed.), **Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change**. Blackwell Publishers: Oxford (UK)/Cambridge(US), 1995.

MILBERG, William; WINKLER, Deborah. **Outsourcing Economics**: Global value chains in capitalist development. New York: Cambridge University Press, 2013.

MULÉ, Timothy. **Utilizing Solar Photovoltaics to Improve Primary HealthCare in Rural and Tribal Regions of Developing Nations**. Dissertação de Mestrado. Universidade Politécnica da Catalunha. 115 p. Disponível em:  
<<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/109428/timothy-mul-masters-thesis-edited-after-submission-lowres.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

NELSON, R. National Innovation Systems. **A Comparative Analysis**: Oxford University Press: New York, 1993.

NREL, NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. **Best Research-Cell Efficiencies**. Disponível em: <<https://www.nrel.gov/pv/assets/images/efficiency-chart.png>>.

NOGUEIRA, Isabela. Cadeias produtivas globais e agregação de valor: a posição da China na indústria eletroeletrônica de consumo. **Revista Tempo do Mundo**, Brasília: Ipea, v.4, n.3, p. 5-46, dez. 2012.

NOGUEIRA, Isabela. Políticas de fomento à ascensão da China nas Cadeias de Valor Globais. In: CINTRA, Marcos Antonio Macedo; SILVA FILHO, Edilson Benedito da; PINTO, Eduardo Costa (organizadores.). **China em transformação**: Dimensões econômicas e geopolíticas do desenvolvimento. Rio de Janeiro: IPEA, 2015. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=26244](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=26244)>.

OLIVEIRA, Susan Elizabeth Martins Cesar de. **Cadeias Globais de Valor e os novos padrões do comércio internacional**: estratégias de inserção de Brasil e Canadá. Brasília: FUNAG, 2015.

PODCAMENI, Maria Gabriela von Bochkor. **Sistemas de inovação e energia eólica**: a experiência brasileira. (Tese de Doutorado) Instituto de Economia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, p. 364, 2014.

RAMOS-RUIZ, Adriana; *et. al.* **Leaching of cádmium and tellurium from cadmium telluride (CdTe) thin-film solar panels under simulated landfill conditions**. Journal of Hazardous Materials (2017). v. 336. p. 57-64. Disponível em: <[http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399\\_GSR\\_2017\\_Full\\_Report\\_0621\\_Opt.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf)>.

REN, Daniel. **New Silk Road offers a US\$7.5b new market for China's solar energy firms**. South China Morning Post: Feb, 2018: Disponível em: <<http://www.scmp.com/business/companies/article/2107648/new-silk-road-offers-us75b-new-market-chinas-solar-energy-firms>>.

REN 21. Renewables 2017 **Global Status Report**. Paris: REN 21 Secretariat. Disponível em: <[http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399\\_GSR\\_2017\\_Full\\_Report\\_0621\\_Opt.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf)>.

STATE FORESTRY ADMINISTRATION OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA.

**China leading in green energy growth**. Out. 2017. Disponível em: <[http://english.forestry.gov.cn/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1650:china-leading-in-green-energy-growth&catid=27&Itemid=165](http://english.forestry.gov.cn/index.php?option=com_content&view=article&id=1650:china-leading-in-green-energy-growth&catid=27&Itemid=165)>.

SUN, Xiaojing. **The role of polity and markets in the development of the solar photovoltaic industry**: evidence from China. (Tese de doutorado) - Georgia Institute of Technology, Atlanta, p. 372, 2016.

SZAPIRO, Marina; *et al.* **Global value chains and national systems of innovation: policy implications for developing countries.** Texto para discussão. UFRJ, 2016. Disponível em: <[http://www.ie.ufrj.br/images/pesquisa/pesquisa/textos\\_sem\\_peq/texto2806.pdf](http://www.ie.ufrj.br/images/pesquisa/pesquisa/textos_sem_peq/texto2806.pdf)>.

TIANJIE, Ma. **China outdid itself again in setting 2020 low-carbon targets.** China Dialogue: 2017. Disponível em: <<https://www.chinadialogue.net/blog/9113-All-eyes-on-China-s-13th-Five-Year-Plan-for-energy/en>>.

TREBAT, Nicholas M.; MEDEIROS, Carlos Aguiar de. Modernização militar no progresso técnico e na inovação industrial chinesa. *In*: CINTRA, Marcos Antonio Macedo; SILVA FILHO, Edilson Benedito da; PINTO, Eduardo Costa (organizadores.). **China em transformação: Dimensões econômicas e geopolíticas do desenvolvimento.** Rio de Janeiro: IPEA, 2015. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2624](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=2624)>.

IRENA (2017). **Rethinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation.** International Renewable Energy Agency: Abu Dhabi. Disponível em: <<http://www.irena.org/publications/2017/Jan/REthinking-Energy-2017-Accelerating-the-global-energy-transformation>>.

UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development. **Tracing the value added in Global Value Chains: Product-level case studies in China.** New York/Geneva: United Nations, 2015.

UNITES STATES OF AMERICA DEPARTMENT OF COMMERCE (2014). **Commerce Finds Dumping of Imports of Certain Crystalline Silicon Photovoltaic Products from China and Taiwan and Countervailable Subsidization of Imports of Certain Crystalline Silicon Photovoltaic Products from China.** Disponível em:

<<http://enforcement.trade.gov/download/factsheets/factsheet-multiple-certain-crystalline-silicon-photovoltaic-products-ad-cvd-final-121614.pdf>>.

WORLD ENERGY COUNCIL. **World Energy Resources** (Solar 2016). Londres, 2016.

Disponível em: <[https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources\\_Solar\\_2016.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources_Solar_2016.pdf)>.

WU, Yixiu. **What is new about the New Development Bank?**. China Dialogue: Aug, 2017.

Disponível em: <<https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/10025-What-is-new-about-the-New-Development-Bank->>.

YANG, *et. al.* **Surface optimization to eliminate hysteresis for record efficiency planar perovskite cells**. Energy & Environmental Science, 2016. Disponível em:

<<http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2016/EE/C6EE02139E#!divAbstract>>.

YU, Hyun Jin Julie. **Public policies for the development of solar photovoltaic energy and the impacts on dynamics of technology systems and markets**. Economies and finances. PSL Research University, 2016.

ZHANG, Sufang; HE, Yongxiu. **Analysis on the development and policy of solar PV power in China**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 21. 2013. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Sufang\\_Zhang3/publication/271889779\\_Analysis\\_on\\_the\\_development\\_and\\_policy\\_of\\_solar\\_PV\\_power\\_in\\_China/links/59edc71ba6fdccbbefd200a0/Analysis-on-the-development-and-policy-of-solar-PV-power-in-China.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sufang_Zhang3/publication/271889779_Analysis_on_the_development_and_policy_of_solar_PV_power_in_China/links/59edc71ba6fdccbbefd200a0/Analysis-on-the-development-and-policy-of-solar-PV-power-in-China.pdf)>.

ZHANG, Fang; GALLAGHER, Kelly. **Innovation and technology transfer through global value chains: Evidence from China's PV industry**. Energy Policy, 2016.

ZHOU, *et. al.* **Advances in Energy Science and Equipment Engineering**. London: CRC Press, 2015.