

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**A IMPORTÂNCIA DO BNDES NO FINANCIAMENTO DE  
ECOINOVAÇÕES EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA  
DISTRIBUIDA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
BRASILEIRO.**

FELIPE ALVES FONTES SIQUEIRA

Matricula nº 112193056

ORIENTADOR: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Esther Dweck

CO-ORIENTADOR: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Maria Gabriela Podcameni

SETEMBRO 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**A IMPORTÂNCIA DO BNDES NO FINANCIAMENTO DE  
ECOINOVAÇÕES EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA  
DISTRIBUIDA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
BRASILEIRO.**

---

FELIPE ALVES FONTES SIQUEIRA

Matricula nº 112193056

ORIENTADOR: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Esther Dweck

CO-ORIENTADOR: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Maria Gabriela Podcameni

SETEMBRO 2019

*As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do autor*

*Dedico este trabalho a minha mãe,  
Vilmaci Alves Fontes Siqueira, por  
sempre me fazer acreditar que meus  
sonhos se tornariam realidade.*

## AGRADECIMENTOS

A construção de um trabalho monográfico é um período de muita atenção, árduo e de bastante descobertas. Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus pelo dom da vida, a sociedade brasileira que ainda permite a existência de uma universidade pública e gratuita e pela oportunidade que me deram.

Aos meus pais, Vilmaci Alves Fontes Siqueira e Celio de Azevedo Siqueira, pela minha educação, por todo carinho e apoio durante a vida acadêmica. Por sempre me incentivarem a busca pelo conhecimento.

Ao meu companheiro, Renan Gomes da Costa, que me entendeu, me aturou e me deu apoio emocional durante boa parte da elaboração deste trabalho.

Durante a vida acadêmica tive a oportunidade de conhecer pessoas bastante especiais que vou levar pelo resto da minha vida. O Instituto de Economia/UFRJ me deu como herança meus amigos: Raissa Tenuto, Pedro Paulo Gonçalves Neto, Lorena Luz, Yasmin Marinho, Vinicius Schmidt, Ana Gabriela Viana e ao Andrey Takashi, este último, por ter me dado muito suporte nas questões relacionadas à monografia – inclusive de madrugada. Acreditem, ele me salvou! Obrigado a todos vocês por fazerem parte da minha vida e deixá-la mais leve.

À Comissão de Valores Mobiliários (CVM) pela existência do programa de estágio. Ao Claudio Maes – Analista de Mercado de Capitais na CMV – que acreditando no meu potencial me contratou e me incluiu no projeto do Laboratório de Inovação Financeira<sup>1</sup> (LAB).

Agradeço ao LAB, importante iniciativa em parceria da CVM-BID-ABDE-GIZ, por ter me proporcionado participar de diversas discussões no âmbito do GT Finanças Verdes a respeito do tema Eficiência Energética e Geração Solar Distribuída. Graças a esta oportunidade, tais temas foram abordados neste trabalho.

Não poderia deixar de fora o restante da família CVM como um todo. Ao Glauco José Souza, por diversas vezes fazer provocações a respeito do meu tema e do desenvolvimento do meu trabalho. Agradeço ao Marcelo Ronchini e aos demais estagiários da SOI pelo clima descontraído de trabalho.

À Marilena Lacerda e Eloísa de Almeida (as bibliotecárias da CVM), por fazerem minhas tardes de estágio mais agradáveis e pelos nossos momentos de chá.

---

<sup>1</sup> <http://www.labinovacaofinanceira.com/>

“O pessimista queixa-se do vento, o otimista espera que ele mude e o realista ajusta as velas.”

*William G. Ward*

## RESUMO

O conceito de Desenvolvimento Sustentável trouxe uma nova abordagem para a relação entre o homem e o meio ambiente, bem como um novo modo de se pensar sobre o desenvolvimento econômico das nações. No âmbito da teoria Neo-schumpeteriana, as ecoinovações podem ser vistas como centro da dinâmica no sistema econômico, sendo caracterizadas por um processo não-linear, mas sistêmico e interativo. A disponibilidade de financiamento, por sua vez, é essencial para o desenvolvimento tecnológico, bem como para a difusão e uso das inovações voltadas à sustentabilidade, também conhecidas como ecoinovações. Entre a gama de ecoinovações existentes, as voltadas para a geração de energia elétrica via fonte solar são vistas como estratégicas para o alcance da diversificação da matriz elétrica renovável brasileira. Além de trazerem benefícios econômicos ao país e redução dos custos de energia, as ecoinovações em energias renováveis são essenciais para mitigação das mudanças climáticas causadas pela emissão de gases efeito estufa.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento Sustentável; Ecoinovação; Energia Solar Fotovoltaica; Geração Distribuída; Financiamento.

## SÍMBOLOS, ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES

ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

AFD – Agência Francesa de Desenvolvimento

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BEI – Banco Europeu de Investimento

BNDE – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BNDESPar - BNDES Participações S.A.

C&T&I – Ciência, Tecnologia e Inovação

C.A. – Corrente alternada

C.C. – Corrente contínua

CO<sup>2</sup> – Dióxido de Carbono

CONFAZ – Conselho Nacional de Política Fazendária

COP – Conferência das Partes

CRI – Certificado de Recebíveis Imobiliários

ECO-92 – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

EUA – Estados Unidos da América

EVA – Etileno-Vinil-Acetato

FGTS – Fundo de Garantia de Tempo de Serviço

FIDC – Fundo de Investimento em Direitos Creditórios

FIT – Feed-in tariff

FNMC – Fundo Nacional sobre Mudança do Clima

FUNTEC – Fundo Tecnológico

GIZ – Associação Alemã para Cooperação Internacional (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH)

GW – Gigawatt

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IEA – Agência Internacional de Energia (International Energy Agency)

kW – Kilowatt

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MW – Megawatt

MWp – Megawatt-pico

ODM – Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

P,D&I – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

PAAR – Plano Anual de Aplicação de Recursos

PADIS – Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores

PBM – Plano Brasil Maior

PDDE – Plano Decenal de Expansão de Energia

PDP – Política de Desenvolvimento Produtivo

PIB – Produto Interno Bruto

PITCE – Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

PLS – Projeto de Lei do Senado

PMEs – Pequenas e Médias Empresas

PND – Plano Nacional de Desestatização

PNMC – Política Nacional sobre Mudança do Clima

PNP – Programa de Nacionalização Progressiva

PROESCO – Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética

PROFARMA – Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Cadeia Produtiva Farmacêutica

ProGD – Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica

PRSA – Política Corporativa de Responsabilidade Social e Ambiental

REIDI – Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura

SNI – Sistema Nacional de Inovação

## ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS

### FIGURAS

- Figura 1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, p. 21.
- Figura 2. Sistema Nacional de Inovação, p. 29.
- Figura 3. Esquema de um Sistema de Energia Solar Fotovoltaica Distribuída, p. 38.
- Figura 4. Ranking dos estados brasileiros em termos de geração de energia solar distribuída, p. 53.
- Figura 5. Mapa da Irradiação Solar no Brasil, p. 54.
- Figura 6. Estrutura do financiamento de energia solar fotovoltaica distribuída via Fundo Clima, p. 71.

### GRÁFICOS

- Gráfico 1. Evolução anual da capacidade instalada solar fotovoltaica em Megawatt-pico DC (MWpdc), p. 40.
- Gráfico 2. Matriz energética mundial e brasileira, p. 46.
- Gráfico 3. A matriz elétrica brasileira, p. 47.
- Gráfico 4. Evolução no número de unidades brasileiras com geração solar fotovoltaica distribuída, p. 49.
- Gráfico 5. Evolução dos Desembolsos Totais do BNDES em comparação com os desembolsos em Economia Verde (2012 – 2018), p. 65.
- Gráfico 6. Composição dos Desembolsos para a Economia Verde em 2018, p. 66.
- Gráfico 7. Principais financiadores de projetos de energia renovável (2009-2018), p. 67.
- Gráfico 8. Volume de Desembolso para Energia Solar Fotovoltaica por Agente Financeiro e por Categoria do Tomador (2018 - 2019), p. 74.
- Gráfico 9. Unidades consumidoras com geração solar fotovoltaica distribuída na região sul (2016 – 2019), p. 75.
- Gráfico 10. Contratações por origem de recursos no período (2017-2018), p. 77

### TABELAS

- Tabela 1. Descrição dos principais mecanismos de regulação e organização de mercados como incentivo para energia solar fotovoltaica pelo mundo, p. 44.
- Tabela 2. Descrição dos principais mecanismos de incentivo para energia solar fotovoltaica distribuída no Brasil, p. 51.
- Tabela 3. Desembolsos do BNDES, p. 63.
- Tabela 4. Volume de Desembolsos do BNDES via Fundo Clima (Subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes) para energia solar fotovoltaica (2018-2019), p. 72.
- Tabela 5. Projeção do Número de Domicílios (mil) no Brasil (2017-2026), p. 73.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1 – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A ECOINOVAÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1. Conceito de Desenvolvimento Sustentável .....	18
1.2. Papel das Tecnologias Ambientais e EcoInovações no debate da sustentabilidade .....	22
1.3. Inovações e EcoInovação: Entendendo os conceitos.....	24
1.3.1. Schumpeter e Inovação.....	24
1.3.2. EcoInovação.....	25
1.4. Inovação e EcoInovação: Compreendendo um pouco mais sobre sua dinâmica e seus determinantes.....	28
1.5. A importância do financiamento nas EcoInovações.....	32
1.6. Conclusão .....	34
<b>CAPÍTULO 2 - ENERGIA SOLAR NO BRASIL .....</b>	<b>36</b>
2.1. Energia Renovável Solar .....	37
2.2. Panorama mundial da energia solar fotovoltaica.....	39
2.2.1. Políticas de incentivo à energia solar.....	42
2.3. Panorama nacional da energia solar fotovoltaica distribuída .....	45
2.3.1. Oportunidades e desafios para o desenvolvimento do setor no Brasil .....	50
2.4. A importância do financiamento para o desenvolvimento da fonte solar no Brasil.....	56
2.5. Conclusão .....	58
<b>CAPÍTULO 3 – O BNDES E O FINANCIAMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA.....</b>	<b>60</b>
3.1. O BNDES no financiamento da economia brasileira .....	60
3.2. O aprofundamento do BNDES às questões ambientais .....	63
3.2.1. Análise da evolução dos desembolsos do BNDES para a Economia Verde .....	64
3.3. Linhas de financiamento para a energia solar no BNDES .....	68
3.3.1. O Fundo Clima .....	70
3.3.2. O financiamento da energia solar na Região Sul.....	73
3.4. Análise de algumas barreiras para o desenvolvimento do setor solar fotovoltaico brasileiro .....	77
3.5. Conclusão .....	79
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>93</b>

## INTRODUÇÃO

A importância do estudo a respeito do desenvolvimento sustentável traz o senso de urgência das questões relacionadas ao atendimento das necessidades e aspirações humanas e a preservação do meio ambiente. A área da sustentabilidade tem o desafio de tentar balancear crescimento e bem-estar e, ao mesmo tempo, pensar no planeta como uma unidade de todos a longo prazo e que o uso de seus recursos naturais deve ser planejado a partir da perspectiva do interesse comum (ONU, 1987, p. 46-49).

A crescente preocupação com o meio ambiente e os impactos climáticos ao planeta em virtude do desenvolvimento econômico originou diversas agendas sustentáveis ao redor do mundo, como o Acordo de Paris, na Conferência das Partes (COP), que estabeleceu o compromisso da redução de emissão de poluentes em diversos países<sup>2</sup>. O Brasil, por sua vez, se comprometeu na redução de gases de efeito estufa trazendo consigo a importância dos estudos em fontes alternativas de energias renováveis que possam ser incorporadas à matriz elétrica brasileira.

O mundo vem expandindo de forma significativa o uso da fonte solar para geração de energia elétrica. O Brasil, por outro lado, possui vantagens para o uso desse tipo de fonte de energia - que serão apresentadas ao longo deste trabalho -, entretanto, a energia não é aproveitada de maneira satisfatória. Desse modo, proporcionar os devidos incentivos para propagação do uso da energia solar distribuída entre os agentes torna-se uma grande estratégia para que o Brasil possa cumprir com os acordos firmados. Além disso, a difusão de EcoInovações pode trazer benefícios econômicos ao estimular as indústrias brasileiras a se tornarem mais eficientes.

O presente trabalho, portanto, tem por objetivo refletir em que medida o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), enquanto instituição financeira de desenvolvimento, tem contribuído com o desenvolvimento sustentável no Brasil através do detalhamento das medidas para financiamento que incentivam a difusão de ecoinovações em energia solar fotovoltaica distribuída. Para isso, foi realizada uma resenha bibliográfica que buscou estudar os objetivos específicos, que podem ser identificados como: (i) compreender o

---

<sup>2</sup> A Conferência das Partes (COP) é o órgão supremo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), que reúne anualmente os países Parte em conferências mundiais. A primeira COP ocorreu em 1995 em Berlim. O Acordo de Paris é um tratado no âmbito da [Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima](#) (CQNUMC), que rege medidas de redução de emissão de [gases estufa](#) a partir de 2020, a fim de conter o [aquecimento global](#) abaixo de 2 °C, preferencialmente em 1,5 °C, e reforçar a capacidade dos países de responder ao desafio, num contexto de [desenvolvimento sustentável](#). O acordo foi negociado em [Paris](#) durante a [COP21](#), e aprovado em 12 de dezembro de 2015.

conceito de desenvolvimento sustentável; (ii) compreender o conceito deecoinovações e sua dinâmica dentro da economia; (iii) analisar a energia solar distribuída como fonte de energia elétrica; (iv) estudar os principais incentivos para energia solar fotovoltaica no Brasil e no mundo; e (v) estudar as medidas de financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para a auto geração de energia elétrica via fonte solar e como essas medidas interagem com os incentivos para o desenvolvimento do setor solar. A monografia está dividida em três capítulos além desta introdução e as considerações finais.

No primeiro capítulo é apresentada a abordagem do referencial teórico Neoschumpeteriano, que é utilizado durante todo trabalho. Inicialmente, a seção 1.1 e 1.2 discutem sobre os desdobramentos dos conceitos do desenvolvimento sustentável e a relação das tecnologias ambientais com o tema da sustentabilidade. Em seguida, a seção 1.3 aborda a teoria de Joseph Schumpeter, em que as inovações são consideradas o centro na dinâmica do desenvolvimento econômico. Além disso, esta seção busca entender o conceito deecoinovações. A seção 1.4 discute os determinantes e a dinâmica das Ecoinovações em um contexto de Sistema Nacional de Inovação. Por fim, a seção 1.5 aborda a importância do financiamento nas ecoinovações e a 1.6 a conclusão do capítulo.

O segundo capítulo apresenta as principais características da energia solar distribuída como fonte de energia renovável. Este subdivide-se na seção 2.1, que discute a energia solar como uma fonte de energia renovável, a seção 2.2 que apresenta o panorama internacional da energia solar, bem como os principais incentivos para este tipo de energia praticados pelo mundo. A seção 2.3 apresenta o panorama da energia solar distribuída, além das vantagens e os desafios presentes no Brasil para o desenvolvimento do setor. Por fim, a seção 2.4 aborda a importância do financiamento para o desenvolvimento da fonte solar e a seção 2.5 a conclusão do capítulo.

O terceiro capítulo apresenta a importância do BNDES como fonte de financiamento de longo prazo para a energia solar e sua interação com os demais incentivos para o desenvolvimento do setor solar. Este subdivide-se em cinco subseções. A seção 3.1 discute o BNDES como financiador da economia brasileira, a seção 3.2 debate as adequações do banco para incluir ao seu escopo às questões ambientais. A seção 3.3 levanta as linhas de financiamento do BNDES, bem como as estratégias adotadas pelo banco para fomentar o setor solar. Por fim, a seção 3.4 traz algumas barreiras para o desenvolvimento do setor e a seção 3.5 a conclusão do capítulo.

Por fim, são apresentadas as considerações finais sobre a monografia e as referências bibliográficas.

# **CAPÍTULO 1 – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A ECOINOVAÇÃO**

A ideia de desenvolvimento econômico caminha por uma longa trajetória de debates acerca do seu conceito, sendo a questão de como alcançá-lo uma questão central para o processo de decisão econômica das nações. Por meio deste, há o surgimento da teoria do desenvolvimento econômico, em que diversas correntes teóricas perseguem caminhos diferentes e buscam encontrar soluções para melhorar as condições de vida nos países, através do incremento da produtividade do trabalho e a forma de distribuição e utilização do produto social.

Furtado (1961, p. 25) levanta em seus textos a questão da metodologia na teoria do desenvolvimento. Há uma primeira etapa que consiste na formulação de modelos de crescimento que de maneira abstrata buscam explicar o fenômeno nos países desenvolvidos. Em um segundo momento, esses elementos do modelo são contrapostos aos fatos históricos, onde muitos economistas tentam, por meio da generalização da realidade, encontrar elementos no caminho para o alcance do desenvolvimento em países que já são considerados desenvolvidos e replicá-los nos países que ainda estão em desenvolvimento.

Hirschmann (1981, p. 2-4) analisa a evolução da disciplina a partir da origem de diferentes correntes ideológicas e faz um esforço para mapeá-las. O autor destaca a existência de diversas correntes. A corrente Ortodoxa argumenta que o comércio entre grupos de países podem resultar em benefício mútuo – o que ele chama de afirmação do benefício mútuo – e de que há apenas uma teoria econômica que comporta todos os países – afirmação monoeconômica. Há também outras correntes que rejeitam o pressuposto da “afirmação monoeconômica”, como é o caso da Neomarxista e a Economia Desenvolvimentista. Essas acreditam que deveria ter uma análise diferenciada para alguns países, aqueles considerados “subdesenvolvidos”, onde seriam tratados a partir de uma abordagem alternativa daqueles países que já possuem suas indústrias avançadas e tiveram suas experiências absorvidas para a construção da economia tradicional.

A partir disso, Hirschman (1981, p. 6-7) expõe a dificuldade do estabelecimento de novos modelos de desenvolvimento econômico, visto que a teoria ortodoxa era forte e amplamente aceita na época. Porém, a crescente descrença dos modelos ortodoxos com a crise dos anos 1930 acabaram por apoiar, mesmo que involuntariamente, novas teorias. Culminando,

dessa forma, na ascensão da chamada “revolução Keynesiana” durante os anos 1930-50 que foi o ponto crucial para o fortalecimento de teorias alternativas à economia tradicional.

De maneira geral, as teorias foram surgindo e, em parte, tratavam dos países subdesenvolvidos a partir da ideia relacionada ao subemprego rural - característica comum entre esses países. Esse fenômeno foi amplamente estudado por Arthur Lewis em seu artigo “O Desenvolvimento Econômico com oferta ilimitada de mão-de-obra”, resultando na abertura da ideia de novas abordagens e contribuição para o sistema de análise Keynesiano, ao estender a ideia de subemprego a outros fatores além do fator trabalho (HIRSCHMAN, 1981, p. 7-9).

Hirschman (1981, p. 10) aponta que outras teorias, como a do etapismo evolutivo em Rostow ou a teoria do grande impulso (Big Push) de Paul Rosenstein-Rodan, foram construídas a partir da perspectiva de países industrialmente atrasados. O autor se apoia no fato de que esses países foram alicerce na industrialização de outros e ao se especializarem em produtos de base para exportação, se atrasaram na industrialização. Nessa perspectiva, fica nítido a carência de condições desses países para alcançarem a industrialização, sugerindo uma “força-tarefa” para solucionar a questão do desenvolvimento. Em alguns casos, essas teorias tomavam forma até de etapas, com isso, o surgimento de diversas metáforas dentro das teorias como aponta Hirschman (1981, p. 10) no seguinte trecho:

“The long delay in industrialization, the lack of entrepreneurship for larger ventures, and the real or alleged presence of a host of other inhibiting factors made for the conviction that, in underdeveloped areas, industrialization required a deliberate, intensive, guided effort. Naming and characterizing this effort led to a competition of metaphors: big push (Paul Rosenstein - Rodan), take off (Walt W. Rostow), great spurt (Alexander Gerschenkron), minimum critical effort (Harvey Leibenstein), backward and forward linkages (Albert O. Hirschman)” (HIRSCHMAN, 1981, p. 10).

Entretanto, é possível notar que o método de impor etapas, como visto em algumas teorias, pode originar diversos debates. Os países são estruturalmente diferentes, cada economia segue um determinado processo de desenvolvimento, e, tampouco, é possível descartar a variável tempo que altera o cenário em que está ocorrendo o processo de desenvolvimento em cada país. Há o acúmulo dos processos históricos que podem levar os países a encarar outras realidades econômicas. Esses indícios mostram a dificuldade de “generalizar etapas” de como alcançar o ápice do chamado desenvolvimento (FURTADO, 1961, p. 26).

Hirschman (1981, p. 11) elenca os obstáculos que os países em desenvolvimento percorrem ao tentar se industrializar. O autor aponta elementos como a oferta ilimitada de mão de obra, a escassez de financiamento, o surgimento das corporações transnacionais, o fato da industrialização vir acompanhada de persistente inflação e pressões sobre o balanço de

pagamentos. Em suma, conclui que nem sempre é possível replicar as experiências passadas e que novas variáveis exigem o estudo crítico e constante das teorias de desenvolvimento econômico.

As múltiplas teorias abrem espaço para a análise do que se tem propagado a respeito do desenvolvimento, Chang (por exemplo Chang, 2002) apresenta críticas aos modelos que têm sido compartilhados por algumas economias consideradas desenvolvidas, onde o Estado é colocado como coadjuvante durante o processo de desenvolvimento. Tais países buscam disseminar a ideia de que o livre-comércio é o caminho ideal para alcançar o progresso e que traz benefícios para todos os países, mas omitem a importância do Estado durante os seus processos de desenvolvimento (CHANG, 2002, p. 14-24).

Para países como a Grã-Bretanha e os Estados Unidos, por exemplo, a importância da proteção da indústria nascente mostrou-se essencial no período de fortalecimento da competitividade de suas indústrias. Para reforçar a ideia de que as nações querem suprimir a importância do Estado em suas fases iniciais de progresso, com a intenção de omitir o caminho traçado para o desenvolvimento, Chang (2002, p. 16-17) menciona a seguinte passagem de List (1885, p. 295-6):

“É um expediente muito comum e inteligente de quem chegou ao topo da magnitude chutar a escada pela qual subiu a fim de impedir os outros de fazerem o mesmo. (...). Qualquer nação que, valendo-se de taxas protecionistas e restrições à navegação, tiver levado sua capacidade industrial e sua navegação a um grau de desenvolvimento que impeça as outras de concorrerem livremente com ela não pode fazer coisas mais sábias do que chutar a escada pela qual ascendeu à grandeza, pregar os benefícios do livre-comércio e declarar, em tom penitente, que até recentemente vinha trilhando o caminho errado, mas acaba de descobrir a grande verdade” (LIST, 1885, p. 295-6, apud CHANG, 2002, p. 16-17).

Furtado (1998) afirma que boa parte das literaturas sobre a questão do desenvolvimento procuram afirmar que o modelo de desenvolvimento ideal para alcance da melhora no padrão de vida seria o baseado no consumo em massa praticado pelos países líderes da revolução industrial. Partindo da crença que, a partir desse modelo, todos os países em desenvolvimento conseguiriam acumular cada vez mais capital e alcançariam o padrão de consumo praticado em países desenvolvidos. Como se pode constatar através do trecho:

“A literatura sobre desenvolvimento econômico do último quarto de século nos dá um exemplo meridiano desse papel diretor dos mitos nas ciências: pelo menos noventa por cento do que aí encontramos se funda na ideia, que se dá por evidente, segundo a qual o *desenvolvimento econômico*, tal qual vem sendo praticado pelos países que lideram a revolução industrial, pode ser universalizado. Mais precisamente: pretende-se que os standards de consumo da minoria da humanidade, que atualmente vive nos países altamente industrializados, é acessível às grandes massas de população em rápida expansão que formam o chamado terceiro mundo” (FURTADO, 1998, p. 16).

Contudo, não se sabe ao certo se realmente seria possível replicar esse tipo de “modelo de sociedade” para todas as nações, pois a maioria deles não estudam as consequências de suas aplicações para a sociedade como um todo. Além de serem modelos carregados e baseados nos interesses privados, que nem mensuram as consequências da busca constante pelo crescimento desenfreado e nem julgam os meios pelos quais vão alcançá-lo. Como fica nítido na seguinte passagem de Furtado (1998):

“Por que ignorar na medição do PIB, o custo para a coletividade da destruição dos recursos naturais não renováveis, e os dos solos e florestas (dificilmente renováveis)? Por que ignorar a poluição das águas e a destruição total dos peixes nos rios em que as usinas despejam seus resíduos? Se o aumento da taxa de crescimento do PIB é acompanhado da baixa do salário real e esse salário está no nível de subsistência fisiológica, é de admitir que estará havendo um desgaste humano” (FURTADO, 1998, p. 116).

Portanto, um dos desafios que foram lançados para a sociedade atual é caminhar para uma nova abordagem de desenvolvimento que busque incorporar o conceito de sustentabilidade.

### **1.1. Conceito de Desenvolvimento Sustentável**

A escassez de recursos e o custo de oportunidade<sup>3</sup> são termos presentes dentro do campo da economia, fundamentais para a discussão sobre alocação de recursos. Com o surgimento do relatório formulado pelo Clube de Roma em 1972 que abordava os limites de crescimento do planeta, a questão do gerenciamento dos recursos existentes, em especial aqueles essenciais para a vida de todos, se tornou ainda mais essencial na pauta do desenvolvimento (MEADOWS, 1972, p. 17-24). O relatório “limites do Crescimento” (1972) teve especial importância para a problemática ambiental, principalmente pela imensa divulgação internacional que acabou por colocar a questão ambiental na agenda política mundial, mas também por trazer “*para o primeiro plano da discussão problemas cruciais que os economistas do desenvolvimento econômico sempre deixaram à sombra*” (FURTADO, 1998, p. 09). A proposta central de “Limites do Crescimento” era parar o crescimento econômico e populacional. A ideia-chave do documento, sintetizada sob o estigma de “crescimento zero”, era dificilmente aceitável tanto do ponto de vista econômico quanto do político, principalmente em curto prazo (RATTNER, 1979: 191).

Diversas críticas se seguiram ao relatório Limites do Crescimento. A Universidade de Sussex, por exemplo, criticou ao documento defendendo que os limites do crescimento são mais

---

<sup>3</sup> De acordo com Mankiw (2013), o custo de oportunidade pode ser entendido como o custo de se abrir mão de alguma coisa em detrimento de outra.

políticos e sociais que econômicos e que o relatório subestimou o progresso técnico (OLIVEIRA, 2012). Na mesma linha, Sachs (2002, p. 50-51) aponta que a incorporação das questões ambientais da forma como o relatório propunha poderiam atrasar a industrialização dos países em desenvolvimento. Diversos autores latino-americanos criticaram o relatório, pois este representaria que as nações periféricas não atingissem o mesmo grau de desenvolvimento dos países mais ricos (PORTO-GONÇALVES, 1985; FURTADO, 1998; ACSELRAD, 1993).

Desse modo, ao passo que as questões ambientais foram tomando cada vez mais força nesse campo e, principalmente, a partir da Conferência de Estocolmo estruturada pela ONU (Organização das Nações Unidas) em 1972. Um dos principais resultados desta conferência foi a Declaração de Estocolmo, primeiro documento internacional reconhecendo que o meio ambiente era um direito humano. A partir deste momento, ficou nítida a importância de rever as relações entre o homem e o meio ambiente.

Em meio ao debate, o conceito “Ecodesenvolvimento” é apresentado por Maurice Strong em 1973. Este conceito se torna central no debate da sustentabilidade. O ecodesenvolvimento reconhece a relevância da necessidade do crescimento econômico, mas não de maneira extremista, levando-se em consideração aspectos relacionados ao meio ambiente nas decisões estratégicas do desenvolvimento. (FERNANDEZ, 2011, p.110; SACHS, 2002, p. 52).

Na década seguinte, o relatório Nosso Futuro Comum (1987, p. 46) trouxe uma das definições mais conhecidas tomadas para o Desenvolvimento Sustentável e parte do pressuposto que *“é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”*. Portanto, ela relacionava o desenvolvimento das nações com a melhora da qualidade de vida para todos de maneira equitativa, entendendo as limitações que o planeta apresenta e utilizando os recursos naturais de maneira mais eficiente e consciente, atendendo as necessidades presentes e preservando para que futuras gerações também possam usufruir desses recursos. (ONU, 1987, p. 46-49).

A partir da concepção do que é o “desenvolvimento sustentável” pelo relatório Nosso Futuro Comum, diversos novos pontos de vista foram agregando. Sikdar (2003), por exemplo, parte do pressuposto da limitação dos recursos naturais no planeta e do seu uso desigual – a maior parte dos recursos utilizados no presente é aproveitada por uma minoria das pessoas que vivem em nações mais ricas. Por outro lado, o autor também chama atenção para a desproporção

no uso de recursos entre as diferentes gerações. Baseado nisso, encontra o desenvolvimento sustentável através de “um equilíbrio sábio entre desenvolvimento econômico, administração e equidade social” (SIKDAR, 2003, p. 1928).

Enquanto Sachs (2002, p. 85) vai além e implementa ao arcabouço teórico oito dimensões ao conceito, abrangendo não apenas aspectos ambientais e econômicos, mas sociais, culturais, territoriais e de cunho político nacional e internacional. Portanto, partindo desta ótica, para que o desenvolvimento econômico de determinada nação fosse considerado como “desenvolvimento sustentável” seria necessário abarcar todas essas dimensões da sustentabilidade.

O Desenvolvimento Sustentável tem por finalidade a garantia da vida humana com oportunidades iguais e o suprimento das necessidades básicas de todos. Sendo o acompanhamento contínuo das questões ambientais a garantia do atendimento das necessidades intergeracionais indefinidamente, evitando que em algum momento no tempo o planeta entre em colapso ambiental (ONU,1987, p. 46-47; SACHS, 2002, p. 66-67).

Bellen (2007) chega à seguinte conclusão a respeito dos diversos conceitos que são atribuídos e vão evoluindo ao longo do tempo:

“O conceito de desenvolvimento sustentável provém de um processo histórico de reavaliação crítica da relação existente entre a sociedade civil e seu meio natural. Por se tratar de um processo contínuo e complexo, observa-se hoje que existe uma variedade de abordagens que procura explicar o conceito de sustentabilidade” (BELLEN, 2007, p. 23).

Entre tantas concepções e dimensões, é possível notar o quão relevante é o papel da sociedade na atribuição do uso dos recursos para construir novos caminhos e mudar resultados. Diante disso, a maior atribuição do tema por meio de uma série de iniciativas tornou-se estratégico para articular as nações, propagando boas práticas e impulsionando o desenvolvimento sustentável no globo.

A ECO-92 <sup>4</sup> (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento) pode ser apontada como uma dessas importantes iniciativas. Realizada no Rio de Janeiro em 1992, vinte anos após a conferência de Estocolmo, consolidando e tomando como referência a abordagem do “Desenvolvimento Sustentável”. Esta conferência recomendava um caminho alternativo de desenvolvimento a partir da chamada “Agenda 21”

---

<sup>4</sup> Também conhecida como a Rio92 ou a Cúpula da Terra.

(vinte um), que reúne práticas para o desenvolvimento sustentável e reafirma dimensões como as sociais, ambientais, culturais e políticas do seu conceito (ONU, 2019).

Embora os acordos climáticos sejam fundamentais e complementares, somente eles não são suficientes para garantir o desenvolvimento sustentável. Inicialmente, a criação dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), nos anos 2000, foi fundamental para estabelecer uma primeira agenda global constituída por 8 metas (KOELLER, 2018, p. 7). Entretanto, com a virada do milênio, o prazo dos ODM se encerram e estes são substituídos pelos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) – apresentado na Figura 1 abaixo. Assim como a formação da chamada “Agenda 2030”, onde foram implementadas 169 metas que estabelecem as principais problemáticas que devem ser sanadas pelas nações até 2030. A construção de um plano de ação comum é uma estratégia que torna mais claro os objetivos almejados com o Desenvolvimento Sustentável, estipulando um trabalho conjunto em prol do planeta como um todo (ONU, 2016, p. 1).

**Figura 1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.**



Fonte: Site das Nações Unidas, 2019.

Entre os 17 ODS, o ODS 9 promove a construção de infraestruturas resilientes, a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação. Portanto, ressalta a importância das tecnologias sustentáveis, principalmente, dentro das indústrias. Assim como já previa entrelinhas o relatório de Brundtland (1987, p. 48), a tecnologia é uma peça chave que pode prevenir o mal-uso dos recursos, bem como a orientação ao progresso tecnológico pode viabilizar novos horizontes que garantam a sustentabilidade. O papel das tecnologias ambientais no âmbito da sustentabilidade será o tema analisado com maior profundidade na próxima seção.

## 1.2. Papel das tecnologias ambientais e EcoInovações no debate da sustentabilidade

Com a introdução das tecnologias na produção ao longo do tempo, elas vêm sendo consideradas como sinônimo de crescimento e sinal de desenvolvimento econômico. Por meio delas é possível viabilizar maior produção e ter menores custos, porém para atingir tais resultados, inicialmente, não foram mensurados os impactos ao planeta ou as perspectivas de longo prazo. Talvez, naquele primeiro período, devido a abundância de recursos naturais, a sustentabilidade desse processo não fosse uma variável relevante a ser estudada (LUSTOSA, 2011, p. 112).

O uso desenfreado de técnicas e formas produtivas nocivas ao planeta – uso de tecnologias intensivas em determinados recursos naturais, sem levar em consideração as consequências de sua utilização ao meio ambiente – podem gerar poluição e trazer externalidades negativas ao meio ambiente e à sociedade. Como aponta Cánepa (2010) sobre a abordagem pigouviana:

“(...) o dano causado pela poluição é um custo social, uma externalidade negativa, resultante do fato de um agente econômico, pela sua atividade, gerar um custo pelo qual outro agente tem que pagar. Assim, por exemplo, temos o caso de uma fábrica de cimento, que por meio da fumaça emitida pela sua chaminé (que contém material particulado e dióxido de enxofre), acaba gerando custos adicionais a outros empreendimentos (lavanderia, p. ex.) e aos moradores circundantes” (CANÉPA, 2010, p. 80).

A incorporação desses tipos de técnicas aos modelos de desenvolvimento dos países, não reflete o desenvolvimento sustentável, visto que sua utilização resulta diretamente em danos ao meio ambiente como se pode averiguar hoje os casos de poluição das águas, do solo e do ar. O acúmulo desses impactos pode aprofundar e tomar proporções ainda maiores como, por exemplo, o aquecimento global e a utilização dessas tecnologias podem desencadear a perda de estoque de recursos naturais.

Levando em consideração que os danos causados ao planeta são intertemporais, ou seja, passam de geração em geração, há um espaço de tempo natural para reposição de tais recursos no meio ambiente. Caso contrário, determinado recurso natural pode caminhar para extinção devido às incertezas relacionadas aos impactos no planeta. Como aponta Lustosa (2011, p. 112) na seguinte passagem:

“A depleção dos recursos naturais e a poluição são problemas ambientais resultantes das ações antrópicas, que também levam à perda da biodiversidade, gerando desequilíbrios nos ecossistemas e fazendo com que percam parte de suas funções biológicas e sociais. Esse conjunto de problemas é denominado de “questão ambiental”. Seus efeitos negativos sobre o meio ambiente são resultados de decisões e ações passadas, sugerindo uma interdependência temporal (*path dependence*), revelando um processo de mudanças

contínuas e evidenciando incertezas em relação ao conhecimento dos impactos ambientais resultantes do crescimento econômico” (LUSTOSA, 2011, p. 112).

Com isso, é possível notar a importância de encontrar formas alternativas de os países crescerem, se desenvolverem, levando em consideração a ótica de que há uma finitude de recursos naturais, que esses precisam ser utilizados de maneira mais eficiente e a necessidade de se evitar que determinados tipos de produto sejam lançados na natureza durante o processo de produção.

A partir disso, muito se tem debatido a respeito da incorporação da consciência ambiental aos processos de produção através de novas tecnologias, visto que com o crescimento populacional há o incremento da demanda por novos produtos e serviços visando bem-estar e esse aumento da demanda resulta no uso dos recursos naturais do planeta cada vez mais intensivamente para o aumento da produção.

Nessa perspectiva, Freeman (1996, p. 32) traz à discussão a ideia de que ao longo do tempo a crescente escassez de determinados recursos farão com que seus preços aumentem, incorrendo em maiores custos e incentivando a substituição para técnicas mais eficientes que utilizem materiais recicláveis e tecnologias antipoluentes. Desse modo, mecanismos de competição impulsionariam a disseminação dessas tecnologias e o mundo seria incentivado a assumir um novo padrão de crescimento. Portanto, a tecnologia ambiental surge como elemento chave nesse processo, fazendo com que se ultrapassem as barreiras impostas pelos limites de crescimento.

Essa lógica pode ser apoiada pelo modelo de crescimento de Solow, como aponta Moro (2013, p.3). O modelo considera o equilíbrio no estoque total de capital composto pelo estoque de recursos naturais, de capital físico produzido, de capital humano - definido pelas capacidades e qualificações da mão de obra em determinado momento do tempo - e pelo o que seria chamado de “estoque” de infraestrutura institucional que agrega toda a infraestrutura institucional em determinado momento do tempo.

A partir disso, Moro (2013, p. 3-4) conclui que, independentemente da composição do estoque de capital total, o modelo de crescimento se torna sustentável ao compensar as deficiências de recursos naturais com o aumento do progresso tecnológico. Refletindo uma substitutibilidade entre os fatores, de maneira a substituir o uso do estoque de recursos naturais por maior eficiência no estoque de capital físico e manter ou aumentar o volume de estoque total de capital para novas gerações

Contudo, seria uma proposta muito simplista deixar a cargo da economia mundial e dos mecanismos de competição escolher o momento da substituição dessas tecnologias. Visto que o próprio Solow (1974, p. 71) propõe o seguinte mecanismo na teoria dos recursos esgotáveis:

“Eventually, as the extraction cost falls and the net price rises, the scarcity rent must come to dominate the movement of market price, so the market price will eventually rise, although that may take a very long time to happen. Whatever the pattern, the market price and the rate of extraction are connected by the demand curve for the resource. So, ultimately, when the market price rises, the current rate of production must fall along the demand curve. Sooner or later, the market price will get high enough to choke off the demand entirely. At that moment production falls to zero” (SOLOW, 1974, p.71).

Portanto, o tempo necessário para o impacto nos preços de mercado dos recursos naturais esgotáveis é incerto, logicamente, retardando as mudanças tecnológicas, dado que a alteração de preços incentivaria esse tipo de mudança. Enquanto não surgem as mudanças tecnológicas, não se sabe ao certo os reais impactos do lançamento dos produtos das atuais tecnologias poluentes no planeta e do consumo excessivo de determinados recursos naturais durante esse período de espera. Além do mais, conforme aponta Lustosa (2011, p. 112-113), outro fator deve ser considerado: a incerteza em relação a natureza conseguir repor alguns desses recursos naturais.

Reconhecendo o importante papel do desenvolvimento tecnológico no debate ambiental, este trabalho discute a difusão de tecnologias ambientais relacionadas a fontes de energia, em especial as de fonte solar, como elemento auxiliar no desenvolvimento sustentável. A seção seguinte irá detalhar alguns conceitos importantes acerca do processo de inovação, a fim de embasar a discussão sobre energia solar.

### **1.3. Inovações e Ecoinovação: entendendo os conceitos**

#### **1.3.1. Schumpeter e Inovação**

A inovação tem papel fundamental para o crescimento e desenvolvimento das nações, pois é a ferramenta essencial para o aumento do potencial tecnológico e produtivo. Ao longo dos séculos, evidenciou-se diversas transformações devido à introdução de inovações na economia que possibilitou mudanças profundas e novos paradigmas dentro do próprio sistema econômico.

Schumpeter foi um dos economistas que deu ênfase ao fenômeno da inovação dentro do sistema econômico através da dinâmica dos longos ciclos de crescimento. Fazendo alusão às grandes descobertas como a máquina a vapor, as estradas de ferro e as diversas inovações

surgidas durante aquele período, ele deduziu que o surgimento de inovações induz as oscilações no crescimento econômico (FREEMAN, 1982, p. 1-2).

Partindo desta ótica, a figura do empresário e o crédito emergem como elementos cruciais dentro desse ciclo, visto que as movimentações nos setores industrial e comercial frente à dinâmica da concorrência capitalista impulsiona os empresários a realizar diferentes combinações dos recursos. Desse modo, guiados pela busca dos chamados lucros “extraordinários” são incentivados a inovar, trazendo novos produtos, processos e possibilitando a abertura de novos mercados. Toda essa dinâmica causaria perturbações no equilíbrio do sistema econômico, podendo inclusive deslocar a economia para um novo patamar de crescimento. (SCHUMPETER, 1982, p. 75-83).

Portanto, é fundamental o estudo do fenômeno da inovação dada à proporção dos seus impactos dentro do sistema econômico. Nesse sentido, a proposta de inclusão da consciência ambiental no processo de inovação traria mudanças na orientação do progresso tecnológico, o que poderia resultar em impactos benéficos no aspecto ambiental e econômico.

A invenção por si só não é considerada uma inovação, Schumpeter já trazia a diferença ao construir um conceito para o que é “inovação”. A invenção é apenas o surgimento de um novo objeto e a inovação é um processo mais complexo. A aplicação da “invenção” deve resultar em novos bens ou serviços, novos processos, no desenvolvimento de um novo mercado ou culminar no surgimento de novas fontes de insumos para que dessa forma esteja dentro do conceito de “inovação” (SCHUMPETER, 1982, p. 76-77).

A abordagem de inovação constituída por Schumpeter não explicitava as questões ambientais, talvez por privilegiar o entendimento da relação entre o fenômeno das inovações e os ciclos de desenvolvimento econômico. Uma vez enfatizada a importância da inovação por ele, dentro desse ciclo, é possível notar o quanto estratégico é a utilização dessa ferramenta em um contexto de desenvolvimento sustentável.

### **1.3.2. Ecoinovação**

James (1997, p. 52) chama atenção para outro tipo de ciclo: o da sustentabilidade. Segundo ele, existem ondas de preocupações ambientais que surgem quando as economias estão no auge e parecem desaparecer quando há outras questões econômicas em foco, como o aumento do desemprego, por exemplo. Entretanto, as questões relacionadas à sustentabilidade devido ao aumento da expectativa de vida e dos padrões de vida a seguir pelos próximos anos

traz a pauta o senso de urgência. Inclusive, o fato de o desenvolvimento sustentável propor a redução da desigualdade e o atendimento das necessidades básicas de todos pelo mundo constitui outro grande desafio.

Para endereçar questões como as mencionadas por James (1997) acima, a proposta elaborada deve passar pelo aumento da produtividade dos recursos naturais, resultando em maior produção com menos matérias-primas; ou a criação de novos bens e serviços que atendam as expectativas dos seus consumidores, entretanto, sua produção consuma menos recursos naturais e emita menos poluição. Por assim verificar, ambas as soluções envolvem inovação dentro da empresa e seus negócios (JAMES, 1997, p. 53).

Há diversos termos para referenciar as inovações voltadas para mitigação dos impactos negativos ao meio ambiente. Termos como inovação verde, inovação ambiental, inovação sustentável ou ecoinovação foram amplamente utilizados. Contudo, a ecoinovação tornou-se predominante na literatura, principalmente por incorporar todos os aspectos econômicos, ecológicos e sociais dos outros termos (DÍAZ-GARCÍA, C. et al, 2015, p. 7).

Uma das atribuições dadas ao termo ecoinovação foi pelo próprio James, em 1997, em seu artigo que relaciona os ciclos da sustentabilidade e o desenvolvimento de novos produtos e processos que levam em consideração aspectos ambientais. Nele, o conceito de Ecoinovação é voltado para a inovação dentro do campo comercial, agregando todos os “(...) novos produtos e processos que geram valor ao consumidor e ao negócio, mas reduzem significativamente o impacto ambiental” (JAMES, 1997, p. 53).

Charter & Clark (2007) propõem que a “Ecoinovação” poderia ser igualmente traduzida por “Inovação Sustentável” e atribuíram o conceito a seguir:

“(…) is a process where sustainability considerations (environmental, social, financial) are integrated into company systems from idea generation through to research and development (R&D) and commercialisation. This applies to products, services and technologies, as well as new business and organisation models” (CHARTER & CLARK, 2007, p.09).

Portanto, a definição parte do princípio que podem ser classificadas como “Ecoinovação” todas as inovações que tem por característica a motivação em sanar os impactos ambientais. Nesse sentido, não há uma relação propriamente dita da definição com os impactos obtidos com a inovação.

Kemp e Pearson (2007) também chegaram a uma definição para Ecoinovação no relatório para a *Measuring Eco-Innovation* (MEI) que é colocada da seguinte forma:

“Eco-innovation is the production, application or exploitation of a good, service, production process, organizational structure, or management or business method that is novel to the firm or user and which results, throughout its life cycle, in a reduction of environmental risk, pollution and the negative impacts of resource use (including energy use) compared to relevant alternatives”.” (KEMP; PEARSON, 2007, p. 8).

Nessa perspectiva, a construção da definição é baseada diretamente no desempenho da inovação em termos de impactos positivos ao meio ambiente, seja pelo surgimento de um novo produto ou de um novo processo de produção. A preferência por esse tipo de construção reflete a importância dada aos benefícios ambientais resultantes do uso da inovação em detrimento da definição que leva em conta apenas a motivação em sanar os impactos ambientais.

A Comissão Europeia acreditando na possibilidade de desenvolvimento atrelado ao meio ambiente adotou em suas estratégias iniciativas visando o crescimento sustentável, inteligente e inclusivo. Com o intuito de fortalecer e aumentar a competitividade na Europa foram disponibilizados recursos para impulsionar as Ecoinovações. A partir desse contexto, difundiram a seguinte definição:

“Eco-innovation is any form of innovation aiming at significant and demonstrable progress towards the goal of sustainable development, through reducing impacts on the environment or achieving a more efficient and responsible use of natural resources, including energy” (EUROPEAN COMMISSION, 2013, p. 1)

Portanto, a definição propagada pela Comissão Europeia une a ideia das duas outras definições vistas anteriormente. Por um lado, considera a “inovação com motivação em obter impactos ambientais positivos” como uma ecoinovação e, por outro, agrega “a eficácia da inovação em relação aos resultados obtidos”. Comprovando que, embora seja possível notar os diversos caminhos tomados para identificar o que de fato seria a Ecoinovação, há uma nítida importância dela para a sociedade e os benefícios que ela traz para a sustentabilidade do planeta.

Outros dois aspectos relevantes a serem considerados, é o fato de que a tecnologia difundida nas empresas pode não ser necessariamente a mais limpa disponível e o fato de que as demais definições não englobam o ciclo de vida das inovações (que vai da produção ou processo até a sua disposição final); portanto, não são descontados durante a sua classificação, os potenciais custos dos danos causados durante todas as etapas, desde seu surgimento até a entrega ao consumidor (KOELLER; MIRANDA; 2018, p. 8-9).

Desta forma, o processo de implementação e difusão das Ecoinovações é essencial para o Desenvolvimento Sustentável, pois possibilitaria reduzir os impactos ambientais e ao mesmo tempo buscar o desenvolvimento econômico. Apesar de sua grande importância, há o desafio de implementá-las na prática, encontrando soluções para conscientizar ambientalmente o

mercado, estimulando a inovação nesse sentido, e incentivando para que as ecoinovações possam ser usadas e replicadas com mais facilidade dentro da economia.

#### **1.4. Inovação e ecoinovação: compreendendo um pouco mais sobre sua dinâmica e seus Determinantes**

Para compreender os determinantes das ecoinovações, é preciso primeiramente analisar os determinantes do processo de inovação para posteriormente perceber as especificidades das ecoinovações. Cassiolato e Lastres (2005, p. 35-36) atribuem maior peso no processo de inovação da firma à formação de “redes” formais e informais de inovação, pois *“o desempenho inovativo depende não apenas do desempenho de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também de como elas interagem entre si e com vários outros atores, e como as instituições – inclusive as políticas – afetam o desenvolvimento dos sistemas”*. Os autores caracterizam o processo de inovação como um fato não-linear, cumulativo, específico da localidade e conformado institucionalmente e, embasados pelos resultados de estudos internacionais<sup>5</sup>, conceituam o Sistema Nacional de Inovação (SNI) da seguinte maneira:

“(…) a set of different institutions that contribute to the development of the innovation and learning capacity of a country, region, economic sector or locality, comprises a series of elements and relations that relate production, assimilation, use and diffusion of knowledge.” (CASSIOLATO; LASTRES, 2008, p. 8).

Corroborando, assim como colocado por Del Río González (2008, p. 863), a importância da existência de um fluxo de informações e parcerias entre as firmas e as demais instituições formando uma rede de compartilhamento e aprendizado incentivando as empresas a se tornarem inovadoras.

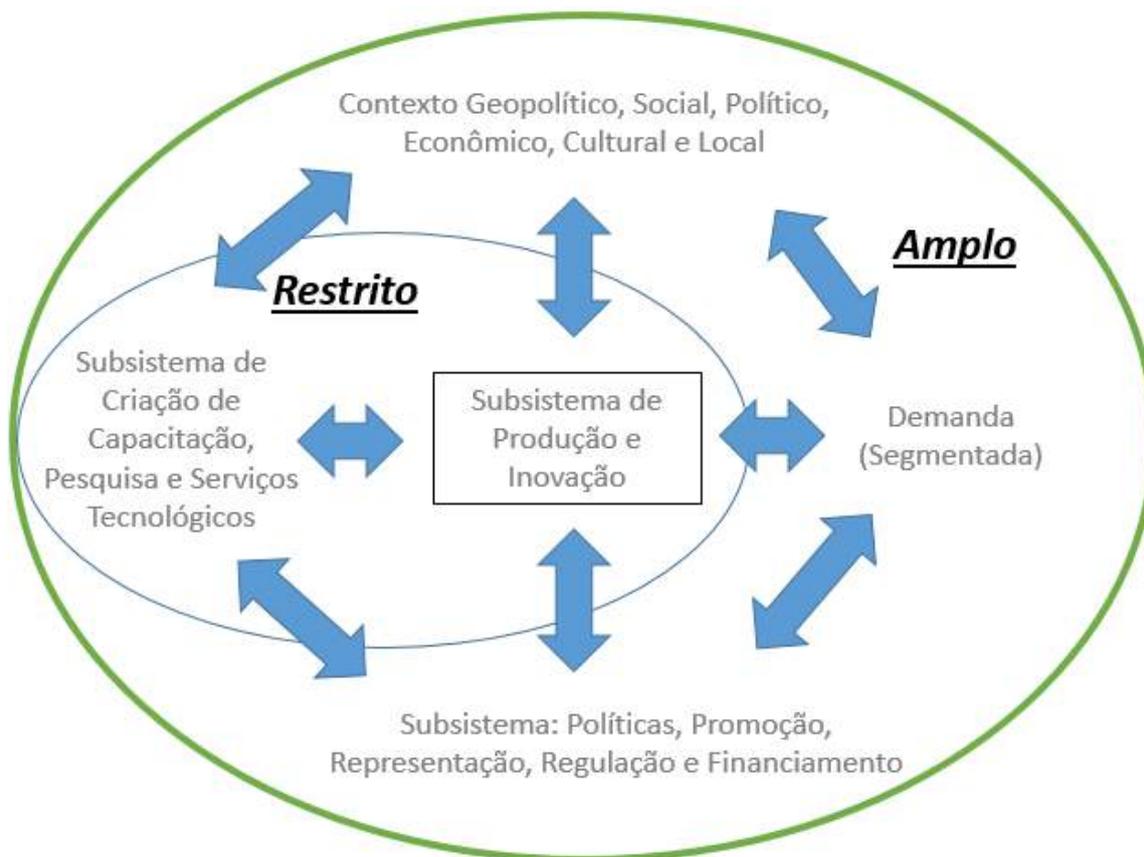
A partir dessa perspectiva, Cassiolato e Lastres (2008, p. 11) constroem a Figura 2 abaixo que ilustra a interação entre os atores dentro do Sistema Nacional de Inovação. Considerado como uma importante ferramenta para análise das políticas voltadas para inovação nos países, o SNI é composto por subsistemas que, de maneira ampla e restrita, leva em conta não apenas o papel das empresas e das organizações de pesquisa e políticas de C&T&I, mas inclui políticas governamentais como um todo, organizações financiadoras e outros atores e elementos que influenciam na aquisição, uso e difusão de inovações. Além disso, também é levado em consideração o papel dos processos históricos que criam sistemas de inovação

---

<sup>5</sup> Projeto SAPHO realizado sob a coordenação de Chris Freeman no Science and Technology Policy Research – SPRU da Universidade de Sussex e a *Yale Innovation Survey* (CASSIOLATO; LASTRES, 2005, p. 35-36).

caracterizados pelo contexto local, dessa maneira, demonstrando a importância de delimitar o sistema de inovação ao âmbito nacional (CASSIOLATO; LATRES; 2008, p. 9).

**Figura 2. Sistema Nacional de Inovação.**



Fonte: Cassiolato e Lastres, 2008.

Jacobsson & Johnson (2000, p. 629-630) ao estudar a difusão e adoção de tecnologias ambientais voltadas para energia renovável, apontam o SNI como determinante para a seleção de uma tecnologia dentro das firmas, como se pode notar no seguinte trecho:

“(...) the determinants of technology choice are not only to be found within individual firms, but also reside in an ‘innovation system’ which both aids and constrains the individual actors making a choice of technology within it. This ‘innovation system’ includes a large number of variables apart from prices” (JACOBSSON; JOHNSON, 2000, p. 629)

A partir desse ideal do SNI, Jacobsson & Johnson (2000, p. 629-630) derivam a ideia de Sistema Tecnológico que tem por finalidade formar uma rede de interação sobre uma área tecnológica específica, respeitando a infraestrutura institucional, com o intuito de estimular a difusão, criação e utilização da tecnologia. O Sistema tecnológico é composto por:

- Atores competentes que possam apoiar politicamente, financeiramente e tecnicamente para o desenvolvimento e difusão da tecnologia;

- Redes para compartilhamento de conhecimento que possam identificar novos problemas e desenvolver novas soluções. Além de aumentar a base de conhecimento das firmas individuais;
- Instituições que possam viabilizar alta conectividade dentro do sistema e/ou influenciar a estrutura de incentivo.

Lustosa (2011) traz a importância do inovar dentro das empresas, atribuindo um forte papel na mudança de ótica dentro do processo de inovação, culminando no surgimento dasecoinovações:

“Uma vez que são as empresas os agentes produtores da economia, a capacidade de elas gerarem e adotarem inovações ambientais é determinante para que se tenham processos produtivos e produtos menos agressivos ao meio ambiente e, conseqüentemente, melhorias ambientais – gerenciando adequadamente os recursos naturais e controlando a poluição” (LUSTOSA, 2011, p. 121-122).

A partir disso, o foco se volta para o processo da mudança para tecnologia ambiental que parte de dentro da firma. Entende-se por mudança de tecnologia ambiental “processos novos ou modificados, técnicas, práticas, sistemas ou produtos com fins de reduzir ou evitar danos ambientais” (BEISE; RENNINGS, 2005, p. 6).

Contudo, Lustosa (2011, p. 115) expõe alguns fatores das firmas que acabam sendo limitantes dentro desse processo de mudança para tecnologia ambiental: em primeiro lugar, o fato das empresas ao buscarem por soluções se limitarem ao paradigma tecnológico vigente e, em segundo lugar, o efeito *lock-in* em que as tecnologias adotadas não são as mais eficientes.

As inovações são necessárias para que haja mudanças ambientais positivas nas empresas. Entretanto, para que isso ocorra de forma mais fluída, diversos autores fizeram o estudo dos fatores internos e externos à firma com o intuito de elencar o que pode induzir as empresas a se tornarem ambientalmente inovadoras, bem como as barreiras que obstruem os caminhos para uma inovação ambiental.

Del Río González (2008, p. 862-863) destaca esses fatores internos à firma como uma forma de estímulos que são necessários para que elas se tornem ambientalmente inovadoras. Para isso é necessário que existam pré-condições e características que facilitem o envolvimento em mudanças de cunho tecnológico ambiental. Segundo ele, são determinantes internos à firma: a) o comprometimento da gestão da empresa com as questões ambientais; b) a existência de uma estratégia ambiental proativa; c) a competência tecnológica da empresa, desde os seus recursos humanos até o engajamento em fluxos de informações sobre novas tecnologias; d) sua capacidade de desenvolvimento interno de tecnologias ambientais e de absorção dessas

tecnologias; e) a propriedade da empresa (dependendo dos seus proprietários, a firma pode se beneficiar de ganhos em termos de competência tecnológica); e f) a orientação para a exportação da produção. Além disso, o porte da firma é relevante, visto que pequenas e médias empresas (PMEs) possuem recursos humanos, técnicos e financeiros limitados, podendo ser uma barreira a indução de mudança tecnológica ambiental.

Lustosa (2011, p. 116) aponta que entre os fatores internos, os mais relevantes estariam: na capacidade da empresa em solucionar seus problemas, sua capacidade de absorção e acesso às inovações formuladas por terceiros. Portanto, é fundamental que a empresa invista em pesquisa e desenvolvimento (P&D), visto que ela deve agir prontamente frente às novas informações tecnológicas para aplicá-las em seus negócios, bem como devem estar em constante desenvolvimento para aprimorar sua capacidade de resolução de problemas. Por outro lado, os altos custos que podem ser associados à aquisição de tecnologias de terceiros surgem como uma possível barreira. Portanto, a firma se depara com problemas de custos tanto para seu desenvolvimento interno quanto para absorção tecnológica ambiental.

Entre os fatores externos a firma, aqueles relacionados à interação da firma com o ambiente institucional, cultural e social, Del Río González (2008, p. 863) destaca: a) as pressões de mercado; b) o acesso aos fluxos de informações e parcerias de colaboração; c) os impulsos originados pela regulação; e d) atores da sociedade civil como associações industriais e câmaras de comércio, investidores, fornecedores de insumos e equipamentos, seguradoras, concorrentes, ONGs ambientalistas, partidos verdes, centros de pesquisa públicos e privados, instituições financeiras e os próprios consumidores finais e clientes industriais podem exercer grande influência e pressão para a adoção e o desenvolvimento de tecnologias ambientais. O que caracteriza uma relação bastante complexa entre a firma e o sistema como um todo.

Já no âmbito da regulação, para garantir um efeito positivo para asecoinovações, é importante incorporar a visão de Kemp & Soete (1990, p. 246-247) que ressaltam que os custos ou riscos costumam sempre recair sobre uma parte da sociedade, enquanto que os benefícios são amplamente difundidos. Um bom exemplo para isso seria o uso de tecnologias voltadas para evitar a poluição do meio ambiente, embora seja benéfico do ponto de vista social, as firmas incorrem em custos que serão repassados por último aos preços, resultando em perda de competitividade para a firma.

Nesse sentido, seguindo a lógica de Kemp & Soete (1990, p. 247), é importante o estabelecimento de regulações governamentais que coíbam as externalidades negativas ao meio ambiente. Visto que se deixar a cargo da livre competição corrigir esse tipo de distorção,

acarretará em mais perdas ambientais e uma barreira àecoinovação, dado que as firmas estariam pouco estimuladas a inovar.

Além disso, autores como Doran & Ryan, acreditam que a regulação pode ser um grande incentivo às inovações ambientais. Guiados pela chamada hipótese de Porter, acreditam que a inserção de regulação ambiental estrategicamente projetada resulta em uma relação de ganho mútuo, tanto em termos ambientais, quanto em competitividade (DORAN; RYAN, 2012, p. 426).

Com base em sua pesquisa sobre o que guia a ecoinovação na Irlanda, Doran & Ryan (2012, p. 436) deram suporte à hipótese de Porter ao identificar que empresas que implementam ecoinovações possuem maior nível de volume de negócios por empregado do que empresas que empregam inovações consideradas “comuns” (sem motivações ambientais) ou não praticam atividades voltadas para inovação.

Entre os fatores externos, Lustosa (2011, p. 118) também inclui o grau de competitividade dentro daquele setor, a existência de competitividade induz as empresas a se tornarem inovadoras, inclusive no sentido ambiental. A questão do contexto macroeconômico em que a firma se encontra também é colocada. Se for um cenário econômico positivo há o incentivo para investimentos por parte das empresas, entretanto, se o cenário for negativo pode apresentar grande instabilidade e incerteza, afetando as decisões dos agentes.

### **1.5. A importância do financiamento nas Ecoinovações**

A disponibilidade de recursos para Ecoinovações, assim como toda inovação, tem papel fundamental, tanto no estágio do seu desenvolvimento, bem como para a sua difusão dentro da sociedade. Kemp e Pearson (2007, p. 13) puderam evidenciar que a disponibilidade de capital de risco, de recursos financeiros e humanos e o insuficiente investimento em atividades de P&D são fatores relevantes no que tange o impacto sobre a ecoinovação da firma. Vincent (2006, p.3) apontou em seus estudos a respeito da comercialização e inovação em tecnologias de baixo carbono que a insuficiência de financiamento durante a etapa de demonstração e pré-comercial da ecoinovação é uma das determinantes para que ela “sobreviva”.

Seguindo a mesma tendência, a Comissão Europeia (2011, p. 13) lançou uma pesquisa com o intuito de estudar como é o comportamento dos empreendedores em relação ao desenvolvimento e absorção das Ecoinovações. Além da incerteza sobre a demanda do mercado, o retorno incerto do investimento ou período de retorno muito longo para as

Ecoinoações, a falta de fundos dentro da empresa é apontada como barreira “muito séria” pelos entrevistados.

Através de uma revisão da literatura, Johnson e Lybecker (2012, p. 3-6) cientes da carência de financiamento, buscam estudar diferentes meios para financiar as Ecoinoações. Na esfera do financiamento público, os autores sugerem alguns mecanismos que poderiam ser utilizados, como o subsídio, os créditos tributários<sup>6</sup>, o financiamento direto, a partilha de custos ou *Joint Venture*<sup>7</sup> e os prêmios<sup>8</sup>. Além desses mecanismos, os autores enfatizaram a importância de explorar a gama de políticas já existentes que poderiam ser adaptadas para a ecoinovação.

Um dos produtos da ecoinovação é a tecnologia ambiental. Nesse quesito, Blackman (1999, p. 12-14) estuda a difusão e a adoção de tecnologias ambientais em países em desenvolvimento. Além de chamar atenção para as fracas instituições regulatórias, relata também a questão da carência de financiamento como uma barreira crítica para sua difusão. Em suma, o autor sugere a concentração dos esforços na melhoria contínua da intermediação financeira para ultrapassar as barreiras de financiamento em tecnologias ambientais nos países em desenvolvimento.

Em se tratar de fontes privadas de financiamento para as Ecoinoações, Johnson e Lybecker (2012, p. 7) observam a oportunidade do lucro corporativo que é retido pelas empresas e são fortemente utilizados em P&D. Levando em consideração que as firmas são motivadas, principalmente, pela demanda do mercado para serem eco-inovadoras. De outro modo, os autores também citam como fonte de financiamento: o *Venture Capital*<sup>9</sup> e o “Investimento-Anjo”<sup>10</sup> – modalidades de investimento com maior grau de risco.

A literatura a respeito do financiamento das Ecoinoações é colocada por Johnson e Lybecker (2012, p. 1-2) como extremamente carente, o que sugere a necessidade de pesquisas

---

<sup>6</sup> Esse tipo de modalidade não é aconselhado no caso dos países em desenvolvimento devido ao grande nível de atividade informal (JOHNSON; LYBECKER, 2012, p. 5).

<sup>7</sup> Partilha de custos público-privada como uma técnica de financiamento para a inovação (JOHNSON; LYBECKER, 2012, p. 5).

<sup>8</sup> A utilização de prêmios como um incentivo para a ecoinovação, paralelamente ao trabalho de organizações sem fins lucrativos que já utilizam esta ferramenta noutros locais (por exemplo, a Fundação Bill e Melinda Gates para a saúde pública) (JOHNSON; LYBECKER, 2012, p. 6).

<sup>9</sup> O Venture Capital é uma modalidade de investimento utilizada para apoiar negócios por meio da compra de uma participação acionária, geralmente minoritária, com objetivo de ter as ações valorizadas para posterior saída da operação. O risco se dá pela aposta em empresas cujo potencial de valorização é elevado e o retorno esperado é idêntico ao risco que os investidores querem correr (STARTSE, 2017).

<sup>10</sup> O Investimento-Anjo é o investimento efetuado por pessoas físicas com seu capital próprio em empresas nascentes com alto potencial de crescimento. O Investidor-Anjo tem como objetivo aplicar em negócios com alto potencial de retorno (STARTSE, 2017).

nesse sentido. Além de atribuírem a escassez de pesquisa sobre o financiamento de EcoInovações no setor de energia, em parte, devido aos gastos em P&D serem escoados para pesquisas voltadas para combustíveis fósseis. A partir disso, surge o grande desafio de fomentar soluções e a remoção de possíveis barreiras para o financiamento de EcoInovações por parte dos formuladores de política. Visto que é evidente a necessidade do financiamento em diferentes estágios do ciclo de vida das EcoInovações.

Por fim, cabe ressaltar o importante papel do Estado no financiamento das EcoInovações - considerando o risco atrelado a esse perfil de inovação. Extraíndo as experiências dos estudos relacionados ao processo de inovação em geral, Mazzucato (2012, p. 5-8) compõe o processo de inovação como bastante dispendioso e com extenso prazo para retorno, além de os resultados da inovação serem incertos. Projetos com essas características dificilmente são de interesse do setor privado, portanto, se a inovação for de interesse social, cabe ao setor público instigar seu desenvolvimento.

## **1.6. Conclusão**

Esse capítulo buscou apresentar como se deu a incorporação da sustentabilidade ambiental ao conceito de desenvolvimento. A Conferência de Estocolmo é considerada um marco na história ao trazer ao centro do debate as relações entre o homem e o meio ambiente, bem como o relatório Nosso Futuro Comum trouxe um dos conceitos mais difundidos para o Desenvolvimento Sustentável como *“aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”* (ONU, 1987, p. 46). A temática se desdobrou nos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável que incorporam as dimensões ambientais, sociais e econômicas, estipulam metas e formam uma força tarefa pelo planeta como um todo.

A tecnologia ambiental pode ser considerada uma aliada ao Desenvolvimento Sustentável, visto que seu uso pode resultar na expansão dos limites de crescimento do planeta. Pela análise de Schumpeter, a inovação exerce grande impacto sobre o desenvolvimento das nações e pode causar oscilações durante os ciclos de crescimento. Desse modo, o processo de ecoinovação dentro da firma pode oferecer soluções de aumento de produtividade dos recursos naturais e redução de poluentes. Nesse sentido, há a contribuição das EcoInovações para o Desenvolvimento Sustentável.

Por fim, o financiamento é um grande determinante para as EcoInovações, a escassez de recursos é considerada por diversos autores como uma barreira limitante para o

desenvolvimento e difusão das tecnologias ambientais. Salientando, dessa forma, a necessidade de novas soluções de financiamento para incentivar e viabilizar as tecnologias ambientais.

No próximo capítulo serão abordados temas relacionados a potencialidade da energia solar como fonte alternativa e renovável no Brasil, bem como os desafios e as oportunidades para sua inserção na matriz elétrica brasileira. Para isso, serão estudadas as experiências internacionais e os principais incentivos para impulsionar o setor.

## CAPÍTULO 2 - ENERGIA SOLAR NO BRASIL

A energia é um dos principais recursos necessários para produção, sendo o investimento no seu fornecimento primordial ao desenvolvimento dos países. Entretanto, ao longo da história, a qualidade da energia utilizada na produção vem levantando discussões, uma vez que reflete diretamente em boa parte dos impactos ao meio ambiente.

Conforme já exposto no capítulo anterior, um dos grandes marcos na história foi a Revolução Industrial e, com isso, a disseminação do uso da energia a vapor como fonte principal de energia utilizada para mover os motores na produção durante o final do século XIX. E, embora essa fonte energética baseada no carvão mineral tenha proporcionado diversos progressos como o surgimento da locomotiva e o barco a vapor, trouxe também uma série de malefícios ambientais.

As energias consideradas não-renováveis são aquelas vindas de recursos naturais limitados e que precisam de uma quantidade de tempo considerável para se recompor na natureza (GIZ, 2016, p.6). E, assim como, a energia a vapor baseada em carvão mineral; a gasolina, o diesel e o querosene – produzidos a base do petróleo – e a energia nuclear – produzida a partir do urânio – são classificadas como energias não-renováveis por apresentarem tais características.

As energias oriundas de combustíveis fósseis tiveram grande repercussão durante o século XX, principalmente, com o surgimento dos automóveis movidos a gasolina e diesel. Mais tarde, ao longo da década de 70, com a crise do petróleo a necessidade de energias alternativas se tornou cada vez mais evidente. Esse movimento, culminou, inclusive, no uso do álcool anidro como combustível no Brasil (SOUSA, 2019).

A energia renovável, por sua vez, surge como uma oportunidade ao suavizar a poluição durante o processo de produção, reduzindo sua emissão na biosfera e capaz de evitar danos aos ecossistemas. Em palavras de Costa e Prates (2005), essa fonte de energia pode ser definida como “(...) *uma expressão usada para descrever uma ampla gama de fontes de energia que são disponibilizadas na natureza de forma cíclica*” (COSTA; PRATES, 2005, p. 7). Portanto, é uma fonte energética capaz de se recompor em ciclos mais curtos na natureza, evitando assim grandes danos ao meio ambiente.

Nos últimos anos, com o aumento da preocupação global pelos impactos ambientais causados pelo uso de energias não-renováveis e com os efeitos colaterais do efeito estufa, as

energias renováveis se tornaram parte da agenda tanto internacional, quanto no Brasil. Desse modo, foi possível notar maior participação do uso de energias alternativas como as de fonte eólica e solar. Contudo, os altos custos para produção demonstram que as energias renováveis terão que ultrapassar grandes desafios (SOUSA, 2019; GIZ, 2016, p. 4).

## **2.1. Energia Renovável Solar**

A energia solar é originada da luz e do calor do Sol, esse tipo de energia pode ser aproveitado de três formas: na climatização do ambiente por meio do aquecimento solar e na geração de energia elétrica pela geração heliotérmica e fotovoltaica (GIZ, 2016, p. 22). Portanto, desse modo, há uma gama de utilidades deste tipo de energia para a sociedade.

A utilização da luz solar no aquecimento de água, por exemplo, é um dos exemplos mais comuns para o uso da energia solar de maneira térmica. Coletores que absorvem a luz solar e retornam a água aquecida para reservatórios, que a conservam aquecida até o seu uso final, são instalados em residências ou locais de maior demanda. Uma grande vantagem desse sistema é que a manutenção pode ser feita de maneira simples, pelo próprio consumidor, que pode realizar a limpeza dos reservatórios quando fizer a limpeza da caixa d'água (GIZ, 2016, p. 22).

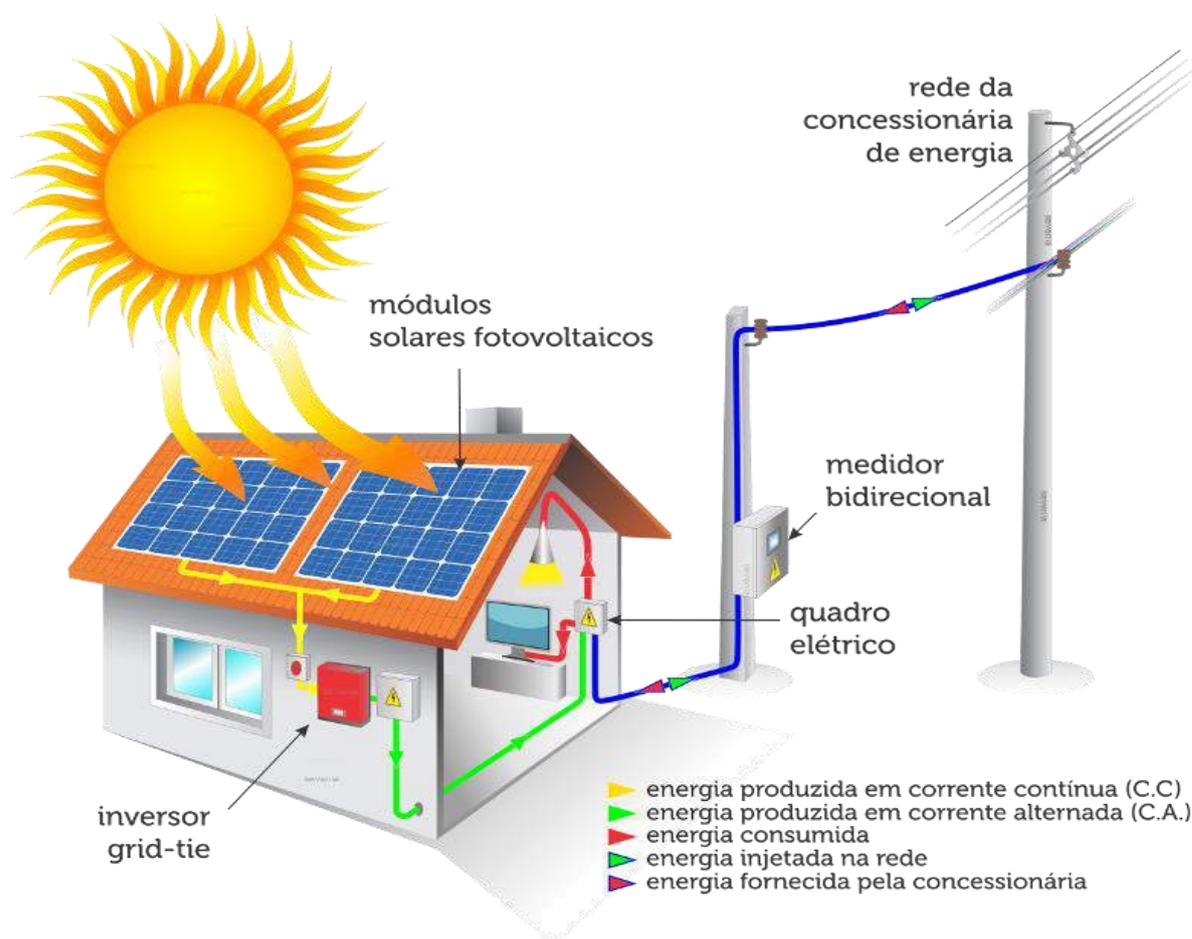
Em termos de geração de energia elétrica, a energia captada pela irradiação solar pode ser classificada como heliotérmica, onde a energia gerada é produzida em um sistema chamado de “usina heliotérmica”. Nesse sistema, são utilizados espelhos para a concentração da luz solar e possibilitar a captação da radiação solar necessária para aquecimento do fluido térmico. A partir disso, ao entrar em contato com a água, é gerado o vapor para movimentação das turbinas, acionando um gerador e produzindo energia elétrica (GIZ, 2016, p. 24).

Outro tipo de energia solar que é produzida através da irradiação solar é a fotovoltaica. A energia solar é assim classificada quando sua produção é realizada a partir de módulos solares fotovoltaicos compostos por uma série de células fotovoltaicas, que fazem a conversão da irradiação solar em energia elétrica. Atualmente, existem duas formas de produção de energia solar fotovoltaica (FEBRABAN; FGVCES, 2018, p. 15):

- Centralizada: a energia solar é gerada em usinas de grande porte e é distribuída aos consumidores finais, através de sua integração ao Sistema Interligado Nacional, pelas redes de transmissão;
- Distribuída: a energia solar é gerada próximo aos centros de consumo a partir da instalação de geradores de pequeno porte.

A Figura 3 a seguir apresentará o funcionamento do sistema solar fotovoltaico na modalidade distribuída:

**Figura 3. Esquema de um Sistema de Energia Solar Fotovoltaica Distribuída.**



**Fonte:** Blog Mundo Energy, 2017.

Conforme o esquema da Figura 3, em modo de geração de energia solar distribuída, apresentado na imagem acima, os módulos solares fotovoltaicos absorvem a luz solar e a convertem em energia corrente contínua (C.C.). Em seguida, a corrente contínua (C.C.) passa por um inversor *grid-tie* que a transforma em corrente alternada (C.A.) – convertendo a corrente na tensão adequada, similar à rede elétrica – e, então, passa pelo quadro elétrico e é distribuída para consumo. A energia produzida em excesso pode ser injetada na rede gerando créditos de energia para consumo posterior, o que é mensurado pelo medidor bidirecional (ABINEE, 2012, p. 128-141).

Segundo FEBRABAN e FGVces (2018, p. 15), o sistema de energia solar fotovoltaica distribuída é caracterizado por duas modalidades:

- Sistema Autônomo (*off-grid*): a produção de energia não é atrelada a rede de distribuição de eletricidade das concessionárias e se utilizam de dispositivos para armazenamento de energia;
- Sistema conectados à rede (*on-grid*): como o próprio nome já menciona, a produção de energia é atrelada a rede de distribuição de eletricidade. Reduzindo a necessidade do armazenamento de energia, visto que o excesso de energia produzido retornaria à rede.

Entre as vantagens da energia solar fotovoltaica apontadas pelo relatório GIZ (2016, p. 23), destaca-se a redução das perdas de energia em sua transmissão, visto que a energia produzida é consumida no próprio local, a redução dos investimentos voltados para linhas de transmissão e distribuição da energia e, nos casos de geração distribuída, nem sempre há a necessidade de área dedicada para disposição dos equipamentos.

Já FEBRABAN e FGVces (2018, p. 15) chamam atenção para o fato de que os sistemas fotovoltaicos não necessitam de outros combustíveis para o seu funcionamento e, além de não possuírem partes móveis, devido às composições dos equipamentos utilizados serem sólidas, requerem menos rotinas de manutenção.

ABINEE (2012, p. 35-36) destaca a sinergia com a carga de energia elétrica como uma das vantagens, onde a energia solar atua como complemento no sistema de distribuição, e também menciona a vantagem dos painéis de geração solar distribuída poderem ser instalados em área já ocupadas, como em topo de prédios comerciais ou telhados residenciais. Atribuem relevância aos impactos ambientais proporcionados, ressaltando que a produção de energia por essa via não emite gases poluentes, bem como as indústria buscam reduzir a emissão de poluentes na produção dos equipamentos.

Por fim, outra vantagem são os resultados socioeconômicos gerados com o desenvolvimento desse mercado. Estima-se que, somente em 2011, a indústria de energia solar fotovoltaica nos EUA proporcionou cerca de 100 mil empregos diretos. Os postos de trabalho variaram de áreas desde a fabricação, a instalação dos sistemas fotovoltaicos até as vendas e a distribuição dos equipamentos (ABINEE, 2012, p. 37-38).

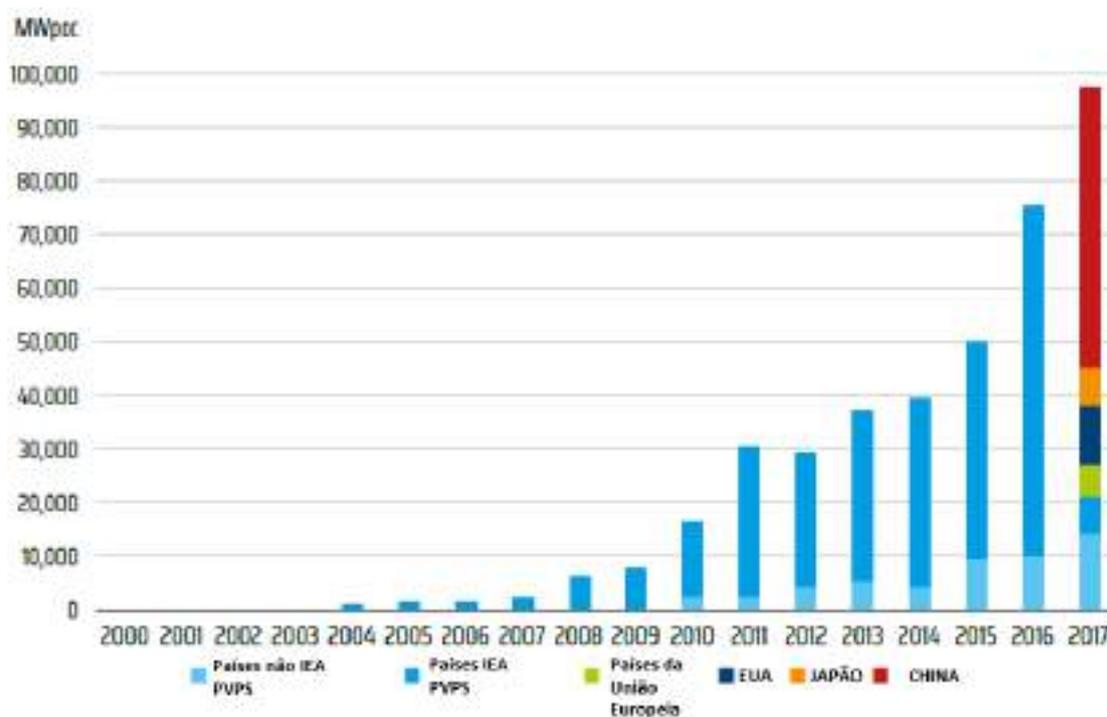
## **2.2. Panorama mundial da energia solar fotovoltaica**

Vários países ao redor do mundo iniciaram a caminhada em direção às energias renováveis, principalmente, com o intuito de coibir os reflexos dos impactos negativos ao meio

ambiente. Uma das explicações para a alteração da fonte energética advém do fato de que as energias tradicionais, como as de origem fóssil, culminam em maiores emissões de gases de efeito-estufa, o que incentiva o uso de energia limpa que não emita CO<sup>2</sup>. Além disso, diversas iniciativas vêm impulsionando, via a promoção de acordos, a busca por novas soluções para os países reduzirem suas emissões de gases de efeito-estufa.

Silva (2015, p.7-8) defende que apenas entre 2003 e 2013 houve um crescimento de 395% da produção de energia primária solar por painéis fotovoltaicos. Apoiado em números da potência acumulada mundial, conclui que a dinâmica de crescimento da energia solar pelo mundo se deu pelo desenvolvimento tecnológico na indústria fotovoltaica em países como Alemanha, Estados Unidos e Japão. Contudo, não descarta o papel dos apoios a essa indústria via programas de incentivo durante o processo de consolidação, pois, no acumulado, trouxe atratividade, ganhos de escala e redução de custos para as indústrias.

**Gráfico 1. Evolução anual da capacidade instalada solar fotovoltaica em *Megawatt-pico DC*<sup>11</sup> (MWpdc).**



Fonte: IEA<sup>12</sup>, 2018.

<sup>11</sup> Classificações de capacidade para estações de energia em escala de utilidade são geralmente dadas em megawatts, que para a maioria das tecnologias significa AC. No entanto, para usinas solares, isso às vezes é expresso em termos da capacidade de pico de DC do painel solar e, às vezes, a saída de AC pode ser entregue à rede.

<sup>12</sup> A “IEA” é a Agência Internacional de Energia, fundada em 1974, e reúne uma série de países em um programa de cooperação energética, entre eles, o Programa de Sistemas de Energia Fotovoltaica (IEA PVPS) cujos países

Em termos de desenvolvimento do setor, FEBRABAN e FGVces (2018, p. 17) apresentam o Gráfico 1 acima ilustrando como a capacidade instalada solar fotovoltaica mundial acumulada evoluiu nos últimos 15 anos e alcançou o patamar de 402,5 *gigawatt* (GW) de potência em 2017. Na coluna referente ao ano de 2017, é possível ver a China como um grande ator, líder dentro desse setor, ao acumular o total de 131 GW de potência. Em seguida, os EUA com 51 GW, o Japão em terceiro com 49 GW e a Alemanha, que não é representada em isolado no gráfico, mas segue o ranking em quarto lugar com a potência total de 42 GW.

Embora o ranking posicione a China à frente da Alemanha em capacidade solar fotovoltaica, cabe ressaltar que a Alemanha foi uma das precursoras no uso da energia solar como fonte alternativa de geração de energia elétrica. Guiada sobre o movimento de *Energiewende*<sup>13</sup>, o país já buscava alternativas energéticas desde a crise do petróleo com a finalidade do uso mais eficiente da energia – que também era vista como uma forma de reduzir a dependência das importações de matérias-primas. Com o acidente em Chernobyl, a energia nuclear não era mais vista como uma fonte segura e os alemães precisavam de uma energia alternativa. Tal episódio abriu a oportunidade para a implementação de uma política com compensação de custos para fotovoltaicos na época que resultou na inserção da energia solar no país (MORRIS; PEHNT; 2014, p. 53-55).

De acordo com IEA (2018, p. 3-4) a Alemanha costumou liderar o ranking dos países em capacidade instalada por anos, mas teve seu espaço tomado pela China a partir de 2015. Desde meados dos anos 2000, a China vinha desenvolvendo políticas orientadas para exportação de painéis solares (NUOSHU, 2017). Esposito e Fuchs (2013, p. 96) afirmam que, ao se especializarem nas etapas finais da cadeia fotovoltaica, as empresas não tiveram a necessidade de grandes escalas de produção e se depararam com um mercado mais atomizado. Esse movimento rendeu o desenvolvimento da indústria solar fotovoltaica chinesa via *catching-up* tecnológico no setor, via engenharia reversa e aprendizado com as importações de bens de capital.

Contudo uma forte crise afetou de forma negativa as exportações – em parte devido políticas de untidumping dos EUA e na Europa. Desse modo, o país mostrou-se uma forte

---

membros são: África do Sul, Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, China, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Holanda, Israel, Itália, Japão, Coreia, Malásia, Marrocos, México, Noruega, Portugal, Suécia, Suíça, Tailândia e Turquia. A Comissão Europeia, a Solar Power Europe, a Smart Electric Power Alliance (SEPA), a Associação das Indústrias de Energia Solar e a Aliança de Cobre também são membros.

<sup>13</sup> O termo “Energiewende” – que traduzido significa “transição energética” – nasceu em uma tentativa de oponentes da energia nuclear de mostrar que uma oferta alternativa de energia era possível (MORRIS; PEHNT; 2014, p. 52).

potência no setor ao direcionar os esforços para estimular o mercado interno a formar demanda para escoar o excesso de capacidade produzida para as exportações. Com o intuito de estimular o uso da fonte, o governo chinês inseriu no 12º Plano Quinquenal da China (2011-2015) um plano específico para a energia solar e implementou um conjunto de incentivos que ofereciam garantias para a compra da energia gerada, *feed-in tariff* (FIT), subsídios para telhados solares e o programa *Golden Sun* para geração distribuída de fonte solar fotovoltaica (NUOSHU, 2017). Desse modo, pode-se dizer que o desempenho de crescimento da capacidade instalada solar fotovoltaica na China em 2017, apresentada Gráfico 1, ainda é reflexo de tais incentivos.

A participação dos governos na inserção das energias renováveis foram de suma importância ao redor do mundo. Nesse sentido, a questão das políticas de incentivo direcionadas ao estímulo do uso da energia solar será estudada mais a fundo na próxima seção.

### **2.2.1. Políticas de incentivo à energia solar**

A implementação de políticas reflete o papel chave dos governos para o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias ambientais voltadas para energias renováveis. A IEA (2014, p. 43-50) traz uma série de recomendações políticas de incentivo à energia solar fotovoltaica. As políticas apresentadas podem ser categorizadas como: tecnológicas, de regulação e organização de mercados e a industrial<sup>14</sup>.

A primeira engloba políticas voltadas para programas de P&D e políticas de criação de vínculos entre os atores dessa indústria. A IEA (2014, p. 49-50) ressalta a importância da interação entre os diferentes atores da indústria fotovoltaica também no âmbito internacional, a fim de aproveitar as experiências para melhor aproveitamento da infraestrutura e atividades de P&D em âmbito nacional.

No que tange as políticas de regulação e organização de mercados, essas buscam criar a oferta e a demanda dentro do novo mercado. A IEA (2014, p. 43) aponta uma série delas como o *feed-in tariff* (FIT), o *net metering*, o sistema de cotas, os incentivos fiscais – como o crédito fiscal ao investimento e o crédito fiscal à produção. Contudo, no caso da energia solar fotovoltaica distribuída, o *feed-in tariff* (FIT) e o *net metering* são os dois principais mecanismos utilizados para estimular o setor pelo mundo (ESPOSITO; FUCHS, 2013, p. 100).

O primeiro, também conhecido como tarifa prêmio, busca tornar a produção de fontes de energia renovável mais competitiva. Visto que a energia renovável solar fotovoltaica

---

<sup>14</sup> Abordagem das políticas por Podcameni (2014, p. 85) a partir de Cassiolatto e Prattes (2005).

apresenta maiores custos para sua produção, a tarifa prêmio entra como uma forma de incentivar esses tipos de projeto ao remunerar os seus produtores. O mecanismo *feed-in tariff* foi introduzido com êxito na Europa, principalmente, na Alemanha que, após sua implementação, tornou-se referência em termos de incentivo ao mercado solar fotovoltaico e um exemplo para o resto do globo (FEBRABAN; FGVCES, 2018, p. 21; ABINEE, 2012, p.80-82).

O sistema busca mensurar os preços a partir dos custos de produção da energia solar e prevê a redução deste valor ao longo do tempo, uma vez que o programa tem por intenção estimular o desenvolvimento desse setor resultando no barateamento dos custos com o passar do tempo (ABINEE, 2012, p.80-82). Em relação ao financiamento dos recursos utilizados para pagamento das tarifas prêmio aos produtores pela produção e introdução da energia na rede, no caso Alemão, há o compartilhamento da despesa entre os próprios consumidores (ESPOSITO; FUCHS, 2013, p. 100).

O segundo mecanismo apontado, o *net metering* também tem por objetivo incentivar o uso da fonte solar na modalidade distribuída. Implementado em boa parte dos Estados Unidos, o sistema permite que a energia solar produzida pelos seus consumidores, além do consumo próprio, sejam reinseridas a rede de distribuição e gerem créditos que possam ser utilizados quando o sistema não está em funcionamento (ABINEE, 2012, p. 86-87). O mecanismo já é permitido no Brasil pela resolução nº 482/2012 da Aneel que será comentada mais à frente.

Em 1992, o Japão também passou a oferecer o recurso de crédito ao consumidor via mecanismo *net metering*. Posteriormente, a exigência estatal da compra de energia renovável pelas empresas de eletricidade a um preço fixo, resultou no incremento da capacidade instalada fotovoltaica em 25,9 GW - somente no período que compreende 2012 a 2016 - dos 49GW (Gráfico 1) de potência instalada acumulada (FEBRABAN; FGVCES, 2018, p. 23-24).

Contudo, embora a literatura costume ressaltar o *feed-in tariff* e o *net metering* como os principais mecanismos de incentivo, existe uma série de outros mecanismos para a fonte solar ao redor do mundo. Alguns desses mecanismos são descritos na Tabela 1.

**Tabela 1. Descrição dos principais mecanismos de regulação e organização de mercados como incentivo para energia solar fotovoltaica pelo mundo.**

Mecanismo	Breve Descrição
Tarifa-prêmio/ <i>Feed-in Tariff</i>	Aquisição, pela distribuidora, da energia a uma tarifa superior àquela paga pelo consumidor. Subsídio dado pelo governo e repassado aos demais consumidores.
<i>Net metering</i>	Instrumento em que o proprietário do sistema recebe valor de varejo pelo excesso de eletricidade injetado na rede, conforme registrado por um medidor de eletricidade bidirecional e capturado durante o período de faturamento.
<i>Net billing</i>	A eletricidade retirada da rede e a eletricidade injetada na rede são rastreadas separadamente, e a eletricidade injetada na rede é avaliada a um preço diferenciado.
Cotas (ROC, RPO, REC, RPS e leilões)	Instrumento de aquisição obrigatória de determinado patamar de geração elétrica a partir de fontes renováveis.
Subsídio ao investimento inicial	Subsídio direto, seja sobre equipamentos específicos, seja sobre o investimento total no sistema fotovoltaico.
Dedução no imposto de renda	Dedução no imposto de renda de parte ou todo investimento realizado em sistemas fotovoltaicos.
Incentivo à aquisição de eletricidade “verde” oriunda de sistemas fotovoltaicos	Confere ao consumidor final o direito de escolha quanto à aquisição de eletricidade proveniente de geração fotovoltaica, mediante o pagamento de uma tarifa maior.
Obrigatoriedade de aquisição de FV no portfólio obrigatório de renováveis	Instrumento de aquisição obrigatória de determinado patamar de geração elétrica proveniente de geração fotovoltaica.
Fundos de investimentos para FV	Oferta de ações em fundos privados de investimentos
Ações voluntárias de bancos comerciais	Concessão preferencial de hipotecas para construções que possuam sistemas fotovoltaicos e empréstimos para instalações destes sistemas.
Ações voluntárias de distribuidoras	Mecanismos de suporte à aquisição de energia renovável pelos consumidores, instalação de plantas centralizadas de FV, financiamento de investimentos e modelos de aquisição de eletricidade derivada de FV.
Padrões em edificações sustentáveis	Estabelecimento de padrões mínimos de desempenho para edificações (existentes e novas), cujo contexto favorece, entre outras, a adoção de sistemas fotovoltaicos.

Fonte: Traduzido e adaptado por EPE (2012) a partir de IEA (2011, p.33).

No plano da política industrial, IEA (2014, p. 41-42) busca incentivar políticas que visam fortalecer a indústria nacional como a certificação e normalização que atribuem maior grau de confiabilidade para os clientes a respeito da durabilidade e eficiência dos sistemas fotovoltaicos.

A partir disso, fica nítida a importância dos diferentes incentivos para o desenvolvimento da indústria solar fotovoltaica pelo mundo. Principalmente, como as lições tomadas pelas experiências de aplicação dessas políticas são fundamentais para o amadurecimento da indústria solar fotovoltaica brasileira.

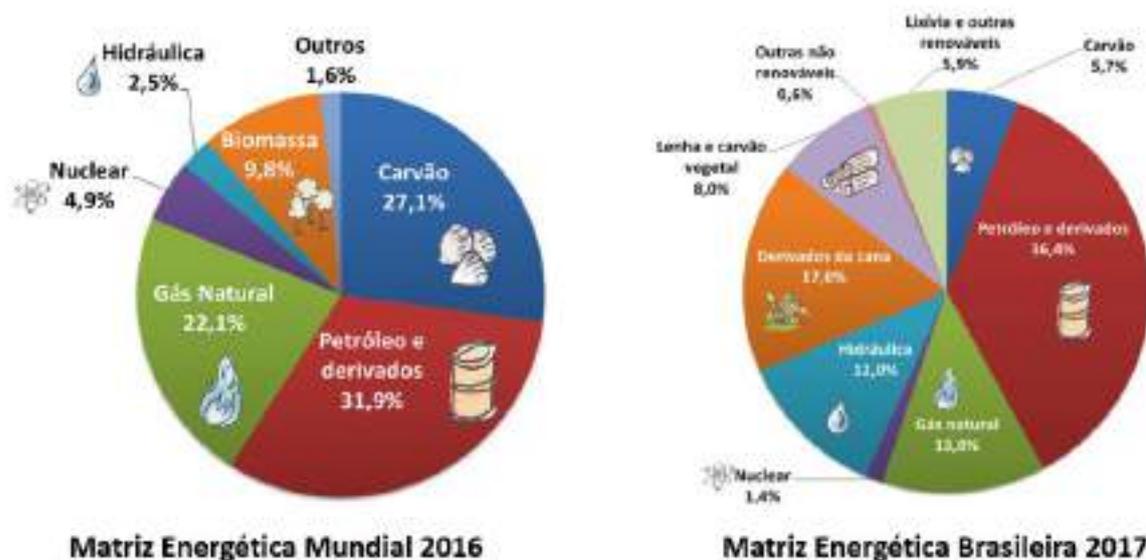
### **2.3. Panorama nacional da energia solar fotovoltaica distribuída**

Ao se tratar de energia, a matriz energética<sup>15</sup> brasileira é privilegiada ao ser composta por mais fontes renováveis do que fontes não-renováveis em comparação com a matriz energética do restante do mundo. O gráfico 2 traz a proporção de cada fonte dentro das matrizes energéticas – mundial e brasileira – comprovando que a brasileira é composta em 42,9% por energias renováveis (lenha e carvão vegetal, energia hidráulica, derivados de cana e outras renováveis – lixo, solar e eólica) contra apenas 14% (composto por energia hidráulica, biomassa e outros – solar, eólica e geotérmica) da matriz energética mundial. Constatando que o Brasil é um país com grande disponibilidade de recursos renováveis que podem ser melhor aproveitados.

---

<sup>15</sup> “A matriz energética refere-se aos recursos energéticos oferecidos por um país ou por uma região. Trata-se de toda a energia disponibilizada para ser distribuída e consumida cotidianamente pelas pessoas e pelos processos produtivos” (GIZ, 2016, p. 6).

**Gráfico 2. Matriz Energética Mundial e Brasileira.**



Fonte: EPE, 2019.

Em termos de fontes para geração de energia elétrica, EPE (2019) apresenta a matriz elétrica<sup>16</sup> mundial que é composta, em sua maior parte, por combustíveis fósseis como carvão, óleo e gás natural, em termelétricas. Esses tipos de energia contribuem para a emissão de cada vez mais gases efeito estufa. Demonstrando a importância do investimento em energias alternativas que sejam renováveis.

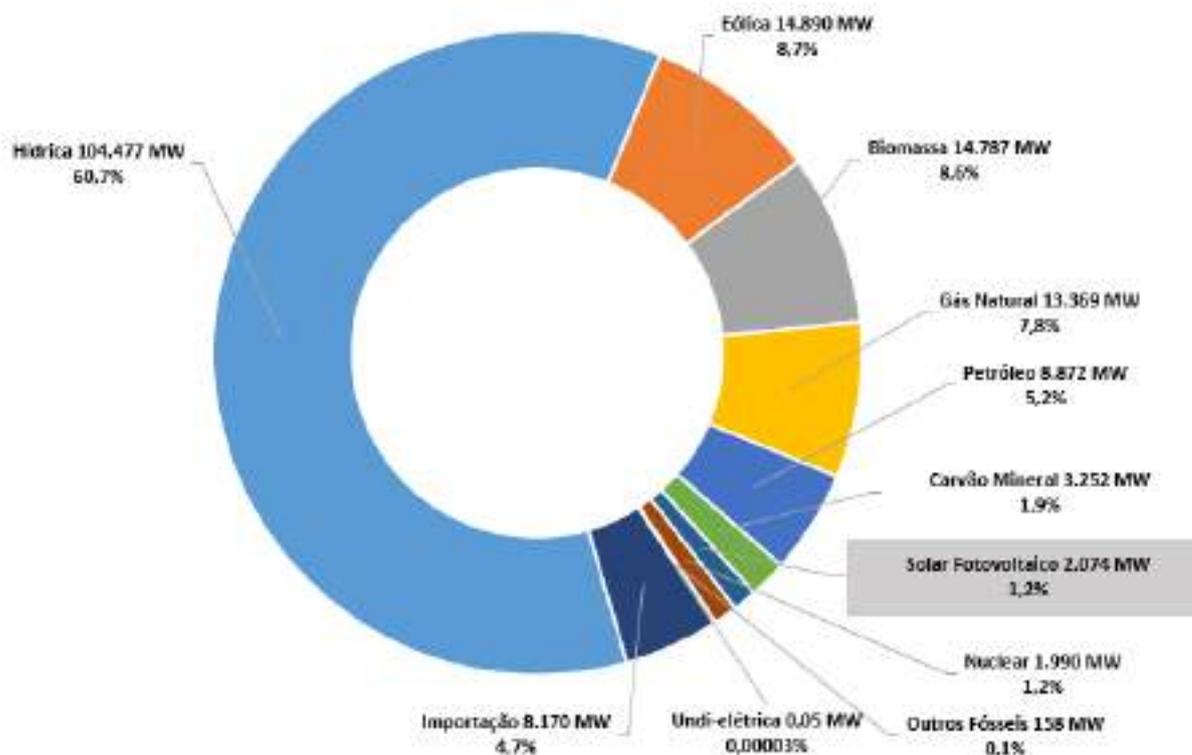
Em contrapartida, o Brasil apresenta boa parte de sua fonte tradicional de geração de energia elétrica na fonte hídrica. Contudo, embora a energia gerada por hidrelétricas possam ser consideradas como fonte renovável, a implementação de usinas hidrelétricas pode resultar em impactos socioambientais (AZEVEDO, 2017). Além disso, na carência de chuvas, os custos de energia podem se elevar com o acionamento das termelétricas – fonte de energia não-renovável – e resultarem no sistema de bandeiras tarifárias<sup>17</sup> que repassam esses custos para os consumidores finais (JADE, 2015).

O Gráfico 3 apresentado abaixo, extraído do Infográfico construído pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2019b), busca mapear as fontes para produção de energia elétrica no Brasil em dados mais recentes.

<sup>16</sup> “A matriz elétrica engloba as fontes utilizadas apenas para a produção de energia elétrica” (GIZ, 2016, p. 6).

<sup>17</sup> “O sistema de bandeiras tarifárias cria uma relação entre o valor pago pelo consumidor e o custo atualizado pago pelas geradoras. Além de indicar que o custo de geração de energia está elevado, por conta do acionamento de termelétricas para poupar água nos reservatórios, o sistema de bandeiras repassa mensalmente às tarifas parte dos custos adicionais na geração” (EBC, 2015).

**Gráfico 3. A matriz elétrica brasileira.**



**Fonte:** Elaboração própria a partir de dados da ABSOLAR, 2019b.

Conforme é possível observar, a fonte solar tem sido pouco aproveitada para esse fim em comparação com as outras fontes de energia. Diante de todas elas, a fonte solar aparece em sétimo lugar com 2074MW de potência e (1,2%) em proporção de participação; atrás da energia hídrica com (60,7%) em proporção de participação, da energia eólica – outra grande fonte de energia renovável – com (8,7%), da Biomassa com (8,6%), do Gás Natural com (7,8%), do Petróleo com (5,2%), do carvão mineral com (1,9%) e da energia nuclear com (1,2%), em par com a energia solar em termos de participação na matriz elétrica brasileira, mas com potência um pouco inferior de 1990MW de potência gerada em energia.

Entretanto, o cenário de produção de energia elétrica pela fonte solar poderia ser melhor. Segundo EPE (2012, p. 1), o Brasil tem alto potencial para a geração de energia solar fotovoltaica. O país apresenta altos níveis de radiação solar – principal insumo para geração de energia desse tipo - ultrapassando outros países, como Alemanha e a França, onde o aproveitamento da energia solar é bem maior. Nascimento (2017, p. 15) estima que o potencial total brasileiro de geração de energia fotovoltaica é mais de duas vezes o consumo residencial do país.

Além disso, de acordo com EPE (2012), a reserva de quartzo brasileira é capaz de proporcionar vantagem competitiva ao país na produção de silício com alto grau de pureza – recurso de maior eficiência utilizado na fabricação de painéis solares –, células e módulos solares. Esses fatores são relevantes para o desenvolvimento de um mercado interno e para atração de investidores (EPE, 2012, p. 1-7).

Em termos regulatórios, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) disponibilizou, em 2012, a resolução nº 482 e que posteriormente foi implementada a partir das resoluções nº 687/2015 e nº 786/2017. O objetivo principal dessas resoluções é fornecer base jurídica para “*o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica*” (ANEEL, 2012, p. 1). Portanto, já existem parâmetros legais para tais práticas de produção de energia solar no formato distribuído.

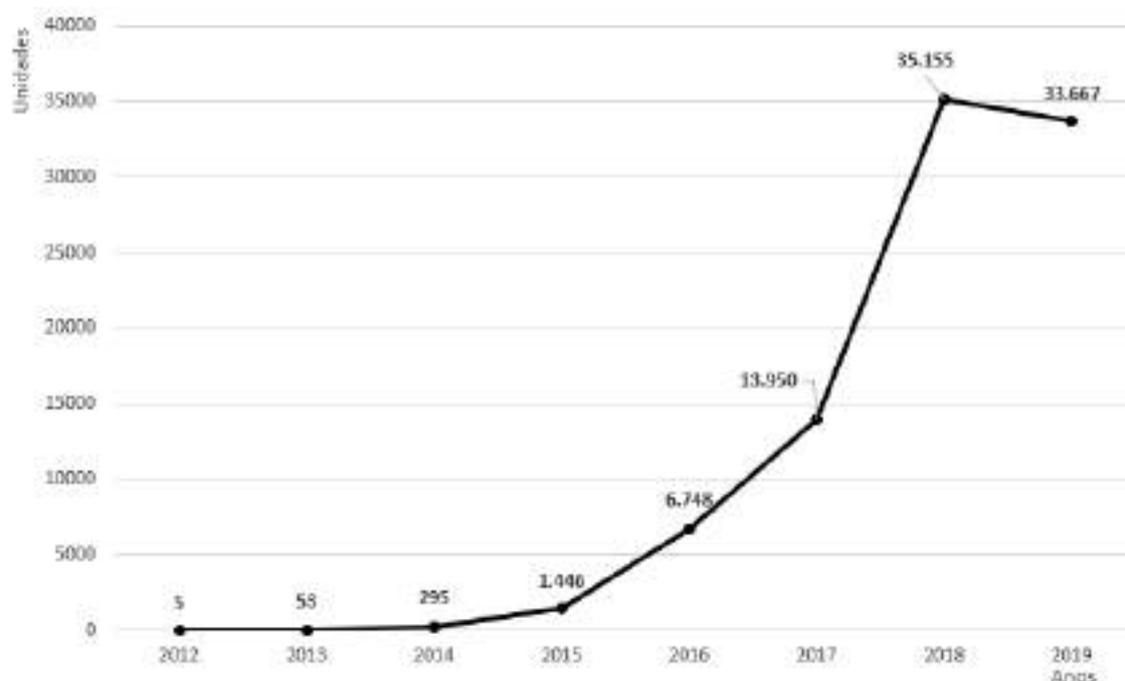
A resolução institui a microgeração distribuída como uma “*central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, (...) ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras*” (ANEEL, 2012, p. 2). Por outro lado, a minigeração distribuída é instituída como uma “*central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, (...) ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras*” (ANEEL, 2012, p. 2). Desse modo, a microgeração e a minigeração distribuída são assim classificadas de acordo com a potência instalada.

A importância dessa resolução também advém da implementação do sistema de compensação de energia elétrica – também conhecido na literatura como *net metering* -, ou seja, é reconhecida a possibilidade de injetar o excesso de energia gerada, formando uma espécie de empréstimo ao sistema de distribuição local. Posteriormente, essa energia será revertida em créditos ao consumidor, calculados de acordo com a tabela da ANEEL.

Além disso, as resoluções mais recentes trouxeram inovações como: (i) empreendimento com múltiplas unidade consumidoras – instalação de um mini ou microgerador central em que a energia gerada poderá ser consumida em condomínio; (ii) geração compartilhada – é a junção de dois ou mais consumidores, sob a mesma área de concessão da distribuidora, que compartilham dos créditos de energia gerados; e (iii) autoconsumo remoto – ato de instalar o mini ou microgerador em área diferente de onde reside e utilizar os créditos gerados por este (FEBRABAN; FGVCS; 2018, p. 28-29).

Nascimento (2017, p. 28) já apresentava os reflexos da introdução do método *net-metering* pela Resolução nº 472 ao sistema brasileiro com geração de energia solar distribuída. Segundo ele, na época, houve um acréscimo considerável no número de unidades consumidoras com geração solar fotovoltaica.

**Gráfico 4. Evolução no número de unidades brasileiras com geração solar fotovoltaica distribuída.**



**Fonte:** Elaboração própria a partir dos dados da ANEEL<sup>18</sup>.

O Gráfico 4 confirma os impactos a partir de dados atualizados referentes aos acréscimos nas unidades consumidoras com geração distribuída. De fato, após a implementação da Resolução nº 472, em 2012, pela ANEEL, os números de unidades consumidoras vem crescendo a cada ano. Atualmente, a geração solar fotovoltaica distribuída alcançou o total de 91.319 unidades com geração distribuída e 957,59 MW de potência acumulada<sup>19</sup>. Desse total, 67.541 (73,3%) das unidades consumidoras possuem perfil residencial, enquanto que 18.206 (19,9%) das unidades consumidoras representam perfis industrial e comercial, o que representa um número pequeno em relação ao tamanho do potencial brasileiro para geração de energia solar fotovoltaica. Por fim, os dados mostram que o setor público, apresentando perfis de

<sup>18</sup> Dados coletados no site da ANEEL em <http://www.aneel.gov.br/scg/rcgMicro.asp>. Acessado em 25/06/2019.

<sup>19</sup> Foram considerados dados parciais referentes ao ano de 2019, visto que foram coletados em 25/06/2019 em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjViLTllMjltN2E5MzBkN2ZlMzVklwiZCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTYtNDZhMi05MmQQLWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>. (ANEEL)

iluminação pública, poder público e o serviço público, e a área rural possuem uma pequena participação nesse cenário – o equivalente a 5.572 (6,8%) unidades consumidoras.

### **2.3.1. Oportunidades e desafios para o desenvolvimento do setor no Brasil**

Além do conjunto de características naturais do Brasil que favorecem a inserção da energia solar fotovoltaica distribuída e a regulação ANEEL que viabiliza legalmente os projetos fotovoltaicos, é possível encontrar oportunidades no Brasil que podem ser exploradas. Entre as oportunidades que incentivam a fonte solar está uma gama de mecanismos no plano político-econômico; os indicativos do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDDE) e o fato do desenvolvimento do mercado de energia poder proporcionar melhoras em áreas pouco desenvolvidas.

Por outro lado, ainda existem diversos desafios que devem ser enfrentados para que não formem barreiras para o avanço da geração de energia elétrica por fonte solar. Os desafios encontrados passam pelo estímulo à instalação do mercado solar em áreas pouco desenvolvidas; pelos custos dos equipamentos utilizados para geração de energia elétrica via fonte solar; pelo aumento dos investimentos em políticas de P&D; pela questão ambiental dos componentes utilizados para geração de energia elétrica via fonte solar; e pela questão do financiamento.

No plano político-econômico, Febraban e FGVces (2018, p. 30) apontam dois grandes instrumentos para estimular o setor solar fotovoltaico: o convênio Confaz ICMS nº16/2015 e os programas estaduais de apoio ao desenvolvimento do mercado solar fotovoltaico. Em relação ao convênio Confaz, ele estipula a isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) em operações internas de circulação de energia elétrica, incidindo apenas sobre o consumo líquido de energia, ou seja, a diferença entre a energia consumida e a energia injetada na rede. EPE (2014, p. 42) ressalta o ICMS como um dos principais tributos ao se tratar de energia solar fotovoltaica distribuída, sendo uma importante parcela de formação do preço final da eletricidade para o consumidor.

Já na perspectiva dos programas estaduais, Febraban e FGVces (2018, p. 30) explicam que tais programas buscam estimular o setor fotovoltaico via adoção de incentivos econômicos, ações de comunicação, redução de gargalos burocráticos e regulatórios, financiamento e medidas para capacitação. Nesse sentido, os estados têm buscado estabelecer alguns mecanismos para que a energia solar se torne competitiva.

Rosa (2016, p. 145) indica o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDDE) como um indício para a expansão da fonte solar no Brasil. O plano aponta para uma maior inserção das

energias renováveis na matriz energética brasileira e aposta no crescimento da capacidade instalada em energia solar dos, então, 19MWp (Megawatt-pico) para 3500MWp em 2023. O PDDE é um documento que tem por objetivo disponibilizar importantes elementos para a tomada de decisão do setor de energia, com benefícios em termos de aumento de confiabilidade, redução de custos de produção e redução de impactos ambientais (EPE, 2018).

Além dessas, existem diversas políticas de incentivo no plano tecnológico – como o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS), Lei da Informática, o Plano Inova Energia e o Projeto de P&D Estratégico da ANEEL nº 13/2011 -; de regulação e organização de mercados – como a Resolução nº 482 da ANEEL, a possibilidade do *Net metering* e o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída (ProGD) -; e industrial – como o Programa de Nacionalização Progressiva (PNP) - que incentivam o uso da energia solar fotovoltaica distribuída como fonte de energia elétrica.

A Tabela 2 a seguir apresenta de forma resumida os principais mecanismos de incentivos encontrados existentes no Brasil, elencados acima, e uma breve descrição desse conjunto de oportunidades.

**Tabela 2. Descrição dos principais mecanismos de incentivo para energia solar fotovoltaica distribuída no Brasil.**

Programa	Descrição
Regulação Aneel - Resolução nº 482, nº 687/2015 e nº 786/2017	Regula o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica. Além de regular empreendimentos com múltiplas unidade consumidoras, a geração compartilhada e autoconsumo remoto.
<i>Net metering</i>	Instrumento em que o proprietário do sistema recebe créditos pelo excesso de eletricidade injetado na rede, conforme registrado por um medidor de eletricidade bidirecional e capturado durante o período de faturamento.
Convênio ICMS nº 16/2015 CONFAZ	Autoriza estados a isentarem o ICMS sobre a energia elétrica de projetos de geração distribuída no âmbito da REN 482. Ele concede isenção do ICMS incidente sobre a energia elétrica fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade correspondente à energia injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora.
Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS)	Conjunto de incentivos fiscais destinado a contribuir para a atração de investimentos na área de semicondutores e displays, usados como insumo para produtos eletrônicos. As células fotovoltaicas e módulos estão incluídos no programa, entre outros produtos da cadeia produtiva, observadas determinadas condições.
Lei da Informática	A Lei nº 8.248/91, modificada pela Lei nº 11.077/04 oferece benefícios tributários para bens de informática e de automação, inclusive para a produção de equipamentos destinados à geração fotovoltaica. Esses benefícios estão condicionados a investimentos em pesquisa e desenvolvimento e não são restritos à fonte solar fotovoltaica.

Inova Energia	O Plano Inova Energia é uma ação conjunta do BNDES, da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e a ANEEL para fomentar a inovação. Em relação ao foco de apoio à cadeia produtiva de energia solar fotovoltaica, as diretrizes principais são: (i) desenvolvimento de tecnologias para produção de silício purificado em grau solar, lâminas de silício e células fotovoltaicas de silício; (ii) desenvolvimento de tecnologias para produção de células fotovoltaicas de filmes finos, OLED ou de outros materiais; e (iii) desenvolvimento de tecnologias e soluções para produção de inversores e equipamentos aplicados a sistemas fotovoltaicos.
Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída (ProGD)	O MME criou o ProGD, por meio da Portaria nº 538/15, para ampliar e aprofundar as ações de estímulo à geração de energia pelos próprios consumidores, com base nas fontes renováveis de energia, em especial, a solar fotovoltaica.
Projeto de P&D Estratégico nº 13/2011, “Arranjos técnicos e comerciais para inserção de projetos de geração solar fotovoltaica na matriz energética brasileira”.	O Programa de P&D da ANEEL tem como objetivo apoiar projetos que demonstrem originalidade, aplicabilidade, relevância e a viabilidade econômica de produtos e serviços nos processos e usos finais de energia. Os investimentos de P&D são orientados para subtemas estratégicos ou prioritários, buscando estimular o desenvolvimento de invenções e inovações tecnológicas relevantes para o setor elétrico brasileiro.
Plano de Nacionalização Progressiva	A regra do PNP - voltado para fomentar o desenvolvimento da cadeia solar fotovoltaica - adota um conceito diferenciado do critério tradicional para o Financiamento de Máquinas e Equipamentos (FINAME) do BNDES, tradicionalmente calculado com base em percentual do peso e do valor do equipamento fabricado no Brasil. Ela exige nacionalização percentualmente progressiva, ao longo dos anos, de componentes e processos específicos.

**Fonte:** Elaboração própria a partir de SEBRAE (2018).

Em análise às potencialidades do setor, ABINEE (2012, p. 39) encontra uma oportunidade para a sociedade brasileira pelo desenvolvimento do mercado de energia solar em locais onde os níveis de irradiação solar são mais altos. A entrada da indústria solar fotovoltaica em tais regiões seria muito benéfica, pois aumentaria o grau de desenvolvimento nessas localidades com a geração de renda via criação de empregos diretos e indiretos ao setor.

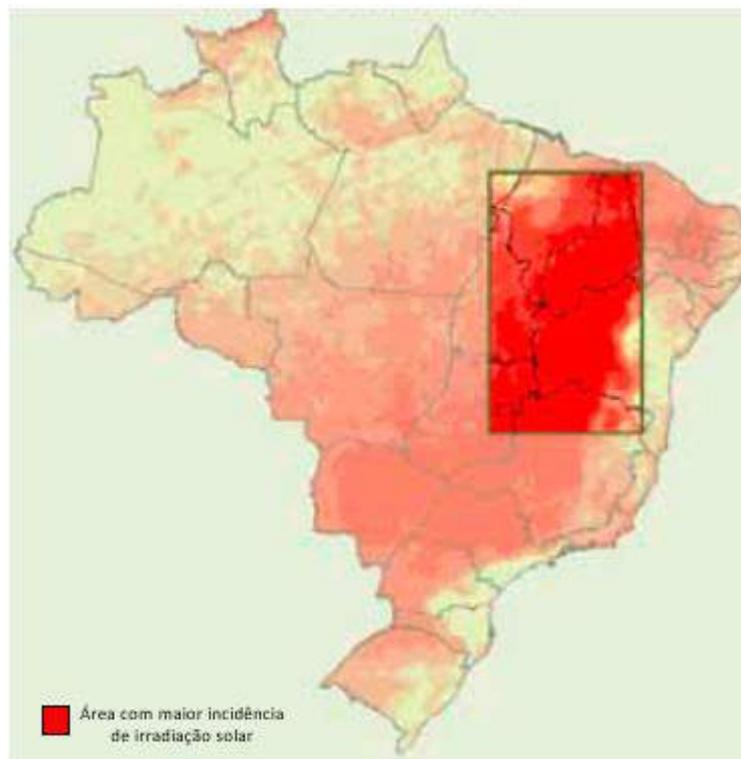
**Figura 4. Ranking dos estados brasileiros em termos de geração de energia solar distribuída.**



Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2019.

Nessa perspectiva, na Figura 4, acima, apresenta-se o ranking estadual de geração de energia solar distribuída via a potência total instalada em MW nos respectivos estados. Já na Figura 5, abaixo, apresenta-se os diferentes níveis de irradiação solar presente em todo o território brasileiro. As áreas de maior incidência de irradiação solar apresentadas na Figura 5, que englobam em maior parte os estados da Bahia, do Maranhão, do Piauí e do Tocantins – na Figura 4 escaladas, respectivamente, em 13º, 17º, 18º e 19º no ranking estadual de geração solar distribuída - são áreas carentes de emprego e pouco desenvolvidas (ABINEE, 2012, p. 39).

**Figura 5. Mapa da Irradiação Solar no Brasil.**



**Fonte:** ABINEE, 2012.

Analisando as informações extraídas das figuras 4 e 5, é possível notar que um dos desafios colocados ao Brasil é como estimular a indústria solar fotovoltaica para que se desenvolvam também nas áreas de maior incidência de irradiação solar apresentada na Figura 5. Nesse sentido, essas áreas seriam, portanto, amplamente beneficiadas com o desenvolvimento do setor solar fotovoltaico.

Um possível empecilho para a implementação da fonte solar no Brasil, levantado por Silva (2015, p. 34-36), está associado ao custos dos equipamentos utilizados para geração de energia elétrica via fonte solar. Na opinião do autor, devido as placas fotovoltaicas possuírem componentes importados, a tributação sobre produtos importados pode impactar diretamente em seus custos. Entretanto, existem projetos de Lei que estipulam a possibilidade de implementação de impostos sobre produtos importados associados a placa fotovoltaicas, podendo assim, impactar em seus custos.

Por outro lado, atualmente, o Brasil concede isenção via lei nº 11.484, de 31 de Maio de 2007, para algumas aplicações, como por exemplo o investimento em P&D no Brasil (Silva, 2015, p. 34-36). Contudo, não se pode descartar a hipótese de que a implementação do imposto possa visar o desenvolvimento da produção nacional, visto que, conforme o exemplo das áreas

pouco desenvolvidas citada acima, o desenvolvimento da indústria nacional aumentaria os impactos diretos e indiretos sobre emprego e geração de renda.

Vale ressaltar que apenas a isenção de tributos, por si só, não estimula o mercado solar fotovoltaico, mas o investimento em políticas de P&D. Silva (2015, p. 38) chama atenção para a importância dos investimentos em P&D, como meio de proporcionar inovações dentro do sistema da geração de energia elétrica via fonte solar. Aponta, inclusive, desafios na fonte solar, como a intermitência da fonte que causa instabilidade – por nem sempre as células fotovoltaicas estarem expostas a irradiação solar, necessitando de baterias para armazenamento – e o baixo fator de capacidade das placas fotovoltaicas.

Os investimentos em P&D surgem, então, não só como uma possibilidade para viabilizar baterias a preços menores e aumentar o grau de eficiência das placas fotovoltaicas, mas também para o progresso de geração de energia solar fotovoltaica distribuída como um todo (SILVA, 2015, p. 38). Uma oportunidade para consolidar a fonte solar como competitiva diante das outras fontes de energia, bem como uma possibilidade para a diminuição do investimento na aquisição e instalação do sistema.

Embora considerem como incipiente a indústria solar fotovoltaica no Brasil, Esposito e Fuchs (2013) trazem como exemplo da importância do investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I) os avanços alcançados no início da cadeia produtiva com a fabricação do silício em grau metalúrgico. Entretanto, os autores chegaram à conclusão de que, mesmo a indústria brasileira tendo alto potencial para se estabelecer dentro desse setor, boa parte das pesquisas em purificação em silício permanecem dentro das universidades ou instituições tecnológicas. Em comparação aos recursos obtidos em P,D&I no restante do mundo, tais recursos já estão concentrados dentro das empresas, podendo, inclusive, ser encontrados aplicados em etapas de produção industrial. Portanto, para que as empresas brasileiras possam se tornar competitivas em relação ao restante do mundo nesse setor, há também a necessidade de maior investimento em P,D&I dentro das próprias empresas brasileiras. (ESPOSITO; FUCHS, 2013, p. 104-108).

Um dos pontos mais sensíveis levantados sobre a energia solar, enquanto fonte de energia renovável, está atrelado à questão ambiental. Seriam, de fato, os componentes utilizados no sistema de geração de energia por fonte solar ambientalmente sustentáveis?

ABINEE (2012) garante que os impactos ambientais relacionados à produção de energia elétrica via fonte solar são mínimos. Durante a produção de energia pelos sistemas não há

emissão de gases poluentes, bem como as emissões são controladas durante o processo de fabricação das células fotovoltaicas. Principalmente porque as indústrias procuram reduzir ao máximo os impactos ambientais, tentando preservar sua imagem de ambientalmente corretas (ABINEE, 2012, p. 36).

Segundo o autor, em termos de gastos de energia para a produção dos módulos, a energia gerada por um módulo de silício durante sua vida útil equivale 9 a 17 vezes a energia necessária para sua produção. Entretanto, um dos desafios colocados à indústria é a reciclagem das células de silício. Algumas técnicas para reutilização vêm sendo praticadas, porém ainda não em larga escala. Todavia, alguns países conseguem reaproveitar os materiais dos módulos como vidro, silício, película de Etileno-Vinil-Acetato (EVA) e o alumínio (ABINEE, 2012, p. 36).

Por fim, a concessão de condições especiais para o financiamento da energia solar fotovoltaica é visto como um dos instrumentos de uso comum para viabilizar projetos. Tais condições incentivam tanto a maior quantidade de empreendedores a investir, quanto viabiliza que consumidores possam acessar a geração de energia sem grandes desembolsos iniciais (EPE, 2012, p. 43). Nesse sentido, a próxima seção busca tratar mais a fundo a questão do financiamento para o desenvolvimento da fonte solar no Brasil.

#### **2.4. A importância do Financiamento para o desenvolvimento da fonte solar no Brasil**

Assim como na produção e difusão de diversas fontes de energia renováveis, o financiamento de longo prazo surge como um grande desafio para a energia solar. Costa e Prates (2005, p. 21) identificaram que as possíveis causas para essa escassez de financiamento é a insegurança política e legal que desestimula os investidores. Além desse mercado poder apresentar grandes riscos, em parte devido ser um mercado pouco consolidado, mas por, geralmente, ser caracterizado por tecnologias pouco difundidas e a escala de produção ser reduzida.

O financiamento dos sistemas de geração é considerada outra barreira ao desenvolvimento da energia solar distribuída. Nascimento (2017, p.38) corrobora o fato de que o custo com os equipamentos para a instalação do sistema de geração são um dos principais empecilhos para adoção do sistema pelas unidades consumidoras, principalmente aquelas de pequeno porte. Embora haja o esforço para sanar essa carência de recursos pelo lado do BNDES, as linhas de financiamento disponíveis oferecem melhores alternativas para empreendimentos de maior porte, desse modo, são pouco exploradas as oportunidades para empreendimentos de pequeno porte.

Além da sugestão da criação de linhas de financiamento por bancos oficiais com estratégias voltadas para empresas de pequeno porte, uma importante alternativa apontada por ele vai ao encontro da disponibilidade de recursos para as unidades consumidoras através de um Projeto de Lei do Senado – PLS nº 371. O projeto propõe a liberação dos recursos do Fundo de Garantia de Tempo de Serviço (FGTS) para aquisição e instalação de sistemas que gerem energia elétrica a partir de fontes renováveis. Além de tentar sanar as questões relacionadas a financiamento para esse perfil consumidor, o projeto de lei entrando em vigor também será uma oportunidade de estímulo a geração solar fotovoltaica distribuída como fonte de energia elétrica (NASCIMENTO, 2017, p. 39).

Silva (2015, p. 31), por outro lado, cita como uma das implicações para a micro e a minigeração distribuída: o prazo de maturação do investimento. Esse fator desestimula o investimento por parte dos brasileiros que muitas das vezes não possuem o recurso total necessário para o investimento. Desse modo, quando a população possui o recurso, tem que lidar com o custo de oportunidade em investir em um projeto voltado para eficiência energética e abrir mão de um novo bem durável ou de uma aplicação financeira, por exemplo. Desse modo, embora haja benefícios econômicos atrelados a adoção do sistema de geração, ainda há a carência de condições de financiamento adequadas para esse perfil consumidor.

Vale ressaltar que, no âmbito do Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica<sup>20</sup> (ProGD), teve a criação de uma nova oportunidade de financiamento. Foi permitido através da Lei nº13.203, de 8 de dezembro de 2015, o apoio do BNDES com recursos a taxas diferenciadas a projetos de eficiência energética e geração distribuída por fontes renováveis em escolas e hospitais públicos. Ressaltando, dessa forma, a importância de ter o BNDES como ator de financiamento de longo prazo também dentro desse segmento.

Febrabran e FGVces (2018, p. 42) realizaram algumas análises para entender a carência do financiamento da energia solar fotovoltaica no Brasil. De acordo com as conclusões dos autores, as motivações podem se enquadrar nos aspectos culturais, econômico-financeiro, nas implicações mercadológicas e no lado técnico.

Em suma, nos aspectos culturais a carência se dá na ausência de demanda suficiente por parte da população brasileira em torno dos sistemas fotovoltaicos e, conseqüentemente, pela baixa demanda por financiamentos com essa finalidade. No plano econômico-financeiro há

---

<sup>20</sup> O Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída (ProGD) de Energia Elétrica é uma importante iniciativa do governo que visa ampliar a geração distribuída de energia elétrica por fontes renováveis em residências, instalações industriais e comerciais, escolas técnicas, universidades federais, hospitais e edifícios públicos.

pouco interesse por parte das instituições financeiras, devido o elevado tempo para retorno do investimento em sistemas fotovoltaicos e a necessidade de maiores garantias. Já no âmbito mercadológico e técnico, há a carência de informações históricas a respeito dos implementadores e a ausência de um padrão de certificação - tanto para fornecedores, quanto para implementadores. Dificultando, dessa forma, o cálculo de riscos de performance, bem como a mensuração adequada dos riscos de inadimplência desses atores (FEBRABRAN; FGVCES, 2018, p. 42-44).

Em suma, percebe-se que a carência de recursos é um fator de desestímulo ao desenvolvimento do setor, principalmente, quando tange as unidades consumidoras de médio e pequeno porte. Devido, principalmente, aos altos custos iniciais atrelado ao investimento nos equipamentos de geração de energia pela fonte solar e pelo elevado tempo para o retorno do investimento.

## **2.5. Conclusão**

Esse capítulo buscou apresentar a energia solar como uma opção dentre as fontes de energias renováveis e como uma alternativa frente às energias tradicionais. Demonstrando, principalmente, a importância da utilização desta fonte de energia “mais limpa” no intuito de mitigar as emissões de gases de efeito-estufa. Além de ser uma fonte de energia térmica, a energia solar foi apresentada a partir da perspectiva de fonte geradora de energia elétrica, constituindo o sistema de energia solar fotovoltaica centralizada e distribuída. Assim como demonstrou o esquema de um sistema com geração distribuída e seus principais benefícios à sociedade e ao planeta.

Em termos mundiais, a energia solar vem atuando fortemente como fonte de energia elétrica em diversos países. Sua capacidade instalada vem crescendo e o papel dos incentivos foi essencial, tanto para o desenvolvimento do mercado, quanto para o acesso à fonte pelos consumidores. O Brasil, por outro lado, é um país com grande potencial para exploração da energia solar. Seu território é atingido por altos níveis de radiação solar e o país possui reservas de quartzo que poderia proporcionar vantagem competitiva na produção de silício. Além disso, a resolução nº 472 da ANEEL trouxe base jurídica e instituiu os sistemas de mini e microgeração de energia solar distribuída, o que resultou no crescimento do número das unidades consumidoras nos últimos anos.

Em suma, o Brasil apresenta um conjunto de incentivos que buscam ser um estímulo para o desenvolvimento e difusão de tecnologias que gerem energia elétrica via fonte solar, bem

como o uso da fonte solar fotovoltaica em sua modalidade distribuída. Entretanto, existem diversos desafios que precisam ser sanados como o estímulo à instalação do mercado solar em áreas pouco desenvolvidas, os elevados custos dos equipamentos utilizados para geração de energia elétrica via fonte solar e a carência de investimentos em políticas de P&D. Além da questão ambiental dos componentes utilizados para geração de energia elétrica via fonte solar.

Contudo, entre os desafios encontrados, o financiamento de longo prazo é um grande determinante para o desenvolvimento do setor solar fotovoltaico e um dos principais obstáculos é o tempo elevado para o retorno do investimento. A escassez de recursos é, mais uma vez, apontada como uma barreira limitante para o desenvolvimento e, conseqüentemente, para a difusão dos projetos fotovoltaicos. Visto que há a carência de linhas de financiamento tanto com estratégias de financiamento que abarquem unidades consumidoras de médio e pequeno porte, bem como há a carência de informações históricas dos fornecedores e implementadores desses projetos que acabam por impor dificuldades nas análises realizadas pelas instituições financeiras.

## **CAPÍTULO 3 – O BNDES E O FINANCIAMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA**

Nos últimos anos, os aspectos ambientais tem sido pauta em diversos lugares no mundo. A preocupação de como manter o clima ameno para a vida na terra, a água limpa para consumo e até mesmo o ar em condições para respirar, são questões relevantes não apenas para um país como para a população mundial.

Desde então, o principal questionamento de diversos especialistas, governos e organismos multilaterais, é de como evitar tais impactos ao planeta ou ao menos amenizar os impactos ambientais para as próximas gerações. Uma vez que os impactos perpassam pela dimensão social, as agendas políticas têm se voltado para a busca por soluções que vão nesse sentido e a somar tais questões às relacionadas ao desenvolvimento econômico.

A questão da energia solar, por sua vez, é apresentada como uma alternativa para redução da emissão de gases do efeito estufa e sua implementação possui alto potencial no Brasil, trazendo múltiplos benefícios se aplicados em massa. Entretanto, no âmbito das Ecoinovações, das quais podemos incluir a energia solar, bem como para a difusão de tais tecnologias o *funding* de médio e longo prazo é essencial. A escassez de recursos foi diversas vezes apontada como um obstáculo para o desenvolvimento sustentável, conforme amplamente discutido nos capítulos anteriores.

### **3.1. O BNDES no financiamento da economia brasileira**

A questão do financiamento se fez uma constante ao longo dos anos em diversos setores da economia brasileira. Costa e Deos (2002, p. 24) já identificavam problemas de *funding* interno para estender o perfil de endividamento na economia brasileira como um dos principais determinantes em sua análise desde o início do período colonial. A história revela que o país recorreu diversas vezes aos empréstimos externos e, na busca do entendimento para questões relacionadas ao financiamento da economia brasileira, Costa e Deos compõem a história do financiamento por quatro ciclos e o atual.

O primeiro é caracterizado por pouca liquidez monetária em virtude do crescimento das produções e pouca moeda em circulação. Contudo, o uso do ouro trouxe uma base ao sistema monetário mais sólida com a possibilidade do acúmulo de moedas. Em 1808, inicia-se o segundo ciclo com a “abertura financeira”, caracterizado por grande endividamento que acarretou em vulnerabilidade externa e tentativas falhas de aprendizados em relação as

exigências do padrão ouro, finalizando com o fechamento da economia devido a primeira guerra mundial em 1914 (COSTA; DEOS; 2002, p. 25-28).

Já o terceiro ciclo foi o chamado de “capital se faz em casa”, fazendo menção a oportunidade para que o sistema bancário brasileiro tomasse seu espaço com o aumento da demanda por recursos e a saída dos bancos internacionais. Um dos grandes marcos nesse ciclo foi a consolidação de um sistema bancário nacional que se tornou uma das fontes principais de financiamento da economia (COSTA; DEOS; 2002, p. 28-30).

Em relação ao quarto ciclo, ele inicia com a criação do BNDE em 1952 que indicava a vontade política pela promoção da industrialização e orientação no desenvolvimento, suas operações na época eram voltadas a suprir o financiamento de setores de utilidade pública – setores como de energia e transporte. Dos anos 1950 aos 1960, o grande marco do início dos investimentos do BNDE foi fortemente voltado para projetos de infraestrutura (BNDES, 2019a).

Embora o quarto ciclo tenha iniciado com a quebra do período de crescimento em virtude do endividamento externo, os principais elementos colocados por Costa e Deos (2002, p. 33) foram as diferentes modalidades de crédito que vieram com a consolidação de novas instituições financeiras, por volta dos anos 1960, que forneciam capital de giro (banco comercial), *funding* de longo prazo (banco de investimento), além de crédito ao consumidor (Financeiras de crédito). No período de 1960 até 1970, constatou-se a participação do BNDE mais ativamente no investimento ao setor privado, visto que os bancos de investimento não possuíam *funding* adequado. Ao longo desse período até a década de 1980, o BNDE se destacou pelo suporte nas atividades de desenvolvimento tecnológico, nos investimentos na indústria de base (bens de consumo) e na política de substituição de importações (BNDES, 2019a).

Durante os anos 1980 até 1990, o banco incluiu às suas atribuições a função social, passando assim de BNDE para BNDES. No entanto, na década de 1990, incorporou a liberalização e a abertura financeira e o período foi marcado pela busca da diminuição da participação estatal na regulação do financiamento da economia brasileira.

Prates et al. (2000, p. 86) relatam mudanças no perfil do BNDES durante os anos 1990 até 2000, principalmente, em virtude dos novos rumos trilhados pelos formuladores de política que não focavam em políticas de Estado ativo para o desenvolvimento, mas na desestatização de empresas via o Plano Nacional de Desestatização (PND). O investimento estrangeiro direto era visto como uma das principais fontes de recursos para financiamento das novas indústrias

dentro do novo cenário brasileiro, voltando-se a importância para a estabilização da moeda juntamente com as políticas de investimento.

Dentro desse contexto, o BNDES surgiu como um ator relevante dentro do PND, auxiliando na desestatização tanto na esfera federal, quanto estadual e municipal. Além disso, nesse mesmo período, financiou os setores de infraestrutura econômica privatizados, deu suporte no processo de reestruturação industrial, atuou como agência de financiamento às exportações e estimulou setores de tecnologia de ponta via Bndespar<sup>21</sup> (PRATES; CINTRA; FREITAS, 2000, p. 86-89).

A partir dos anos 2000, o BNDES passou a assumir um papel relevante dentro da política de inovação. Atuando juntamente com o governo federal, o BNDES incorporou o apoio a inovação em sua agenda, além de implementar políticas orientadas para o setor produtivo. Desse modo, dando um peso maior às políticas de industrialização via fomento à inovação tecnológica (BASTOS, 2012, p. 139). Inclusive o período foi marcado, também, pelo apoio do BNDES a modernização tecnológica de diversas indústrias em uma ótica ambiental, como a substituição da tecnologia de branqueamento da celulose e o aproveitamento de gás de coqueira para geração de eletricidade, por exemplo (PAIVA, 2012, p. 187).

Bastos (2012, p. 139) atribuiu um peso maior ao afirmar que esse movimento de apoio à inovação reflete o resgate do BNDES à função de banco de desenvolvimento. Conforme o Banco Central do Brasil (BCB) define através de sua resolução nº 394, de 03 de novembro de 1976, “*Art. 4º O objetivo precípua dos Bancos de Desenvolvimento é proporcionar o suprimento oportuno e adequado dos recursos necessários ao financiamento, a médio e longo prazos, de programas e projetos que visem a promover o desenvolvimento econômico e social (...)*”<sup>22</sup>. O BNDES ainda assume funções mais amplas por abranger o território nacional.

Os dados demonstram que o BNDES tem contribuído para o financiamento da economia brasileira. Suas principais fontes de financiamento eram: o Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), o retorno dos financiamentos feitos e a captação de dinheiro do exterior (COSTA, 1999, p. 294). Entretanto, Giambiagi et al (2011, p. 47) ao analisar os desembolsos do BNDES em proporções ao PIB, ressalta que a partir de 2007 outra importante fonte de recursos para o banco foram os empréstimos do Tesouro Nacional.

---

<sup>21</sup> Subsidiária integral do BNDES, a BNDES Participações S.A. (BNDESPAR) apoia as empresas brasileiras através de instrumentos de renda variável (BNDES, 2019a).

<sup>22</sup> Artigo 4º da resolução nº 394, de 03.11.76, que define a competência e disciplina, a constituição e o funcionamento dos bancos de desenvolvimento.

**Tabela 3. Desembolsos do BNDES**

Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
R\$ <sup>23</sup>	7,1	9,7	17,9	21,3	20,0	23,4	25,7	38,2	35,1	40,0	47,1	52,3	64,5	92,2	137,4	168,4
% PIB	1,0	1,2	1,9	2,2	1,9	2,0	2,0	2,6	2,1	2,1	2,2	2,2	2,4	3,0	4,3	4,6

Fonte: GIAMBIAGI et al, 2011, p. 48.

Conforme a Tabela 3 apresenta, os desembolsos do BNDES cresceram ao longo dos anos de 1995 até 2010, partindo de R\$7,1 bilhões e passando para R\$168,4 bilhões ao final do período. Enquanto que as proporções tomadas em relação ao PIB inicialmente de 1% em 1995, alcançou o patamar de 4,6% do PIB em 2010. Portanto, a Tabela 3 demonstra o aumento da participação do banco de desenvolvimento e a crescente necessidade dos recursos desembolsados pelo BNDES para o financiamento da economia brasileira durante o período em questão.

### 3.2. O aprofundamento do BNDES às questões ambientais

Na ótica ambiental, durante os anos 2000, o BNDES implementou diversas iniciativas para incluir as questões ambientais em seu escopo, inclusive a propagação de materiais para guiar projetos a serem apoiados<sup>24</sup>. Tais mudanças deram origem a linha de Meio Ambiente e o Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO) como resultado de uma reformulação de sua política ambiental. O programa de eficiência energética visa apoiar iniciativas que “*contribuam para economia de energia, aumentem a eficiência global do sistema energético ou promovam a substituição de combustíveis de origem fóssil por fontes renováveis*” (BNDES, 2008, p. 125).

O BNDES também tem sido responsável pela gestão do Fundo Amazônia, instituído por meio do Decreto nº 6.527, de 1º de agosto de 2008, o programa “*se incumba da captação de recursos, da contratação e do monitoramento dos projetos apoiados, tais como: controle de florestas e áreas protegidas; recuperação de áreas desmatadas; atividades econômicas a partir do uso sustentável da floresta, entre outros*” (PAIVA, 2012, p. 188). Um passo ainda mais amplo foi a criação de uma área específica para cuidar das temáticas voltadas para o meio

---

<sup>23</sup> Bilhões correntes.

<sup>24</sup> Além de apoiar a assinatura e implementação do Protocolo Verde durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a Rio-92, o BNDES foi signatário da Carta de Princípios dos Bancos para o Desenvolvimento Sustentável do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), passando a ser membro do comitê dirigente (PAIVA, 2012, p. 187).

ambiente que foi a Área de Meio Ambiente<sup>25</sup> (AMA), o que demonstra peso maior sobre as questões ambientais nas atividades desenvolvidas pelo banco.

No âmbito das inovações, o banco lançou o Programa BNDES Fundo de Inovação em Meio Ambiente<sup>26</sup>, dando espaço para construção de novas soluções para as questões ambientais. O fundo de investimento tem foco em empresas inovadoras, em estágio nascente ou inicial, que busquem desenvolver tecnologias limpas. Com perfil de capital de risco, o fundo foi estruturado com patrimônio mínimo comprometido de R\$150 milhões, sendo 90% das quotas em mãos do BNDES – cerca de R\$135 milhões, levando em consideração o patrimônio mínimo comprometido. Desse modo, o banco inclui à temática do Meio Ambiente a esfera de fomento a inovação. (BNDES, 2019a).

### **3.2.1. Análise da evolução dos desembolsos do BNDES para a Economia Verde**

Conforme apontado na última subseção, o BNDES vem contribuindo com a disponibilização dos recursos para financiamento de médio e longo prazo na economia brasileira em setores estratégicos. A totalidade de seus desembolsos vem crescendo ao longo do tempo e esta seção buscará analisar os desembolsos totais do BNDES durante os últimos anos (2012 – 2018) para a economia brasileira e o nível desses desembolsos que se voltaram para projetos que tentam impactar de alguma forma o meio ambiente de forma positiva.

Vale ressaltar que, a partir de 2012, o BNDES incluiu em seus relatórios de desempenho a ótica dos desembolsos voltados para a chamada “Economia Verde”. Entende-se por Economia Verde os “setores que contribuem para mitigar os efeitos negativos do processo de mudança climática” (BNDES, 2013, p. 10), como, por exemplo, setores da economia voltados para energias renováveis, transporte de carga e gestão de água e esgoto. O que reflete a conscientização do BNDES, enquanto um ator de desenvolvimento, na busca em mensurar seus investimentos sob a ótica dos impactos ambientais (BNDES, 2019a).

No que tange os recursos desembolsados, o Gráfico 5 demonstra que, embora os recursos totais desembolsados pelo BNDES tenham evoluído em torno de 22% do ano de 2012 para 2013, se manteve em 2014, todavia é possível notar que houve uma redução significativa dos

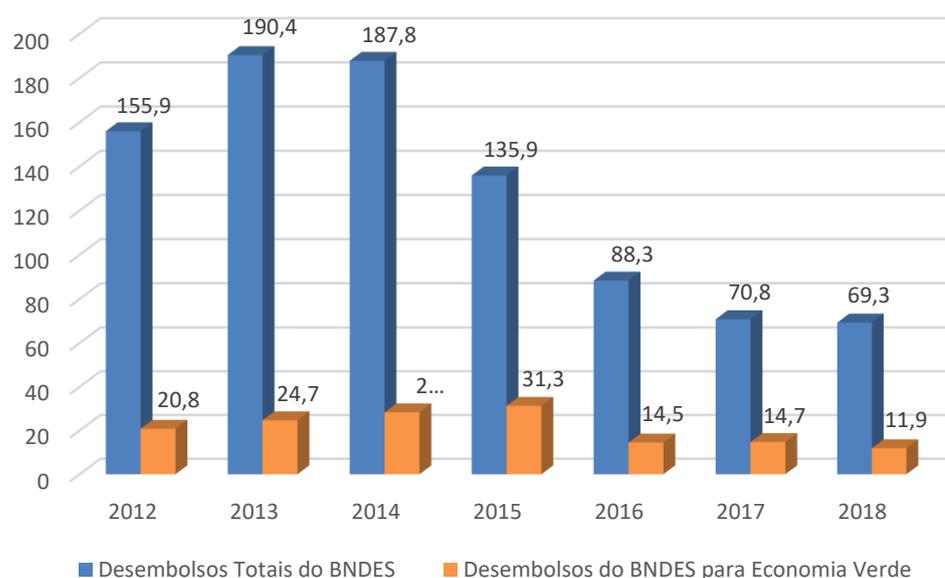
---

<sup>25</sup> Em seu primeiro ano, além de gerir o Fundo Amazônia, a área formulou o Programa BNDES Mata Atlântica que atuava com recursos não reembolsáveis no investimento de atividades em combate ao desmatamento e ao reflorestamento de espécies nativas.

<sup>26</sup> Chamada Pública para seleção do Gestor do Fundo de Investimento em Meio Ambiente: [https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20110620\\_fundo\\_inovacao\\_meio\\_ambiente](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20110620_fundo_inovacao_meio_ambiente)

desembolsos do banco durante o período 2015-2018. Em seus relatórios, o BNDES justifica que seu desempenho foi fortemente impactado a partir de fatores como a desaceleração da demanda por novos investimentos, o cenário de retração em virtude do ajuste fiscal, e, por último, a lenta retomada da atividade econômica em 2018. Contudo, afirma que manteve seus esforços ao longo do período para continuar financiando a economia brasileira (BNDES, 2016, p. 18; BNDES, 2017, p. 44; BNDES, 2018, p. 48; BNDES, 2019b, p. 24).

**Gráfico 5. Evolução dos Desembolsos Totais do BNDES em comparação com os desembolsos em Economia Verde (2012 – 2018)<sup>27</sup>.**



**Fonte:** Elaboração própria a partir dos Relatórios Anuais do BNDES 2012-2018.

Em relação aos recursos em Economia Verde, houve uma evolução nos desembolsos no período 2012-2015 e um decréscimo de mais da metade no ano de 2016, se manteve no ano seguinte, e no último ano do período (2018) o banco desembolsou o total de R\$11,9 bilhões de reais – praticamente 1/3 (um terço) do valor apresentado no ano de 2013. Em seu relatório anual, o BNDES (2017, p. 37) atesta que mesmo com a queda dos investimento em valores absolutos no ano de 2016, o percentual desembolsado em Economia Verde (16,5%) foi maior que a média dos desembolsos do período 2012-2015. Contudo, somente no período 2012-2018, o banco desembolsou o montante total de R\$146,2 bilhões de reais para a Economia Verde.

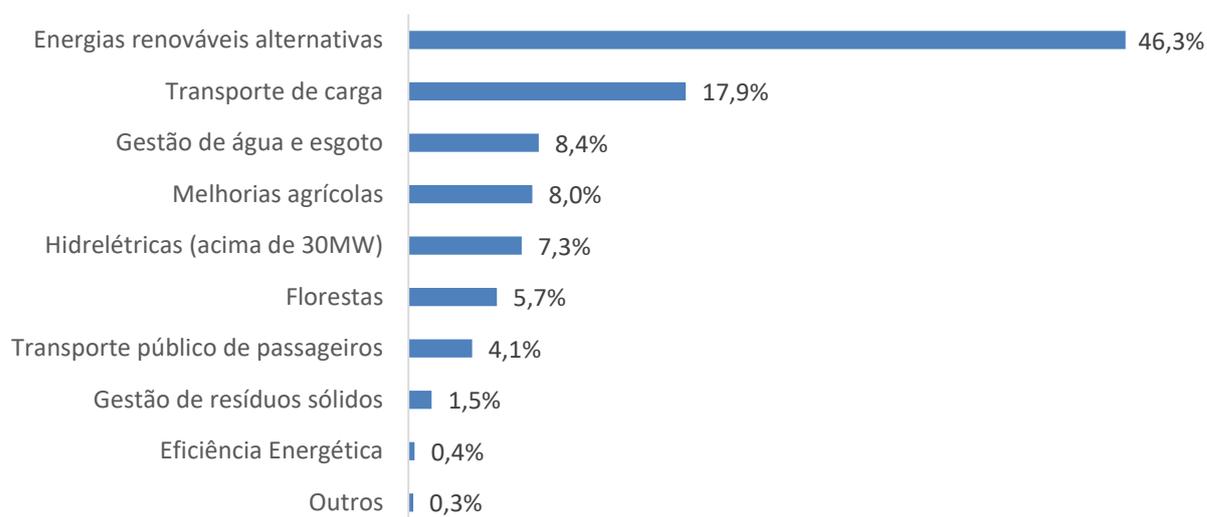
Atualmente, o BNDES implementou as diretrizes de sua Política Corporativa de Responsabilidade Social e Ambiental (PRSA) promovendo os Objetivos de Desenvolvimento

<sup>27</sup> Em R\$ bilhões.

Sustentável (ODS), além de incluir às suas políticas as implicações relacionadas à mudança do clima. Desse modo, buscando melhorar seu sistema de gestão, norteando o tema da sustentabilidade dentro das estratégias, dos negócios e na avaliação das ações do banco (BNDES, 2019b, p. 45).

Seguindo essa linha, na ótica do banco, a chamada “Economia Verde” abrange os ODS 2 (Fome zero e agricultura sustentável), ODS 6 (Água potável e saneamento), ODS 7 (Energia limpa acessível), ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis), ODS 12 (Consumo e produção responsáveis) e ODS 15 (Vida terrestre). Sua composição é dada pelos seguintes setores: energias renováveis alternativas, transporte de carga, gestão de água e esgoto, melhorias agrícolas, hidrelétricas (acima de 30 MW), florestas, transporte público de passageiros, gestão de resíduos sólidos, eficiência energética e outros (BNDES, 2019b, p. 46).

#### **Gráfico 6. Composição dos Desembolsos para a Economia Verde em 2018.**



**Fonte:** Elaboração própria a partir do site do BNDES<sup>28</sup>.

Os desembolsos para a Economia Verde totalizaram o montante de R\$11,9 bilhões em 2018 e, de acordo com o Gráfico 6 acima, o montante total investido em Energias renováveis alternativas vem sendo o maior foco do banco em termos de Economia Verde.

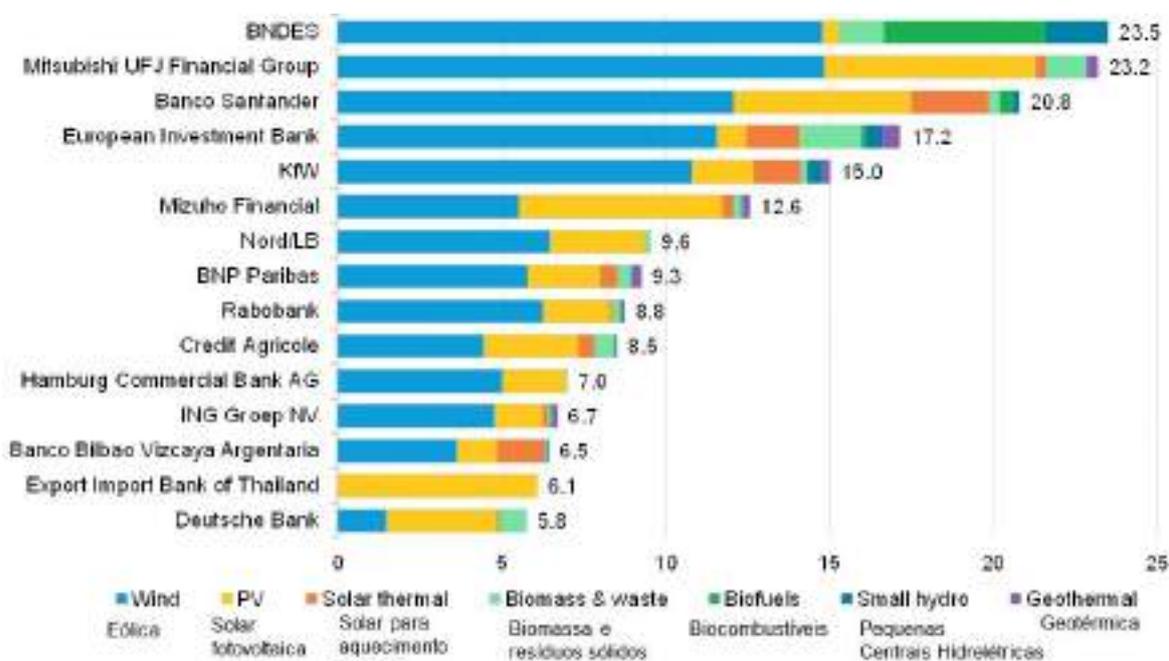
No último ano, os desembolsos somente para energias renováveis equivaleram a R\$5,5 bilhões de reais (46,3%), praticamente a metade dos recursos, ficando à frente dos investimentos em transporte de carga (ferroviário e marítimo) com R\$2,1 bilhões de reais (17,9%), em gestão de água e esgoto com R\$1 bilhão (8,4%), em melhorias agrícolas com

<sup>28</sup> Série extraída em: [www.bndes.gov.br/economica-verde-desenvolvimento-social](http://www.bndes.gov.br/economica-verde-desenvolvimento-social). Acesso em 26/07/2019.

R\$929 milhões (7,9%), em hidrelétricas com R\$872 milhões (7,3%), em florestas com R\$678 milhões (5,7%), em transporte público de passageiros com R\$487 milhões (4,1%), em gestão de resíduos sólidos com 181 milhões (1,5%), em eficiência energética com R\$51 milhões (0,4%) e, por fim, em “outros” com R\$38 milhões (0,3%).

Recentemente, o BloombergNEF (BNEF, 2019), serviço de pesquisa da Bloomberg, divulgou o BNDES como o maior financiador de energia limpa do mundo. A área focada em energia pelo banco ressalta a importância do tema ao mencionar o sucesso no caso da construção de usinas de energia eólica - a maior parte dos desembolsos em energia renovável foram voltadas para a consolidação da energia eólica no país - o que apoia a ideia de promoção do desenvolvimento sustentável pelo banco. Além de afirmar que as captações em Green Bonds<sup>29</sup> pelo banco internacionalmente, possibilitou o desenvolvimento do setor eólico que resultou em milhares de empregos de qualidade na indústria (ABN, 2019).

**Gráfico 7. Principais financiadores de projetos de energia renovável (2009-2018)<sup>30</sup>.**



Fonte: BloombergNEF<sup>31</sup>, 2019.

<sup>29</sup> Green Bonds são qualquer tipo de instrumento de títulos em que os recursos serão aplicados exclusivamente para financiar ou refinar, em parte ou na totalidade, Projetos Verdes elegíveis novos e / ou existentes, e que estejam alinhados com os quatro componentes principais do Green Bond Principles (ICMA, 2019, p. 2).

<sup>30</sup> Em US\$ Bilhões de dólares.

<sup>31</sup> Mais informações em: [https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/Com-US\\$-30-bi-BNDES-e-maior-financiador-de-energia-limpa-do-mundo-mostra-levantamento-00001/](https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/Com-US$-30-bi-BNDES-e-maior-financiador-de-energia-limpa-do-mundo-mostra-levantamento-00001/). Acesso em 23/07/2019.

Conforme o Gráfico 7 acima, o BNDES financiou cerca de US\$23,5 bilhões de dólares em energias renováveis somente no período 2009-2018. A frente de grandes instituições como o Banco Santander Internacional e o Mitsubishi Financial Group que ocupam, respectivamente, a segunda e a terceira posição no Gráfico 7.

O estudo feito pelo BNEF levou em conta os empréstimos realizados para produção de biocombustíveis e para a geração de energia a partir da fonte eólica, solar, biomassa e hidrelétrica (pequenas centrais) (ABN, 2019). Ainda de acordo com o Gráfico 7, percebe-se que o investimento na geração de energia via fonte eólica cresceu, entretanto, é possível notar que, embora haja grande vantagem competitiva no Brasil, os investimentos na fonte solar pelo banco foram pouco explorados.

### **3.3. Linhas de Financiamento para a energia solar no BNDES**

As linhas de financiamento atrativas são fundamentais durante o processo de difusão da tecnologia, inclusive, ABINEE (2012, p. 109) já mencionava como a variedade de linhas de financiamento voltadas para projetos solares nos EUA foi um dos itens primordiais para incentivo à demanda doméstica.

O BNDES se apresenta como potencial financiador para a energia solar, como visto na seção anterior, a instituição vem amplamente se dedicando ao financiamento das energias renováveis no Brasil. Já é possível notar o movimento do banco para esse setor, após o boom da energia eólica, o estímulo ao desenvolvimento de uma base fabril sólida para o segmento solar está entre as estratégias do banco. Para viabilizar tal estratégia, ele tem buscado investimentos estrangeiros para o segmento no país com a exigência de que os conteúdos para fabricação dos equipamentos sejam, pelo menos em 60%, de fabricação nacional, implementando, assim, o Plano de Nacionalização Progressiva (PNP). Utilizado com sucesso no segmento eólico, o PNP é um programa *“criado pelo BNDES em 2014 como forma de fomentar a indústria nacional, que promove financiamento mediante gradual agregação de valor à produção nacional – a metodologia FINAME para o setor foi flexibilizada em julho/2017, atendendo a boa parte dos pleitos do setor a fim de gerar maior competitividade local”* (MDIC, 2018). O programa foi considerado decisivo para consolidação de uma indústria nacional no segmento eólico, bem como na geração de empregos qualificados no país (PODCAMENI, 2014, p. 196)

As estratégias do banco para o setor foram desenvolvidas em três formas de atuação para as linhas de financiamento: a primeira tem por finalidade fomentar que companhias

construam fábricas de produção de painéis solares fotovoltaicos, a segunda busca aportar recursos em empreendimentos que instalam projetos de geração solar pelo país (os investimentos nesse sentido geralmente variam de 50 milhões até 1 bilhão de reais) e a terceira busca estimular empresas para exportação dos equipamentos solares brasileiros (ISTOE, 2012).

Atuando na outra ponta, o BNDES oferece linhas de financiamento atrativas para aqueles que desejam a geração de energia via fonte solar. Na perspectiva de desenvolver a indústria solar fotovoltaica brasileira, as linhas exigem que as tecnologias de cunho solar financiadas com taxas diferenciadas nos projetos de geração de energia sejam de fabricação nacional. Somente em caso de ausência de similar nacional, as linhas financiam os equipamentos importados a partir de taxas como a TS, TJ3, TJ6, TJFPE, pelo IPCA, dólar ou Cesta<sup>32</sup>. Com isso, a estratégia do banco busca formar demanda para os equipamentos fotovoltaicos nacionais.

A ABSOLAR (2019), em parceria com a CELA, está atualizando constantemente um mapeamento de todas as modalidades de financiamento para geração de energia solar no Brasil em diversas instituições financeiras. Estratificando desde a disponibilidade dos financiamentos para Pessoa Física e/ou Pessoa Jurídica, bem como para projetos de geração de energia solar centralizada e/ou distribuída.

A partir desses dados, o Anexo 1 traz uma tabela com as linhas de financiamento do BNDES que podem aderir projetos de geração de energia solar distribuída. Foram encontradas mais de 15 modalidades de financiamento que abarcam esse tipo de projeto de geração de energia. Contudo, de acordo com o Gerente Setorial da área de energia elétrica do banco, o principal e mais relevante produto de apoio à geração fotovoltaica distribuída é o Fundo Clima (ARANTES, 2019).

Portanto, extraí-se do Anexo 1 que as duas modalidades de financiamento do Fundo Clima tratadas pelo BNDES são o Subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes<sup>33</sup> e o Subprograma Energias Renováveis<sup>34</sup>. Desse modo, dada a complexidade da operação do Fundo

---

<sup>32</sup>Mais informações em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/custos-financeiros/custo-financeiro/>. Acesso em 24/07/2019.

<sup>33</sup> O MMA (2018, p. 33) estabelece que este Subprograma abrange o investimento em máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética, ou que contribuam para redução de emissão de gases de efeito estufa.

<sup>34</sup> O MMA (2018, p. 33) estabelece que este Subprograma abrange (i) o desenvolvimento tecnológico de energia solar, eólica, hidráulica, biomassa e dos oceanos, e da cadeia produtiva para a difusão do uso de energia solar e dos oceanos; e (ii) geração de energia elétrica ou conversão energética a partir do uso de biomassa, incluindo a produção e utilização de biogás para fins energéticos, geração de energia elétrica a partir da energia eólica ou hidráulica, esta até 1 MW, ambas apenas em sistemas isolados, ou a partir da energia solar, incluindo geração distribuída e dos oceanos.

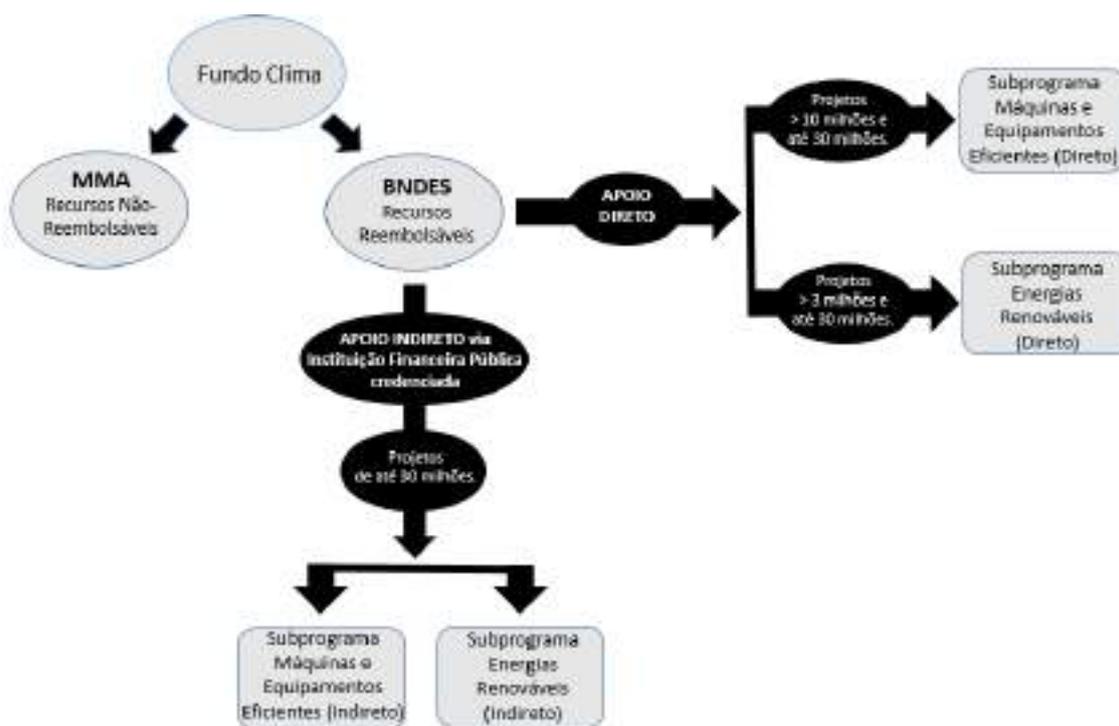
Clima, a próxima seção se dedica a estudar sua definição, como o fundo prevê a participação do BNDES e as suas especificidades para financiamento da energia solar fotovoltaica distribuída.

### **3.3.1. O Fundo Clima**

O Fundo Clima, também conhecido como Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC), é um produto da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Tal instrumento foi constituído como fundo de natureza contábil sob a Lei nº 12.114, em nove de dezembro de 2009, que rege sobre a natureza, finalidade, fonte e aplicação de recursos, sendo o Fundo vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA). Sua finalidade é aportar recursos para apoio a *“projetos, estudos e empreendimentos que visem à redução de gases de efeito estufa e à adaptação aos efeitos da mudança do clima”* (MMA, 2019).

Importante ressaltar que o Fundo é caracterizado por duas modalidades de recursos: o reembolsável e o não-reembolsável. São entendidos como recursos reembolsáveis aqueles que são disponibilizados em condições mais vantajosas (taxa, carência e amortização), porém devem ser devolvidos. Enquanto que os recursos não-reembolsáveis são aqueles disponibilizados e que não precisam ser devolvidos, desde que sejam cumpridos os objetivos do projeto e o que foi acordado em contrato (BNDES, 2019). O volume de recursos para ambas as modalidades são definidos pelo PAAR, sendo o BNDES o agente financeiro principal dos recursos reembolsáveis e os demais bancos públicos agentes financeiros do BNDES para operações de repasse dos recursos do Fundo Clima (CNI, 2014, p. 14). Por outro lado, os recursos não-reembolsáveis ficam sob responsabilidade do MMA. Contudo, cabe ressaltar que os projetos não-reembolsáveis atendidos durante o período 2017-2018 não abrangeram a energia solar fotovoltaica distribuída (MMA, 2018, p. 16-18;31). Para melhor entendimento da operação do Fundo Clima, a Figura 6 a seguir busca ilustrar a estrutura de financiamento da energia solar fotovoltaica pelo fundo.

**Figura 6. Estrutura do financiamento de energia solar fotovoltaica distribuída via Fundo Clima.**



Fonte: Elaboração própria a partir de BNDES, 2019.

A Figura 6 acima ilustra a estrutura da operação do Fundo Clima com a ótica do financiamento para energia solar fotovoltaica distribuída pelo BNDES. Como dito anteriormente, o fundo se divide em recursos não reembolsáveis<sup>35</sup> sob responsabilidade do MMA e em recursos reembolsáveis<sup>36</sup> sob a responsabilidade do BNDES. A execução dos recursos são feitas por meio de operações diretas e indiretas.

Dessa forma, as operações diretas com o BNDES são limitadas ao valor mínimo de R\$10 milhões até 30 milhões por PF/PJ durante 12 meses no Subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes. Enquanto que no Subprograma Energias Renováveis as operações diretas são limitadas ao valor mínimo de R\$3 milhões até R\$30 milhões por PJ durante 12 meses. Por outro lado, as operações indiretas<sup>37</sup> são realizadas a partir de Instituições Financeiras

<sup>35</sup> Os recursos não reembolsáveis operados pelo MMA se desdobram nos seguintes temas: (i) Desenvolvimento e Difusão Tecnológica; (ii) Práticas Adaptativas para o Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; (iii) Educação, Capacitação, Treinamento e Mobilização; (iv) Adaptação da Sociedade e Ecossistemas e (iv) Monitoramento e Avaliação (CNI, 2014, p. 13).

<sup>36</sup> Os recursos reembolsáveis geridos pelo BNDES atendem os seguintes temas: (i) Combate à desertificação; (ii) Florestas Nativas; (iii) Gestão e serviços de carbono; (iv) Máquinas e Equipamentos Eficientes; (v) Energias Renováveis; (vi) Cidades Sustentáveis; (vii) Modais de transportes eficientes; (viii) Resíduos sólidos; (ix) Carvão vegetal e (x) Projetos inovadores associados às finalidades das áreas anteriores (CNI, 2014, p. 13).

<sup>37</sup> As operações indiretas são realizadas de forma automática – quando valores menores que R\$10 milhões - por agentes financeiros credenciados ao BNDES (instituições financeiras públicas) e de forma não automática - quando o valor contratado for igual ou superior a R\$10 milhões – que necessitam passar pela análise do BNDES.

Públicas credenciadas ao BNDES e não estipulam valor mínimo para a operação contratada, entretando, são limitadas ao valor máximo de 30 milhões.

As linhas de financiamento do BNDES pertencentes ao Fundo Clima que abrangem a Energia Solar, também abarcam diversas outras fontes renováveis, conforme mencionado acima. Nesse sentido, caberia o esforço para identificar o volume de desembolsos que, de fato, foram aplicados em energia solar fotovoltaica distribuída. Ao questionar o BNDES via o portal de serviço de informações ao cidadão<sup>38</sup>, somente no período 2018-2019, o relatório elaborado pelo BNDES (2019, p. 1) destaca o volume de desembolso no valor de mais de R\$74 milhões em financiamento de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica pelo Subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes.

**Tabela 4. Volume de Desembolsos do BNDES via Fundo Clima (Subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes) para energia solar fotovoltaica<sup>39</sup> (2018-2019).**

Tipo de Equipamento Apoiado	Valor Desembolsado
Sistema Gerador Fotovoltaico	74.272.542
Aquecedor Solar de Água	38.080
Total	74.310.622

**Fonte:** Elaboração própria a partir de BNDES, 2019.

De acordo com a reportagem ao G1 (2018), o BNDES em meados de 2018 anunciou a disponibilização de recursos para instalação residencial de sistemas de energia fotovoltaica. Entretanto, na mesma reportagem o presidente da ABSOLAR, Rodrigo Sauaia afirma que o custo médio por projeto de instalação em uma residência é de aproximadamente R\$15 mil reais (TREVIZAN, 2018).

Portanto, partindo desta ótica que cada projeto equivale ao valor médio de R\$15 mil reais, os recursos utilizados pelo BNDES no Subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes do Fundo Clima atenderam o financiamento o equivalente a 4.949 projetos de instalação de sistema gerador fotovoltaico em residências.

Levando em consideração o universo de mais de 66 milhões de domicílios no Brasil, com projeção de aumento entre 2017-2026, apresentado na Tabela 5 abaixo, bem como o alto custo inicial da implementação de um sistema de geração solar fotovoltaico. Conclui-se que os

---

<sup>38</sup> <https://esic.cgu.gov.br/>

<sup>39</sup> Em R\$ milhões.

recursos utilizados para financiamento foram baixos em relação à demanda potencial de consumidores que poderiam desejar a instalação do sistema gerador fotovoltaico.

**Tabela 5. Projeção do Número de Domicílios (mil) no Brasil (2017-2026).**

Ano	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
2016	4.763	17.042	28.999	10.389	5.242	66.435
2021	5.296	18.282	31.380	11.371	5.890	72.219
2026	5.819	19.449	33.662	12.333	6.536	77.799
Variação (% ao ano)						
2016-2021	2,1	1,4	1,6	1,8	2,4	1,7
2021-2026	1,9	1,2	1,4	1,6	2,1	1,5
2016-2026	2,0	1,3	1,5	1,7	2,2	1,6
Estrutura de Participação (%)						
2016	7,2	25,7	43,6	15,6	7,9	100,0
2021	7,3	25,3	43,5	15,7	8,2	100,0
2026	7,5	25,0	43,3	15,9	8,4	100,0

Fonte: EPE, 2017 a partir de dados do IBGE (Referente ao número de domicílio até 31 dez. 2016).

Portanto, há uma carência de linhas de financiamento atrativas. Isso pode ser resultando de algumas barreiras dentro da temática de financiamento que precisam ser superadas. Barreiras como o acesso à informação sobre o financiamento, a curva de aprendizado das instituições financeiras sobre os baixos riscos da tecnologia, a agilidade na aprovação do crédito, a dificuldade das empresas em escolher linhas mais adequadas a seus projetos e os desafios relacionadas as garantias necessárias para a concessão do crédito que podem estar impactando no uso e a construção das linhas de financiamento. (RAMOS et. al, 2019).

### 3.3.2. O financiamento da energia solar na Região Sul

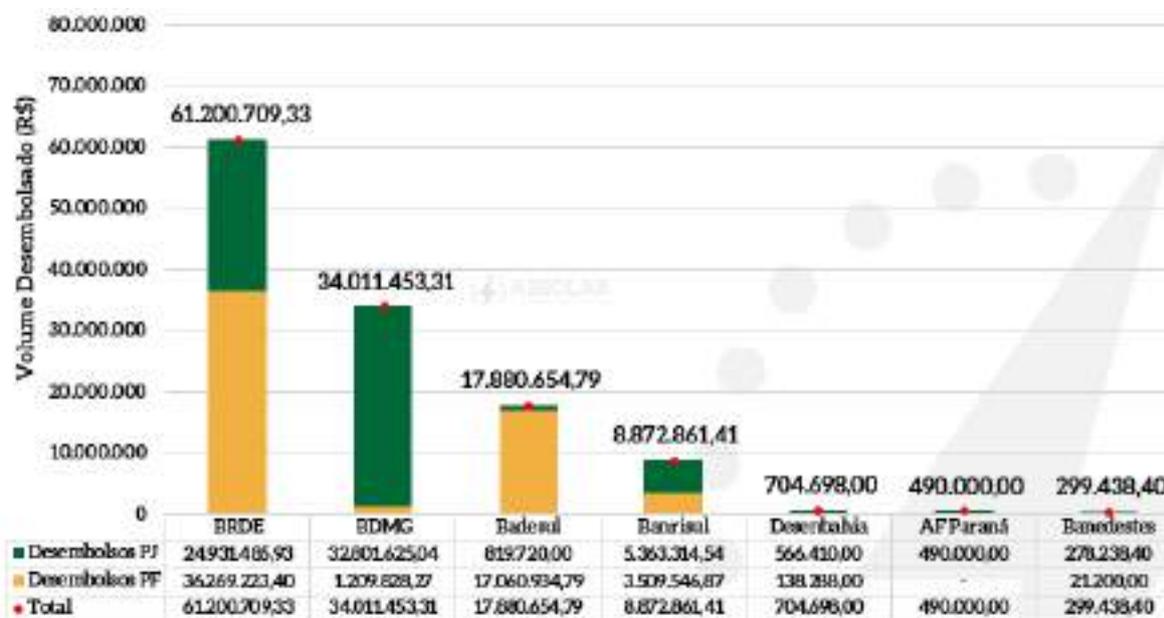
Esta seção visa exemplificar a operação indireta do BNDES para financiamento de sistemas de geração de energia elétrica fotovoltaica distribuída via Fundo Clima na região do extremo sul brasileiro pelo Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE) e demonstrar alguns dos impactos da disponibilidade de financiamento para a nova fonte de energia elétrica na região.

O BRDE é uma instituição de fomento que busca o desenvolvimento da região sul do país. Como demonstra seu último Relatório de Administração e Sustentabilidade (BRDE, 2019, p. 3-6), a instituição que, além de lidar com desafios da sua própria sustentabilidade financeira e o de como promover o desenvolvimento, tem buscado incorporar a visão dos ODS da ONU e novas políticas de responsabilidades social e ambiental às suas estratégias.

Em termos de energia renovável, o BRDE foi o primeiro banco do país a operar o fundo clima (BRDE, 2018b) para financiamento de projetos de pessoas físicas e jurídicas destinados à instalação de sistemas de geração fotovoltaico e de aquecimento solar, além de outros equipamentos cadastrados no subprograma do Fundo Clima “Máquinas e Equipamentos Eficientes”. Lembrando que o Fundo Clima é primordialmente administrado pelo BNDES, porém as intuições financeiras públicas atuam como agentes financeiros credenciados ao BNDES.

Conforme identificada as modalidades de financiamento do Fundo Clima na última subseção, o BRDE, por ser uma instituição financeira pública credenciada, participa da operação na modalidade indireta no financiamento dos projetos. De acordo com os dados levantados pela ABSOLAR<sup>40</sup> (2019), o BRDE foi identificado como o maior financiador de energia solar fotovoltaica do Brasil. O gráfico 8, abaixo, apresenta o volume de desembolsos por agente financeiro e por categoria do tomador – se tomador pessoa física ou jurídica – e demonstra que, entre os agentes financeiros que operam o Fundo Clima, o BRDE está à frente em volume de desembolsos alcançando o valor de quase R\$62 milhões voltados para projetos de energia solar fotovoltaica no período (2018 – 2019).

**Gráfico 8. Volume de Desembolso para Energia Solar Fotovoltaica por Agente Financeiro e por Categoria do Tomador (2018 - 2019).**



Fonte: BNDES/CELA/ABSOLAR, 2019.

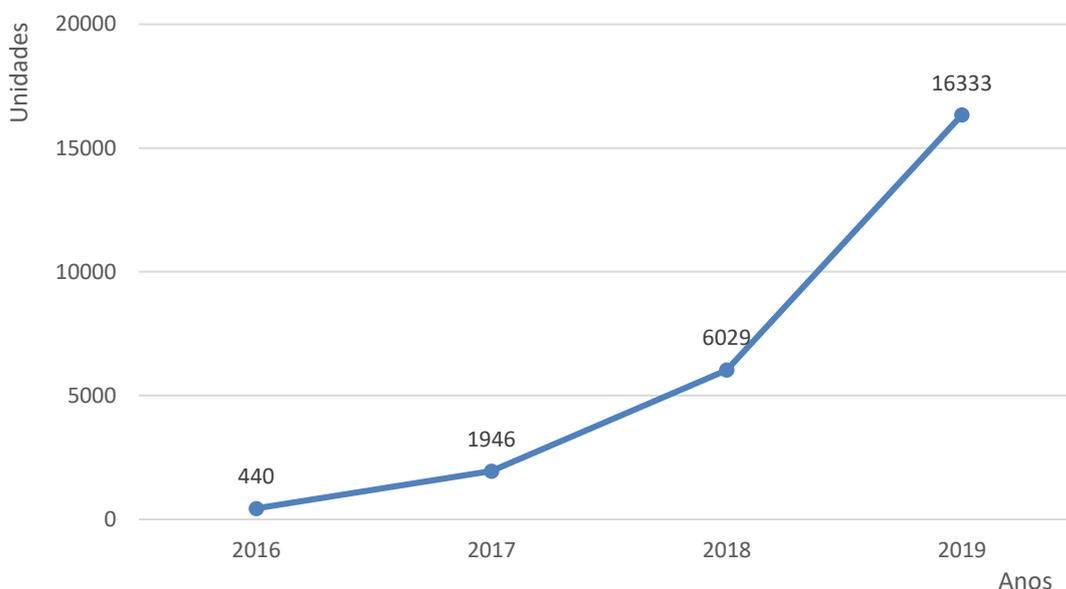
<sup>40</sup> Os dados foram extraídos a partir do endereço: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/estatisticas-desempenho/desembolsos>>. Acesso em 12 jun. 2019.

Ao longo do tempo os investimentos realizados pelo BRDE foram se popularizando e são inúmeros os exemplos que foram surgindo de operações para financiamento da energia solar. Uma das operações aprovadas pelo BRDE foi o financiamento para a empresa Cerealista Coradini, do município de Bagé, no Rio Grande do Sul, que levantou o valor total de R\$ 3,5 milhões, destinados à implantação de uma planta fotovoltaica de 1 MW - equivalente ao consumo residencial de 300 casas, aproximadamente (BRDE, 2018b).

Em Santa Catarina, por exemplo, o BRDE aprovou financiamentos para sistemas geradores fotovoltaicos das empresas Arcari, Ferronato & Cia Ltda, de Xanxerê, e Kaliska Têxtil, de Guabiruba. Além disso, recentemente, o BRDE esteve com um estande no Show Rural em Cascavel e a demanda por projetos vem aumentando. A maior procura por parte de empresários e produtores rurais durante o evento foi por financiamento para projetos ligados à energia solar fotovoltaica com recursos do Fundo Clima (BRDE, 2019a). A Agência Paraná já contava com cerca de 76 projetos voltados para energia solar em 2018 (BRDE, 2019b).

A oferta de financiamento mais atrativo já reflete um aumento significativo do uso da fonte solar para geração de energia elétrica. Percebam no gráfico 9 a seguir, os movimentos relacionados ao número de unidades consumidoras com geração solar distribuída na região sul.

**Gráfico 9. Unidades consumidoras com geração solar fotovoltaica distribuída na região sul (2016 – 2019).**



**Fonte:** Elaboração Própria. (ANEEL<sup>41</sup>, 2019).

<sup>41</sup> Dados coletados em: <https://app.powerbi.com/> (ANEEL). Acesso em 10 ago. 2019.

De acordo com os dados coletados na ANEEL (2019), somente no período 2016-2019, o número de unidades consumidoras de geração distribuída por fonte solar na região sul brasileira (Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina) saltou de 440 unidades em janeiro de 2016 para 16.333 unidades consumidoras em janeiro de 2019. Atualmente<sup>42</sup>, a região sul já conta com 23.446 unidades consumidoras e, conforme os dados apresentados no capítulo 2, representa o equivalente a mais de ¼ do total das unidades consumidoras em território brasileiro – 90.570 unidades consumidoras. O total de unidades consumidoras na região sul acumula o total de 254,42 MW de potência instalada dos 957,59MW de potência instalada em todo o Brasil.

Por outro lado, o estudo dos custos para manutenção dos negócios na região é extremamente importante. A energia solar é uma fonte renovável e não se baseia no sistema de bandeiras tarifárias<sup>43</sup>, conforme a energia de fonte hídrica, sendo seus custos mais previsíveis. Além disso, é uma fonte de energia elétrica mais barata, portanto, uma forma de reduzir despesas e aumentar receitas para as empresas. Isso é possível constatar a partir de um dos projetos financiados pelo BRDE via Fundo Clima em Curitiba. Sendo o primeiro restaurante do país a usar a fonte solar, o restaurante Bellagio, em Curitiba, instalou placas fotovoltaicas que geram por mês o equivalente a 7.500kWh/mês. A capacidade instalada, além de tornar o restaurante autossuficiente em energia, é capaz de reduzir os custos em energia elétrica no valor de quase R\$70 mil reais (BRDE, 2018d). O projeto em questão foi financiado a partir dos recursos do Subprograma Máquinas e Equipamentos, de maneira indireta, com os repasses feitos pelo Sistema BNDES para o BRDE até o cliente final – o restaurante Bellagio.

Assim como o BNDES sofreu com os constantes movimentos de restrições orçamentárias na economia, o BRDE, buscando sua sustentabilidade financeira, alcançou no último período de 2018 parcerias internacionais – como a Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD) e o Banco Europeu de Investimento (BEI) – que tem contribuído para a diversificação de *funding* da instituição.

Entretanto, cabe ressaltar o papel do Sistema BNDES como a principal fonte de recursos do BRDE no período (2017-2018). Conforme o gráfico 10 abaixo, é possível notar como o Sistema BNDES compõe, respectivamente, 93,5% e 73% da origem dos recursos contratados em 2017 e 2018. Embora o BRDE apresente outras fontes de recurso, como a Caixa Econômica

---

<sup>42</sup> Foram considerados dados parciais referentes ao ano de 2019, na data de referência 25/06/2019, visto que os dados buscam simplificar a análise comparativa com os dados do Gráfico 4, apresentado no capítulo 2.

<sup>43</sup> O sistema de bandeiras tarifárias foi abordado na seção 2.3 do capítulo 2, p. 46.

Federal (via FGTS) e a FINEP (via Programa INOVACRED), ambos apresentam pequena participação na totalidade dos recursos.

**Gráfico 10. Contratações por origem de recursos no período 2017-2018.**



**Fonte:** Relatório de Administração e Sustentabilidade (BRDE, 2019, p. 18).

Desse modo, o gráfico 10 demonstra e corrobora a relevância da participação do BNDES nos repasses de recursos para o BRDE. Visto que sem os aportes de recursos as operações do BRDE poderiam ser inviabilizadas. Comprometendo o financiamento e fortalecimento de projetos voltados para geração de energia solar fotovoltaica na região, desestimulando o desenvolvimento econômico sustentável do extremo sul brasileiro.

### **3.4. Análise de algumas barreiras para o desenvolvimento do setor solar fotovoltaico brasileiro**

Essa seção tem por objetivo analisar de maneira sistêmica as possíveis barreiras para o desenvolvimento do setor solar fotovoltaico brasileiro. No capítulo 2, foram analisadas as principais políticas de incentivo no âmbito das políticas tecnológicas, de regulação e organização do mercado, bem como da política industrial no Brasil. Dessa forma, essa seção fará uma análise sistêmica demonstrando a importância da interação entre os diversos setores, que inclui o subsistema de financiamento, para que haja o desenvolvimento da energia solar no Brasil.

De acordo com as análises sobre as linhas de financiamento no BNDES, percebe-se que há a participação do banco como um ator voltado para o financiamento de longo prazo dentro desse setor. Entretanto, apesar de ter mais de 15 linhas de financiamento oferecidas pelo banco,

que poderiam financiar a energia solar fotovoltaica distribuída, apenas as linhas disponibilizadas via o programa Fundo Clima estão oferecendo oportunidades atrativas de financiamento e estão sendo utilizadas de maneira relevante para esse fim.

Arantes (2019) afirma que um dos motivos para a linha do programa Fundo Clima ser a mais utilizada, entre as outras, é devido ser a única com taxa de juros mais baixa que compense o preço mais alto dos equipamentos nacionais frente aos importados. De fato, em reportagem veiculada pela ABSOLAR (2019c), fabricantes da indústria de painéis fotovoltaicos afirmam que há lacunas na tributação em que os custos dos impostos para a aquisição dos equipamentos importados acabam por ser mais atrativos do que a aquisição de equipamentos produzidos na indústria nacional.

Embora implantado com sucesso para o caso eólico, o Sebrae (2018) concluiu fortes implicações negativas sobre as regras do Programa de Nacionalização Progressiva (PNP) que pode proporcionar entraves para o financiamento por empreendedores no setor solar fotovoltaico. Conforme é colocado na seguinte passagem:

“(…) a exigência pelo PNP de fabricação de ‘células fotovoltaicas’ já a partir de janeiro de 2020 e da ‘caixa de junção’ a partir de janeiro de 2018 será um grande desafio para a indústria local. De acordo com a regra atual do PNP, novos projetos de geração solar fotovoltaica serão inelegíveis a financiamentos do BNDES e do FNE, visto que não há fabricação local de células fotovoltaicas no Brasil” (SEBRAE, 2018, p. 274).

Tal conclusão, sugere que a política de fortalecimento da indústria nacional do setor solar pelo PNP não está surtindo o efeito esperado. Além dos produtos de energia solar serem caros devido à indústria ser pouco madura, a carência de acompanhamento da política tributária ainda torna mais caro os produtos nacionais. Portanto, uma barreira para consolidação da indústria nacional se dá pela falta de acompanhamento de uma política tributária.

Pelo lado da demanda, um dos instrumentos de incentivo brasileiro para demanda da energia solar é o *net metering* que, alinhado com as experiências internacionais, permite que a energia elétrica gerada via fonte solar excedente seja remunerada, gerando créditos ao consumidor. Contudo, o governo brasileiro não faz a diferenciação entre a energia gerada e a consumida no momento da cobrança dos impostos, portanto, a cobrança é realizada sobre toda a energia consumida mesmo que parte dela tenha sido gerada pelo próprio consumidor (NUOSHU, 2017). Tal prática demonstra a falta de incentivo pelo governo para a geração de energia solar fotovoltaica distribuída.

O Convênio ICMS CONFAZ nº 16/2015 tenta amenizar tal incentivo ao isentar o ICMS sobre a energia elétrica de projetos de geração distribuída, o equivalente sobre a energia elétrica

fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade correspondente à energia injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora. Entretanto, tal convênio não foi aderido por uma parte dos estados (SEBRAE, 2018, p. 81). Sendo tal impasse característica da complexidade dos impostos e tributos aplicados no setor de energia solar brasileiro, podendo caracterizar, inclusive, um cenário de insegurança jurídica (NUOSHU, 2017).

Cabe ressaltar, que um dos instrumentos de sucesso aplicados no exterior foi o *feed-in tariff* ou tarifa prêmio, abordado no capítulo 2, e que atualmente não é aplicado no Brasil. A energia elétrica gerada via fonte solar é adquirida pelas concessionárias por uma tarifa acima da tarifa da energia tradicional via subsídios, desta forma chamada tarifa-prêmio. Tal tarifa-prêmio é aplicada de maneira a assegurar taxas de retorno atrativas. Inicialmente, atraindo mais investidores e, com o desenvolver do mercado solar fotovoltaico, as tarifas *feed-in* são reajustadas. Dessa forma, com a redução dos custos para produção da energia solar fotovoltaico, a tarifa-prêmio se equiparará com a tarifa paga nas energias tradicionais.

Pela abordagem do Sistema Nacional de Inovação, estudado no capítulo 1<sup>44</sup>, o processo de inovação é não-linear e sistêmico. Desse modo, diversos fatores como a estrutura produtiva e científica, bem como as políticas tributária, educacional, o contexto local, podem impactar na aquisição, no uso e na difusão de novas tecnologias. Desse modo, a falta de confluência entre as políticas tecnológicas, de regulação e organização de mercado e industrial geram impacto sobre o desenvolvimento de todo o setor solar fotovoltaico, inclusive recai sobre a falta de atratividade do financiamento via BNDES.

### 3.5. Conclusão

“O BNDES busca promover, nos projetos que solicitam apoio, o desenvolvimento local e regional, o compromisso socioambiental e a capacidade de inovação, desafios mais urgentes em um mundo cada vez mais dinâmico e em constante transformação” (BNDES, 2019a).

O presente capítulo buscou apresentar o Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES) como um ator de financiamento de longo prazo dentro da economia brasileira. Demonstrou que, desde seu surgimento, sua participação foi essencial nos diversos projetos de desenvolvimento e fortalecimento da economia nacional, como o investimento em setores de energia e transporte, o suporte ao processo de reestruturação industrial, além de atuar como

---

<sup>44</sup> Na seção 1.4 (p. 27) foi apresentada a abordagem de Sistema Nacional de Inovação (SNI) por Cassiolato e Lastres (2005).

agência de financiamento às exportações e estimulou setores de tecnologia de ponta via BNDESpar.

Em se tratar de questões ambientais, o banco atuou em programas voltados para a eficiência energética, como o PROESCO, bem como na gestão de fundos para proteção ambiental com o Fundo Amazônia. No âmbito das inovações, o banco atuou no fomento à inovação ligadas ao meio ambiente, fornecendo capital de risco com o Programa Fundo de Inovação em Meio Ambiente.

Somente no período 2012-2018, o banco desembolsou o equivalente a mais de R\$146 bilhões de reais para Economia Verde e foi reconhecido em pesquisas da BloombergNEF como um dos maiores financiadores de energia renovável no mundo (2009-2018). Atuou fortemente no setor eólico, através do PNP, programa considerado decisivo para consolidação de uma indústria nacional no segmento eólico, bem como na geração de empregos qualificados no país (PODCAMENI, 2014, p. 196).

No segmento solar, o BNDES tem buscado replicar o sucesso do programa PNP, criando linhas de financiamento que cada vez mais exijam o uso de equipamentos de fabricação nacional. O banco possui mais de 15 linhas voltadas para o financiamento da energia solar, porém sua principal linha de financiamento para projetos de energia solar fotovoltaica distribuída é a do Subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes do Fundo Clima, onde busca abranger boa parte do público alvo nas modalidades indireta e direta. Demonstrando, dessa forma, a disponibilidade de recursos.

Além disso, o capítulo abordou que existem algumas lacunas em aberto na temática de linhas de financiamento relacionadas ao acesso à informação sobre o financiamento, a curva de aprendizado das instituições financeiras sobre os baixos riscos da tecnologia, a agilidade na aprovação do crédito, a dificuldade das empresas em escolher linhas mais adequadas a seus projetos e aos desafios relacionados às garantias necessárias para a concessão do crédito que podem impactar o uso e a construção de linhas de financiamento atrativas.

Apesar disso, o exemplo da linha de financiamento do subprograma Fundo Clima na modalidade indireta, viabilizada pelo BRDE, demonstra que a disponibilidade de recursos para financiamento impacta diretamente no crescimento no número de unidades consumidoras, pois viabiliza o investimento inicial nos sistemas fotovoltaicos, reduz os custos com energia elétrica, bem como proporciona previsibilidade nos custos de geração de energia elétrica para unidades consumidoras com perfil comercial.

Por fim, foram analisadas algumas barreiras para o desenvolvimento do setor solar fotovoltaico brasileiro. As barreiras passam principalmente pela questão tributária. Os impostos sobre os equipamentos que foi apresentado como uma barreira para o Programa de Nacionalização Progressiva, devido encarecer os equipamentos nacionais em detrimento dos equipamentos importados. O cenário dos impostos sobre a energia gerada via fonte solar, inclusive no sistema *net metering*, serem complexos e o fato do Convênio CONFAZ abordar apenas o ICMS e não possuir adesão em caráter nacional, forma uma barreira relacionada a insegurança jurídica para novos investidores. Em suma, a falta de coordenação entre as políticas tecnológicas, de regulação e organização de mercado e industrial geram impacto sobre o desenvolvimento do setor solar fotovoltaico como um todo, inclusive recaindo sobre as questões relacionadas ao financiamento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo analisar a participação do Banco de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), enquanto instituição financeira de desenvolvimento, como ator relevante dentro do processo de difusão deecoinovações em geração de energia solar em formato distribuído a partir de um contexto neo-shumpeteriano. A análise buscou compreender a energia solar como uma forma de expansão da matriz elétrica renovável brasileira, desdobrando-se sobre os incentivos aplicados no exterior e no Brasil. Além disso, buscou entender como as medidas de financiamento do BNDES são aplicadas para difusão deecoinovações em energia solar, bem como tais medidas interagem com as demais políticas de incentivo presentes no Brasil.

O processo de desenvolvimento requer a combinação de crescimento econômico e mudanças estruturais. O Brasil, como um país em desenvolvimento, necessita de crescimento, entretanto, o caráter qualitativo desse crescimento é essencial. Desde meados do século XX, o país passou por grandes mudanças estruturais, saindo de um país agrário e rural para um país urbano e industrial. Contudo, tal mudança foi alcançada trazendo reflexos na paisagem econômica e social, na estrutura produtiva, no mercado de trabalho, na distribuição da renda e da riqueza, nos indicadores sociais e ambientais. Portanto, é necessário que haja o esforço para pensar em novos modelos de desenvolvimento que sejam capazes de associar os benefícios do crescimento econômico à melhoria da vida das pessoas, nos indicadores sociais, nas condições de trabalho, na distribuição da renda e da riqueza. Um modelo que também se traduza na preservação ambiental, enfim, em uma sociedade mais igualitária. (DWECK; ROSSI; 2019, p. 97-98).

O conceito de Desenvolvimento Sustentável trouxe uma nova abordagem a relação entre o homem e o meio ambiente e trouxe como aliada o uso das tecnologias ambientais e as ecoinovações. A releitura do processo de inovação como não-linear, sendo um processo sistêmico, foi colocado no centro da dinâmica do sistema econômico. A importância da interação entre os diversos elementos dentro do Sistema Nacional de Inovação foi apresentada como uma das determinantes para o desenvolvimento dos diferentes setores na economia. No contexto do financiamento como barreira para as ecoinovações, o papel do Estado na disponibilidade de recursos é colocado como relevante, visto a forte característica de incerteza atrelado às ecoinovações.

O Brasil apresenta grande potencial para aproveitamento da energia solar como fonte de energia elétrica, o país possui altos níveis de radiação solar e recursos para produção de insumos

de primeira qualidade para fabricação de painéis solares. Contudo, tais recursos são pouco aproveitados. O país vem enfrentando diversos obstáculos com o aumento dos custos relacionados com a energia, uma vez que a potência hídrica para produção de energia vem sendo alcançada. E, embora o país apresente uma gama de incentivos – como o *Net metering* e o Convênio ICMS nº 16/2015 CONFAZ –, a energia solar tem sido pouco aproveitada. Visto que em um universo de mais de 65 milhões de domicílios, o Brasil possui em torno de apenas 90 mil unidades consumidoras com geração solar fotovoltaica.

A disponibilidade de recursos para financiamento foi apresentada como outro obstáculo para o desenvolvimento do setor. Os altos custos iniciais para implementação dos sistemas geradores fotovoltaicos e o tempo para retorno dos investimentos, sugerem a necessidade de linhas de financiamento mais atrativas para difusão deecoinovações em energia solar. O BNDES por outro lado, enquanto instituição financeira de desenvolvimento, é um grande ator de financiamento para longo prazo. Os bancos de desenvolvimento têm exercido o importante papel de fornecer recursos de longo prazo para resolução de questões sociais, inclusive também do aquecimento global, em áreas onde o setor privado com seu capital de curto prazo não costuma intervir.

Ao redor do mundo os bancos de desenvolvimentos têm cumprido papéis cada vez mais cruciais para contribuição do desenvolvimento dos países. Este trabalho, por exemplo, mostrou o grande papel do BNDES na área de energias renováveis, contribuindo com recursos estimados em mais de US\$23 bilhões de dólares em investimentos. Portanto, *“se o objetivo é restaurar o crescimento sustentável e de longo prazo, e especialmente se essa expansão deve ser equitativa, o BNDES e outros bancos estatais de desenvolvimento precisam ser encorajados e expandidos, não reprimidos”* (STIGLITZ, 2019). Contudo, a ação em isolamento do BNDES pode resultar em implicações que foram amplamente discutidas ao longo deste trabalho.

O financiamento é importante tanto para o lado da oferta de sistemas fotovoltaicos, quanto para os consumidores que desejam a geração de energia elétrica via fonte solar, e este deve interagir com as demais políticas de incentivo. No Brasil, é possível notar um pequeno avanço na geração de energia elétrica via fonte solar, tal resultado refletiu no incremento de unidades consumidoras nos últimos anos. Todavia, a trajetória de desenvolvimento dos elementos que formam o SNI impõe desafios à capacidade de geração e difusão deecoinovações no âmbito solar. Dessa forma, desestimulando a construção de capacitações inovativas na indústria brasileira.

Vale ressaltar que o Brasil precisa definir metas mais claras para desenvolver setor solar brasileiro. Embora haja planos de aumentar a capacidade de energia solar para 7GW até 2024, traçar estratégias claras entre a sociedade e o governo é essencial. Em segundo lugar, o estabelecimento de uma estratégia de política industrial flexível e ampla, e que seja coordenada com as demais políticas do SNI, para que assim se consolide uma indústria nacional forte e o mercado ganhe força. Por fim, um modelo de incentivo que forneça lucros para o setor, como, por exemplo, o modelo de subsídios *feed-in tariff* utilizado em diversos países, atraindo investidores e fomentando o uso da energia solar fotovoltaica distribuída (NUOSHU, 2017).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABINEE, Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira.** Nota Técnica s/n. Junho, 2012. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>>. Acesso em: 5 jun. de 2019.

ABN, Agência BNDES de Notícias. **Com US\$30bi, BNDES é maior financiador de energia limpa do mundo, mostra levantamento.** Meio Ambiente. Julho, 2019. Disponível em: <[https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/Com-US\\$-30-bi-BNDES-e-maior-financiador-de-energia-limpa-do-mundo-mostra-levantamento-00001/](https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/Com-US$-30-bi-BNDES-e-maior-financiador-de-energia-limpa-do-mundo-mostra-levantamento-00001/)>. Acesso em: 29 ago. de 2019.

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. 2019. Disponível em: <<http://absolar.com.br/>>. Acesso em: 5 jun. 2019.

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **ABSOLAR apresenta proposta para desenvolvimento do setor.** 2019c. Disponível em: <<http://absolar.org.br/absolar-apresenta-proposta-para-desenvolvimento-do-setor.html>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

ABSOLAR, Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Infográfico ABSOLAR,** 2019b. Disponível em: <<http://absolar.com.br/infografico-absolar-.html>>. Acesso em: 5 jun. 2019.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.** Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília: Aneel. Abril, 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Unidades Consumidoras com Geração Distribuída.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/scg/rcgMicro.asp>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

ARANTES, G. **Acesso às informações do produto: Projetos de geração de energia solar fotovoltaica distribuída.** Mensagem recebida por: <[felipe.fonttes@hotmail.com](mailto:felipe.fonttes@hotmail.com)> em 26 jul. 2019.

AZEVEDO, R. F. **Projetos hidrelétricos: Impactos econômicos, sociais e ambientais de barragens e interesse público primário.** In: Simpósio de Direito Ambiental 2017: Um diálogo entre instituições. Paraná: Junho, 2017. Disponível em: <[http://www.meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/Acervo/Apresentacao\\_OAB\\_29\\_06\\_2017.pdf](http://www.meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/Acervo/Apresentacao_OAB_29_06_2017.pdf)>. Acesso em: 19 ago. 2019.

BASTOS, V. D. **2000-2010: uma década de apoio federal à inovação no Brasil.** Revista do BNDES nº 37: Junho, 2012. 127–175 p.

BCB, Banco Central do Brasil. **Regulamento anexo à Resolução nº 394, de 03 de novembro de 1976,** que define a competência e disciplina a constituição e o funcionamento dos bancos de desenvolvimento. Brasília: Bacen. Novembro, 1976. Disponível em: <[https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/downloadNormativo.asp?arquivo=/Lists/Normativos/Attachments/40824/Res\\_0394\\_v13\\_P.pdf](https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/downloadNormativo.asp?arquivo=/Lists/Normativos/Attachments/40824/Res_0394_v13_P.pdf)>. Acesso em: 1 jul. 2019.

BEISE, M., RENNINGS, K. **Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations**. Ecological Economics 52, 2005. 5–17 p.

BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2006.

BLACKMAN, A. **The Economics of Technology Diffusion: Implications for Climate Policy in Developing Countries**. Discussion Paper 99-42. Resources for the Future: Junho, 1999. 1-18 p.

BLOG MUNDO ENERGY. **Geração de energia solar descentralizada - cenários e implicações para o setor no Brasil**. Maio, 2017. Disponível em: <<https://mundoenergy.blogspot.com/2017/05/geracao-de-energia-solar.html>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

BNDES, Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. 2019. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/>>. Acesso em: 27 ago. 2019

BNDES, Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. **Nossa História** (2019a). Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/quem-somos/nossa-historia>>. Acesso em: 1 jul. 2019.

BNDES, Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. **Relatório Anual 2007**. Rio de Janeiro, 2008.

BNDES, Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. **Relatório Anual 2012**. Rio de Janeiro, 2013.

BNDES, Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. **Relatório Anual 2015**. Rio de Janeiro, 2016.

BNDES, Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. **Relatório Anual 2016**. Rio de Janeiro, 2017.

BNDES, Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. **Relatório Anual 2017**. Rio de Janeiro, 2018.

BNDES, Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. **Relatório Anual 2018**. Rio de Janeiro, 2019b.

BRDE, Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. **BRDE é o primeiro banco do país a operar o Fundo Clima**. Junho, 2018b. Disponível em: <<http://www.brde.com.br/noticia/brde-e-o-primeiro-banco-do-pais-a-operar-o-fundo-clima/>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

BRDE, Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. **Investimentos viabilizados pelo BRDE somam R\$ 2,7 bilhões em 2018**. Março, 2019b. Disponível em: <<http://www.brde.com.br/noticia/investimentos-viabilizados-pelo-brde-somam-r-27-bilhoes-em-2018/>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

BRDE, Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. **Relatório de Administração e Socioambiental de 2018**. 2019.

BRDE, Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. **Restaurante de Curitiba inaugura sistema de energia solar com apoio do BRDE, o primeiro do país**. Novembro,

- 2018d. Disponível em: <<http://www.brde.com.br/noticia/restaurante-de-curitiba-inaugura-sistema-de-energia-solar-com-apoio-do-brde/>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- BRDE, Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. **Show Rural 2019 bate recorde de público, com 288 mil visitantes e R\$ 2,2 bi em negócios.** Fevereiro, 2019a. Disponível em: <<http://www.brde.com.br/noticia/show-rural-2019-bate-recorde-de-publico-com-288-mil-visitantes-e-r-22-bi-em-negocios/>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- BRESSER-PEREIRA, L. C. **Modelos de estado desenvolvimentista.** Working Paper N°412. FGV, São Paulo School of Economics. Fevereiro, 2016. 1-23 p.
- CANEPA, E. M. “**Economia da Poluição**”, in Peter H. May (org.), **Economia do Meio Ambiente. Teoria e Prática.** Sociedade Brasileira de Economia Ecológica – 2ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES. H. M. M. **Discussing innovation and development: Converging points between the Latin American school and the Innovation Systems perspective?** Globelics Working Paper Series. Working Paper, n° 2008-02. 7-11 p. ISBN: 978-87-92923-04-2
- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES. H. M. M. **Sistemas de Inovação e Desenvolvimento: as implicações de política.** São Paulo em Perspectiva, v. 19, n° 1. Jan./Mar. 2005. 34-45 p.
- CHANG, H. **Chutando a Escada: A estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica.** Tradução Luiz Antônio Oliveira de Araújo – São Paulo: Editora UNESP, 2002 .
- CHARTER, M.; CLARK, T. **Sustainable Innovation. Key conclusions from Sustainable Innovation Conferences 2003–2006.** The Centre for Sustainable Design. Surrey, UK. May, 2007. 9-11 p.
- CNI, Confederação Nacional da Indústria. **Fundo Nacional sobre Mudança do Clima: Acesso a Recursos Reembolsáveis.** Brasília: CNI, 2014. 51 p.
- COSTA, F. N. **Economia Monetária e Financeira.** Uma abordagem pluralista. Editora Makron, 1ª Edição. Brasil: 1999. ISBN: 8534609497
- COSTA, F. N.; DEOS, S. S. “**Reflexões sobre o financiamento na economia brasileira**”, in Revista Análise Econômica. Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS. Ano 19, n°. 36. Setembro, 2002. 23-44 p. ISSN0102-9924
- COSTA, R. C.; PRATES, C. P. T. **O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras a sua penetração no mercado.** Biblioteca Digital, BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 21. Março, 2005. 5-30 p.
- DÍAZ-GARCÍA, C.; GONZÁLEZ-MORENO, A.; SÁEZ-MARTÍNEZ, F. J. **Eco-innovation: insights from a literature review.** Innovation: Management, Policy & Practice – Vol. 17, No. 1, Abril, 2015. 6–23 p.
- DORAN, J., RYAN, G. **Regulation and firm perception, Eco-innovation and firm performance.** European Journal of Innovation Management. Vol. 15, n° 4, 2012. 421–441 p.
- DWECK, E.; ROSSI, P. L. **Políticas sociais, distribuição, crescimento e mudança estrutural.** In: M. V. Chiliatto Leite. (Org.). Alternativas para o desenvolvimento brasileiro: novos horizontes para a mudança estrutural com igualdade. 1ed. Santiago: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2019, v. 1. 97-116 p.

- EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro: Maio/2012.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos**. Nota Técnica DEA 19/14. Série Recursos Energéticos. Rio de Janeiro: Outubro/2014.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Matriz Energética e Elétrica**. 2019. Disponível em: <<http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#ELETRICA>>. Acesso em 15 ago. de 2019.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2027**. Ministério de Minas e Energia. Brasília: MME/EPE, 2018. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202027\\_aprovado\\_OFICIAL.pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202027_aprovado_OFICIAL.pdf)>. Acesso em 21 ago. de 2019.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2017-2026)**. Nota Técnica DEA 001/17. Série Estudo de Demandas. Rio de Janeiro. Janeiro, 2017.
- ESPOSITO, A. S.; FUCHS, P. G. **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil**. Biblioteca Digital, Revista do BNDES, nº 40. Dezembro, 2013. 85-114 p.
- EU, Comissão Europeia. **Attitudes of European entrepreneurs towards eco-innovation**. Survey conducted by The Gallup Organization, Hungary upon the request of Directorate-General Environment. Flash EB Series nº 315. Eurobarometer: Março, 2011.
- EU, Comissão Europeia. **Eco-innovation the key to Europe's future competitiveness**. Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/ecoinnovation/en.pdf>>. Acesso em: 10 Maio 2019.
- FEBRABAN; FGVCES. **Financiamento para energia solar fotovoltaica em geração distribuída**. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. Agosto, 2018. 15-75 p.
- FERNANDEZ; B. P. M. **Ecodesenvolvimento, Desenvolvimento Sustentável e Economia Ecológica: em que sentido representam alternativas ao paradigma de desenvolvimento tradicional?** Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 23, Editora UFPR: jan./jun. 2011. 109-120 p.
- FREEMAN, C. **Innovation and long cycles of economic development**. Economics Department, University of Campinas, Campinas. Agosto, 1982. 1-13 p.
- FREEMAN, C. **The Greening of Technology and Models of Innovation**. North-Holland. Volume 53, 1 Ed. Elsevier, 1996. 27-39 p.
- FURTADO, C. **Desenvolvimento e Subdesenvolvimento**. 5ª Edição. Rio de Janeiro: Contraponto: Centro Internacional Celso Furtado, 1961. 25-35 p.
- FURTADO, C. **O Mito do Desenvolvimento Econômico**. 2ª Edição. São Paulo: Paz e Terra, 1998.
- GIAMBIAGI, F; ALÉM, A. C. **Finanças Públicas: Teoria e Prática no Brasil**. Elsevier, 3ª Edição Revista e Atualizada, Rio de Janeiro, 2008. 3-16 p.

GIAMBIAGI, F; PINHEIRO, F; LAMENZA, G. **A capacidade de desembolso do BNDES durante a década de 2000**. Revista do BNDES, nº 36. Rio de Janeiro: Dezembro, 2011. 43-88 p.

GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH. **Guia de Referência para a Cobertura Jornalística de Energias Renováveis**. 2016 Disponível em: <<https://files.acrobat.com/a/preview/47e02ea8-cc35-4f7f-b3bb-cb29ed2f99a7>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

GONZALÉZ, P. D. R. **The empirical analysis of the determinants for environmental technological change: A research agenda**. Ecological Economics, nº 68. Elsevier: Agosto, 2008. 861–878 p.

GROSSMAN, M. G.; KRUEGER, A. B. **Economic Growth and the Environment**. NBER Working Paper No. 4634, Quarterly Journal of Economics, vol. 110, 1995. 353-378 p.

HIRSCHMAN, A. O. “The rise and decline of development economics”, in Albert O. Hirschman, **Essays in Trespassing: Economics to Politics and Beyond**, Cambridge: Cambridge University Press, 1981. 1-24 p.

IEA, International Energy Agency. **“Snapshot of Global Photovoltaic Markets 2018”**. Photovoltaic Power Systems Programme. Report IEA PVPS T1-33: 2018. Disponível em: <[http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS\\_-\\_A\\_Snapshot\\_of\\_Global\\_PV\\_-\\_1992-2017.pdf](http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2017.pdf)>. Acesso em: 1 jun. 2019.

IEA, International Energy Agency. **Technology Roadmap: Solar Photovoltaic Energy**. Paris (França): IEA, 2014. 1-55 p.

IEA, International Energy Agency. **Trends In Photovoltaic Applications - Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2010**. Paris (França): IEA, 2011. Disponível em: <[http://www.ieapvps.org/index.php?id=1&eID=dam\\_frontend\\_push&docID=898](http://www.ieapvps.org/index.php?id=1&eID=dam_frontend_push&docID=898)>. Acesso em: 22 ago. de 2019.

ISTOE, Portal de Notícias ISTO É. **Depois da eólica, BNDES prevê o boom da energia solar**: Para ter acesso a financiamentos especiais, as companhias terão que fabricar no Brasil pelo menos 60% do conteúdo dos equipamentos. Tecnologia e Meio Ambiente. 2012. Disponível em: <[https://istoe.com.br/247896\\_DEPOIS+DA+EOLICA+BNDES+PREVE+O+BOOM+DA+E+NERGIA+SOLAR/](https://istoe.com.br/247896_DEPOIS+DA+EOLICA+BNDES+PREVE+O+BOOM+DA+E+NERGIA+SOLAR/)>. Acesso em: 29 ago. 2019.

JACOBSSON, S.; JOHNSON A. **The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research**. Energy Policy, nº 28. Elsevier: 2000. 625–640 p.

JADE, L. **Entenda como funcionam as bandeiras tarifárias de energia**. Empresa Brasil de Comunicação (EBC). Outubro, 2015. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/noticias/2015/02/entenda-como-funcionam-bandeiras-tarifarias-de-energia>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

JAMES, P. **The sustainability circle: a new tool for product development and design**. Journal of Sustainable Product Design, v. 2, nº. 5, Julho, 1997. 52–57 p.

JOHNSON, D. K. N.; LYBECKER, K. M. **Paying for Green: An economics literature review on the constraints to financing environmental innovation**. Journal of Sustainable

- Product Design, v. 1, n.º 3, Spring, 2012. 1–10 p. Disponível em: <<https://escholarship.org/uc/item/6ks30864>>. Acesso em: 19/08/2019.
- KEMP, R.; PEARSON, P. **Final report MEI project about measuring ecoinnovation**. Deliverable 15. Project n.º: 044513. MEI. April, 2007. 1-120 p.
- KEMP, R.; SOETE, L. Inside the “green box”: On the economics of technological change and environment: **The Economics of Technological Change and Environment**, 1990. 245–257 p.
- KOELLER, P.; MIRANDA, P. **EcoInovação**. Revista Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, n.º 57, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Agosto, 2018. 7-11 p.
- LAZONICK, W.; MAZZUCATO, M. **The risk-reward nexus**: Innovation, Finance and Inclusive Growth. United Kingdom: Policy Network, 2012. 1-27 p.
- LIST, F. **The National System of Political Economy**. London: Longmans, Green, and Company, 1885. (Tradução da edição original alemã publicada em 1841 por Sampson Lloyd).
- LUSTOSA, M. C. J. **Inovação e Tecnologia para uma Economia Verde: Questões Fundamentais**. Política Ambiental. Economia Verde. Desafios e Oportunidades. N.º 8, 2011. 111-122 p.
- MANKIWI, N. G. **Introdução à economia**. Capítulo 1. São Paulo: Cengage Learning, 2009, p. 3-19.
- MDIC, Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. **Relatório Final: Grupo de Trabalho Solar Fotovoltaico (05/12/2017 a 05/03/2018)**. 20 fls. 2018.
- MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS, W. W. **The Limits to Growth. A report for the Club of Rome’s project on the predicament of mankind**. A Potomac Associates Book, New York, 1972.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente, 2019. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Plano Anual de Aplicação de Recursos 2018 (PAAR)**. Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, Comitê Gestor: Brasília, fev. 2018. 1-33 p.
- MORO, M. A.; ALMEIDA, L. T. De. **Tecnologia ambiental e desenvolvimento sustentável: Uma discussão a partir da perspectiva da economia do meio ambiente e da economia evolucionista**. 1ª Ed. Rio de Janeiro, 2013. 1-28 p.
- MORRIS, C.; PEHNT, M. **Energy Transition: The German Energiewende**. Heinrich Böll Foundation. Janeiro, 2014. 1-93 p.
- NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no Brasil: situação e Perspectivas**. Consultoria Legislativa, Estudo Técnico. Março, 2017. 4-42 p.
- NUOSHU, H. **Can Brazil replicate China’s successful solar industry?** China’s booming solar market offers many lessons for other emerging economies. Diálogo Chino: June, 2017. Disponível em: <<https://dialogochino.net/9186-can-brazil-replicate-chinas-successful-solar-industry/>>. Acesso em 22 ago. 2019.
- ONU, Organização das Nações Unidas. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Nosso Futuro Comum (Relatório de Brundtland)**. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Editora da Fundação Getúlio Vargas, 2ª edição. Rio de Janeiro, 1987.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Tradução em português do Centro de Informações das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio), revisado pela Coordenadoria-Geral de Desenvolvimento Sustentável (CGDES). Fevereiro, 2016. Disponível em: <<https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

PAIVA, M. **BNDES: Um banco de história e do futuro**. Biblioteca Digital, BNDES 60 Anos. Museu da Pessoa. São Paulo: 2012. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1785>>. Acesso em: 1 jul. 2019.

PODCAMENI, M. G. V. B. **Sistemas de Inovação e energia eólica: a experiência brasileira**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2014. 364 f. Tese (Doutorado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

PRATES, D. M.; CINTRA, M. A. M.; FREITAS, M. C. P. **O papel desempenhado pelo BNDES e diferentes iniciativas de expansão do financiamento de longo prazo no Brasil dos anos 90**. Economia e Sociedade, Campinas: Dezembro, 2000. 85-116 p.

RAMOS, C.; SAUAIA, R.; KOLOSZUK R. **Financiamento para energia solar fotovoltaica: informação é ferramenta indispensável**. O debate: o seu portal de boas notícias. Abril, 2019. Disponível em: < <https://www.odebate.com.br/energia-para-a-vida/financiamento-para-energia-solar-fotovoltaica-informacao-e-ferramenta-indispensavel.html>> Acesso em: 25 ago. 2019.

RATTNER, H. **Planejamento e Bem-Estar Social**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1979.

ROSA, A. R. O.; GASPARIN, F. P. **Panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil**. Revista Brasileira de Energia Solar, Ano 7, Volume VII, Nº 2, Dezembro, 2016. 140 – 147 p.

SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 11-95 p.

SCHUMPETER, J. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982. 63-99 p.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cadeia de valor da energia solar fotovoltaica no Brasil**. Projeto Plataforma. Brasília, 2018. 1-322 p.

SIKDAR, S. K. **Sustainable development and sustainability metrics**. AICHE Journal, v. 49, Ohio, 2003. 1928-1932 p.

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: <[www.senado.leg.br/estudos](http://www.senado.leg.br/estudos)>. Acesso em: 1 jun. 2019.

SOLOW, R. M. **The Economics of Resources or the Resources of Economics**. Richard T. Ely Lecture, American Economic Review, 1974. 1-14 p.

SOUSA, R. G. **História dos Combustíveis.** Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/historia/historia-dos-combustiveis.htm>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

STARTSE. **Conheça os tipos de investimento para startups.** Aceleradoras, ventures, incubadoras, bootstrapping: o que não falta é opção de investimentos para quem está começando. Junho/2017. Disponível em: <<https://www.startse.com/noticia/investidores/11466/conheca-os-tipos-de-investimento-para-startups>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

STIGLITZ, J. **Ataque ao BNDES é perturbador e surpreendente:** Brasil talvez seja o mercado emergente para o qual um banco de desenvolvimento nacional seja mais importante. Agosto, 2019. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/08/ataque-ao-bndes-e-perturbador-e-surpreendente.shtml>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

TREVIZAN, K. **Bancos ainda avaliam como será liberação de crédito do BNDES para pessoa física instalar energia solar.** Junho, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/bancos-ainda-avaliam-como-sera-liberacao-de-credito-do-bndes-para-pessoa-fisica-instalar-energia-solar.ghtml>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

VINCENT, D. **Devising and implementing incentives for low carbon technology innovation and commercialisation – a perspective drawn from Carbon Trust experience.** EIC Climate Change Conference. IEEE. Canada, 2006. 1-7 p.

YANG, L. F. **Sustainability as corporate strategy: an institutional perspective.** Sustainability, Corporations and Institutional Arrangements. Oikos PhD summer academy. University of St. Gallen, 2002. 1-9 p.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Principais linhas de financiamento BNDES que podem abranger a energia solar fotovoltaica distribuída<sup>45</sup>.

Nome/ Tipo de Tomador Crédito	Cobertura/Alavancagem	Prazo de Amortização	Limite de financiamento	Prazo de Carência	Garantia	Taxa de Juros
BNDES FINEM: Eficiência Energética (Direto)/ PJ	80% do Valor do Projeto, Limitada a 100% dos Itens Financiáveis Regras do PNP se aplicam para definir o volume de alavancagem	O prazo total é determinado em função da capacidade de pagamento do empreendimento, do cliente e do grupo econômico, limitado a 20 anos.  Durante o período de carência, que será de até seis meses após a entrada do projeto em operação comercial, os juros poderão ser capitalizados ou pagos pelo cliente.	Disponível para volume de financiamento superior a R\$ 10 milhões	6 meses Após Entrada em Operação Comercial	Garantias reais (tais como hipoteca, penhor, propriedade fiduciária, recebíveis, etc) e/ou pessoais (tais como fiança ou aval), definidas na análise da operação.	Direta: TLP + Remuneração do BNDES + taxa de risco de crédito (definido pela avaliação de risco do BNDES). Taxa final: 6,52%(dez/18) + 0,9% + taxa de risco
BNDES FINEM: Eficiência Energética (Indireto)/ PJ	80% do Valor do Projeto, Limitada a 100% dos Itens Financiáveis Regras do PNP se aplicam para definir o volume de alavancagem	O prazo total é determinado em função da capacidade de pagamento do empreendimento, do cliente e do grupo econômico, limitado a 20 anos.	Disponível para volume de financiamento superior a R\$10 milhões	6 meses Após Entrada em Operação Comercial	Negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente.	Direta: TLP + Taxa do BNDES + taxa do agente financeiro (definido pela avaliação de risco do agente financeiro). Taxa final: 6,52%(dez/18) + 1,05% + taxa do agente financeiro
Cartão BNDES/ PJ	Até 100% dos itens financiáveis, Regras do PNP se aplicam para definir o volume de alavancagem	Até 48 Prestações Fixas, Mensais e Iguais	Até R\$ 2 milhões por banco emissor. Os limites de crédito disponíveis em diferentes emissores poderão ser somados para realizar compras	Não informado	O banco emissor do Cartão BNDES pode, a seu critério, estabelecer a necessidade de constituição de garantias reais ou pessoais para a emissão do Cartão BNDES	Taxa de juros de acordo com taxas mensais do Cartão BNDES (como referência a taxa de juros para novembro de 2018 é de 1,43% a.m., equivalente a 18,58% a.a.)
BNDES Direto 10 - Eficiência Energética e Geração Distribuída/ PJ	Até 100% dos Itens Financiáveis	Até 10 anos ou o prazo de vencimento dos direitos creditórios oferecidos em cessão fiduciária, o que for menor.	De R\$ 1 milhão a R\$ 10 milhões	até 1 ano	Garantias reais (penhor dos equipamentos, recebíveis etc) e pessoais (fiança ou aval), definidas na análise da operação. O cliente com receita operacional bruta (ROB) até R\$ 300 milhões, poderá complementar a garantia com o Fundo Garantidor para Investimentos (BNDES FGI).	Custo financeiro (TJLP ou Selic) + Taxa do BNDES (1,3% a.a.) + Taxa de risco de crédito
BNDES Finaime: BK Aquisição e Comercialização: Micro, Pequenas e Médias Empresas/ PJ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MPME - Até 100%</li> <li>• Grande Empresa - Até 80%</li> </ul>	Máximo de 7 (Financiamentos que utilizam a TFB) a 10 anos (demais financiamentos)	Até 150 milhões para operações automáticas	Até 1 ano (para financiamentos que utilizam TFB). Até 2 anos (demais financiamentos)	Negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente.	(TLP ou Selic) + 1,42% a.a. + TAF Para unidades Federativas e municípios: (TLP ou Selic) + 2,25%a.a. + TAF

Fonte: ABSOLAR, 2019.

<sup>45</sup> Mais informações referente as modalidades de financiamento do BNDES e outras instituições em <http://absolar.com.br/financiamento>. Acesso em 22/07/2019.

Nome/ Tipo de Tomador Crédito	Cobertura/Alavancagem	Prazo de Amortização	Limite de financiamento	Prazo de Carência	Garantia	Taxa de Juros
BNDES Finame: Energia Renovável/ PJ	Até 100% dos itens financiáveis, Regras do PNP se aplicam para definir o volume de alavancagem	Até 10 anos	Sistemas com até de 375 kW potência	Até 2 anos	Negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente.	Indireto: TFB, TLP ou SELIC + 1.05% a.a. + taxa de juros do intermediador financeiro (definida pela avaliação de risco do intermediador financeiro).
BNDES Automático/ PJ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micro, pequenas e médias empresas: até 100% dos itens financiáveis</li> <li>• Grandes empresas - incentivadas (setores prioritários): até 80% do valor total do projeto, limitada a 100% dos itens financiáveis;</li> <li>• Grandes empresas - padrão: até 60% do valor total do projeto, limitada a 100% dos itens financiáveis. (A participação pode ser ampliada para até 80%. Neste caso, a parcela adicional de crédito terá custo baseado em referenciais de mercado.)</li> </ul>	Até 20 anos	Até 150 milhões / cliente / 12 meses	Até 3 anos	Negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente. O cliente poderá complementar a garantia, utilizando o Fundo Garantidor para Investimentos (BNDES FGI).	TLP + Taxa BNDES*+TAF (Taxa do Agente Financeiro) * Micro, Pequenas e Médias Empresas: 1,5% a.a.; * Grandes Empresas Incentivadas: 1,93 % a.a. Grandes Empresas: 2,33 % a.a.
BNDES Giro (Direto)/ PJ	Não informado	Até 60 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acima de R\$ 10 milhões</li> <li>• 20 % da Receita Operacional Bruta</li> <li>• MPME: R\$ 70 milhões / 12 meses</li> <li>Grande Empresa: R\$ 100 milhões/12 meses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 12 meses, nas operações indiretas automáticas (operações de até R\$ 10 milhões) com uso da taxa fixa do BNDES;</li> <li>• 3 a 24 meses, nas operações indiretas automáticas (operações de até R\$ 10 milhões) sem uso da taxa fixa do BNDES;</li> <li>e</li> <li>• 1 a 24 meses, nas operações diretas e indiretas não-automáticas.</li> </ul>	Sob Avaliação	Faturamento Anual: • até R\$ 90 milhões: TLP ou Selic + 1,3% a.a. + TRC* • entre R\$ 90 milhões e R\$ 300 milhões: TLP ou Selic + 1,7% a.a. + TRC* • Grande Empresa: Referenciais de custo de mercado+2,1% a.a. + TRC*
BNDES Giro (Indireto)/ PJ	Não informado	Até 60 meses	MPME: Limitado a R\$ 70 milhões / 12 meses Grande Empresa: Limitado a R\$ 100 milhões/ 12 meses Até R\$ 20 milhões por pleito	3 a 12 meses, nas operações indiretas automáticas (operações de até R\$ 10 milhões) com uso da taxa fixa do BNDES; 3 a 24 meses, nas operações indiretas automáticas (operações de até R\$ 10 milhões) sem uso da taxa fixa do BNDES; e 1 a 24 meses, nas operações diretas e indiretas não-automáticas.	Sob Avaliação	Faturamento Anual: • até R\$ 90 milhões: TFB, TLP ou Selic + 1,42% a.a. + TRC • entre R\$ 90 milhões e R\$ 300 milhões: TFB, TLP ou Selic + 1,85% a.a. + TRC • Grande Empresa: Referenciais de custo de mercado, TFB +2,25% a.a. + TRC
Proraf Mais Alimentos/ PF e PJ	Até 100% dos Itens Financiáveis	Até 10 anos	Limites por ano agrícola: R\$ 330 mil (Individual) para suinocultura, avicultura, aquíicultura, carcinicultura e fruticultura. R\$ 165 mil demais atividade R\$ 20 milhões (coletivo)	Até 03 anos	Negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente.	Até 4,6% a.a.

Fonte: ABSOLAR, 2019.

Nome/ Tipo de Tomador Crédito	Cobertura/Alavancagem	Prazo de Amortização	Limite de financiamento	Prazo de Carência	Garantia	Taxa de Juros
PRONAF ECO/ PF e PJ	Até 100% dos Itens Financiáveis	De 10 a 20 anos, dependendo do empreendimento financiado	R\$ 165 mil por beneficiário, por ano agrícola	De 3 a 8 anos, dependendo do empreendimento financiado	Negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4,6% ao ano para silvicultura e investimentos para implantação das culturas do dendê ou da seringueira, com custeio associado para a manutenção da cultura até o quarto ano;</li> <li>• 2,5% ao ano para demais finalidades.</li> </ul>
INOVAGRO/ PF e PJ	Até 100% do valor do projeto	Até 10 anos	Até R\$ 1.3 milhões para projetos individuais Até R\$ 3.9 milhões para projetos coletivos	Até 3 anos	Negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa pré-fixada: até 6,0% ao ano</li> <li>• Taxa pós-fixada: até 0,33% ao ano acrescida de atualização monetária.</li> </ul>
Fundo Clima Subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes (Direto)/ PF e PJ	Até 80% dos Itens Financiáveis	Até 11 anos e nove meses	De R\$ 10 milhões até R\$ 30 milhões (limitado a R\$ 30 milhões / 12 meses / cliente)	Até 02 anos	Definidas na análise da operação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo financeiro + Taxa do BNDES + Taxa de risco de crédito</li> <li>• 0,1 % a.a. + 0,9 % a.a. + TRC</li> </ul>
Fundo Clima Subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes (Indireto)/ PF e PJ	Até 80% dos Itens Financiáveis	Até 11 anos e nove meses	Limitado a R\$ 30 milhões / 12 meses / cliente	Até 02 anos	Negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,1 % a.a. + (0,9 % a.a. ou 1,4 %a.a.) + TAF (até 3% a.a.)</li> <li>• Renda Operacional Bruta até 90 milhões 0,9%a.a.</li> <li>• Renda Operacional Bruta acima de 90 milhões 1,4%a.a.</li> </ul>
Fundo Clima Subprograma Energias Renováveis (Direto)/ PJ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Até 80% dos Itens Financiáveis</li> <li>• Valor máximo de financiamento por beneficiário: R\$ 30 milhões a cada 12 meses</li> </ul>	Até 16 anos	De R\$ 3 milhões até R\$ 30 milhões (limitado a R\$ 30 milhões / 12 meses / cliente)	Até 08 anos	Negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo financeiro + Taxa do BNDES + Taxa de risco de crédito</li> <li>• 0,1 % a.a. + 0,9 % a.a. + TRC</li> </ul>
Fundo Clima Subprograma Energias Renováveis (Indireto)/ PJ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Até 80% dos Itens Financiáveis</li> <li>• Valor máximo de financiamento por beneficiário: R\$ 30 milhões a cada 12 meses</li> </ul>	Até 16 anos	Limitado a R\$ 30 milhões / 12 meses / cliente	Até 08 anos	Negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 % a.a. + (0,9 % a.a. ou 1,4 %a.a.) + TAF (até 3% a.a.)</li> <li>• Renda Operacional Bruta até 90 milhões 0,9%a.a.</li> <li>• Renda Operacional Bruta acima de 90 milhões 1,4%a.a.</li> </ul>
Programa ABC/ PF e PJ	Até 100% dos Itens Financiáveis	Até 10 anos	Limitado a R\$ 5.000.000 por cliente por ano agrícola Limitado a R\$ 20.000.000 para financiamento coletivo por ano agrícola	Até 08 anos	Negociadas entre a instituição financeira credenciada e o cliente.	Até 6,0% ao ano .

Fonte: ABSOLAR, 2019.

