



UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ENRICO TERRA DE MENEZES

DRE: 115 168 644

MODELO *THIRD-PARTY OWNERSHIP* PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA:
POTENCIAL PARA O BRASIL

ORIENTADOR: Prof. Dr. João Felipe Cury Marinho Mathias

Rio de Janeiro

21 de Junho de 2019

As opiniões expressas nesse trabalho são de exclusiva responsabilidade do autor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por seu amor sempre presente.

Agradeço aos meus pais e irmãos, que tornaram esses anos de faculdade ainda mais agradáveis.

Agradeço à Família Fronteira.

Agradeço a todo o corpo da UFRJ pelo seu trabalho e oportunidades.

RESUMO

Dada a importância da energia solar na transição energética, faz-se importante um estudo sobre os modelos de negócio que viabilizam o seu desenvolvimento.

O modelo de *third-party ownership* (TPO) apresenta-se como alternativa ainda não bem explorada no Brasil para a difusão da energia solar fotovoltaica. Países como EUA, Alemanha, Holanda, Reino Unido e Bélgica contam com conhecidas empresas que realizam essa intermediação; o modelo chegou a representar mais de 70% dos painéis instalados nos telhados americanos. O TPO tem alto potencial disruptivo por vencer a barreira financeira do consumidor, ao não exigir um investimento inicial.

O presente trabalho busca apresentar esse modelo, suas características ao redor do mundo e compará-lo com o setor elétrico brasileiro. Pode-se então entender como o Brasil se diferencia nesses termos de outros países e o que se deve observar para avançar a transição energética no Brasil através do modelo TPO.

Palavras-chave: Transição Energética; Modelos de Negócio; Energia Solar Fotovoltaica; Propriedade de Terceiros; *Third-Party Ownership*; *Power-Purchase Agreement*; Aluguel Solar; *Leasing Solar*

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Participação na oferta primária de energia
Figura 2: Demanda primária de Energia por região
Figura 3: Produção de energia por fonte na Califórnia em um dia exemplo
Figura 4: Preço da energia elétrica no mesmo período
Figura 5: Esquema do modelo TPO
Figura 6: Matriz de capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Síntese do histórico do modelo TPO nos EUA e Europa.
Tabela 2: Instituições públicas do setor de energia e eletricidade
Tabela 3: Quadro da legislação brasileira de geração distribuída solar.
Tabela 4: Panorama da geração de eletricidade pelo sistema distribuído em 2018
Tabela 5: Panorama das Unidades Consumidoras (UCs) com Geração Distribuída em 2018
Tabela 6: Quantidade de sistemas geradores, UCs beneficiadas e potência instalada por classe de consumo em 2018
Tabela 7: Análise SWOT do potencial para o modelo TPO no Brasil.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ACL – Ambiente de Contratação Livre
ACR – Ambiente de Contratação Regulado
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Social
BNEF - *Bloomberg New Energy Finance*
CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CGH – Central Geradora Hidrelétrica
CONFAZ - Conselho Nacional de Política Fazendária
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
FNMC - Fundo Nacional sobre Mudança do Clima
GD – Geração Distribuída

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IEA - *International Energy Agency*
ITC – *Investment Tax Credit*
MMA - Ministério de Meio Ambiente
MME – Ministério de Minas e Energia
NEA - *National Energy Administration*
ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH – Pequena Central Hidrelétrica
PMEC-MG - Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais
PPA – *Power Purchase Agreement*
ProGD - Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica
SIN - Sistema Interligado Nacional
TPO – *Third-Party Ownership*, ou seja, propriedade de terceiros
UC – Unidade Consumidora
UFV – Usina fotovoltaica

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES SOBRE A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA	11
I.1 Transição Energética	11
I.1.1 O mundo em transição	11
I.1.2 O Trilema da Energia	12
I.2. A Energia Solar e sua geração para o Setor Elétrico	14
I.3. Geração Distribuída	17
I.4. Modelos de Negócio.....	19
I.4.1 Conceito de Modelo de Negócio	19
I.4.2 Importância dos modelos de negócio na transição energética.....	20
CAPÍTULO II: MODELOS DE NEGÓCIO PARA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA	23
II.1. Modelos de Negócio em Energia Solar	23
II.1.1. Propriedade do consumidor	23
II.1.2. Propriedade da comunidade	24
II.1.3. Propriedade de terceiros (<i>Third-party Ownership</i> ou TPO)	25
II.2 TPO no mundo.....	28
II.2.1 Estados Unidos	29
II.2.2 Europa.....	30
II.2.3 Quadro-síntese.....	31
CAPÍTULO III: O POTENCIAL DO MODELO TPO NO BRASIL	33
III.1 Setor Energético Brasileiro: Contratação de Energia Elétrica	33
III.2 Aspectos Legais e Regulatórios sobre Geração Distribuída no Brasil	35
III.3 Mercado brasileiro de GD	39
III.4 Modelos de Negócio no Brasil.....	44
III.5 <i>Enabling Legislation</i>	47
III.5.1 Legislação Proibitiva.....	47

III.5.2 Estabilidade Regulatória.....	48
III.5.3 Captação de Investimentos	49
III.6 Análise SWOT.....	50
III.6.1 Forças	51
III.6.2 Fraquezas	52
III.6.3 Oportunidades.....	52
III.6.4 Ameaças	53
CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

INTRODUÇÃO

Nos anos recentes, o mundo aprofundou o processo de transição energética, com visível mudança na matriz energética mundial. Cada vez mais, os combustíveis fósseis perdem espaço para novas tecnologias. Nesse processo, a preocupação da sociedade está relacionada a três fatores: preços acessíveis, insegurança energética e mudanças climáticas.

As energias renováveis são o carro-chefe da transição energética em processo na atualidade, dado seus benefícios ambientais e preço cada vez mais acessível. Com grandes investimentos, custos mais baixos e cada vez mais atenção para as energias renováveis, a tendência esperada é que essas fontes de energia cada vez ganhem mais espaço. Porém, para isso, são necessários modelos de negócios que viabilizem essa transição.

Variados modelos de negócios têm surgido para viabilizar a geração da energia solar através de geração distribuída. Esses modelos de negócio tem papel vital no impulsionamento da transição energética.

Um desses modelos se apresenta com relevante potencial: o modelo *Third-Party Ownership*. Ele, em muitos casos, mostra-se mais atrativo ao consumidor de energia por não requerer investimento inicial. Esse modelo foi importante na transição para energia solar em alguns estados americanos.

Partindo dessa hipótese, o presente trabalho se presta a estudar a possibilidade desse modelo aplicado ao caso brasileiro. Nele, o consumidor não possui o equipamento gerador instalado em sua casa, dando ao mesmo vantagens, podendo nem requerer investimentos ou pagamentos compulsórios. A empresa instala gratuitamente o painel solar e cobra uma taxa mensal. Esta pode ser referente à compra de energia (no caso de um acordo de compra de energia – PPA, na sigla em inglês) ou referente a um aluguel das placas.

Em geral, as empresas só oferecem o serviço àqueles que possuem locais de instalação com boa exposição ao sol, tarifa de luz mais alta e em estados com legislação benéfica à prática, de modo que o modelo seja economicamente viável.

Em outros, o serviço é feito de modo remoto: a empresa instala os painéis em uma fazenda distante do centro consumidor. O cliente então ganha direitos sobre a produção daqueles painéis, pagando ao desenvolvedor pelo aluguel ou pelo consumo, dependendo do contrato.

Para isso, primeiramente entender-se-á onde esse modelo se encaixa: dentro de um mundo em transição energética, onde já se espera que a energia solar se dissemine, mas para isso são necessários modelos de negócios que viabilizem essa transição. Nisto se baseará no primeiro capítulo.

Então, no segundo capítulo, apresenta-se primeiro quais modelos de negócio existem ao redor do mundo. A seguir, o foco passa ao modelo de interesse do trabalho, o TPO, e suas variações. Por fim, os casos desse modelo ao redor do mundo, incluindo alguns casos de sucesso ou de fracasso, são apresentados.

No último capítulo, então, olha-se especificamente para o Brasil, entendendo os principais aspectos regulatórios, a situação específica da Geração Distribuída, e qual modelo e contexto vigoram no momento. Além disso, por fim, estuda-se que tipos de empresas atuam nesse mercado, com o objetivo de entender que nível de penetração desse modelo existe. Comparando o caso brasileiro com os casos de sucesso e fracasso observados no mundo, pode-se, por fim, entender os pontos-chave que podem incentivar ou desincentivar o avanço desse modelo, e por consequência da energia solar distribuída, no Brasil.

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES SOBRE A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

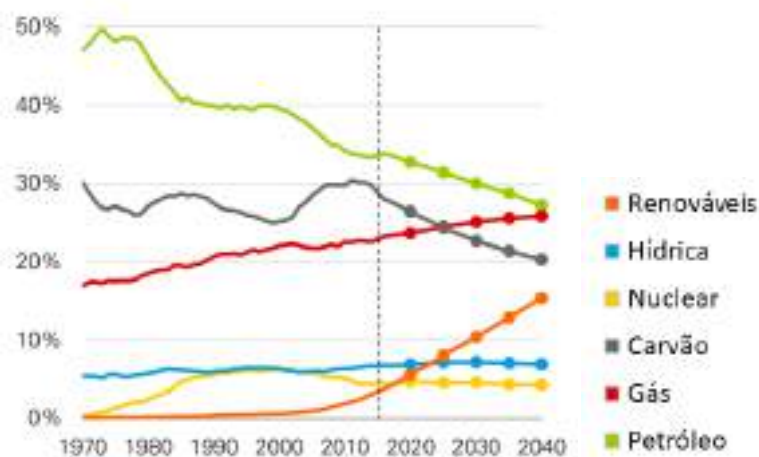
O presente capítulo busca apresentar a relevância da transição energética e a particular importância da energia solar nela. Além disso, apresenta aspectos relevantes do setor elétrico e a importância de modelos de negócio na transição energética.

I.1 Transição Energética

I.1.1 O mundo em transição

A transição energética, mesmo como processo de longo prazo, se faz cada vez mais visível ao redor do mundo, com a expectativa de cada vez menor uso de fontes mais poluentes. A Figura 1, abaixo, mostra que esse menor uso de combustíveis como carvão e petróleo acompanha o crescimento das fontes renováveis e do uso do gás.

Figura 1 Participação na oferta primária de energia

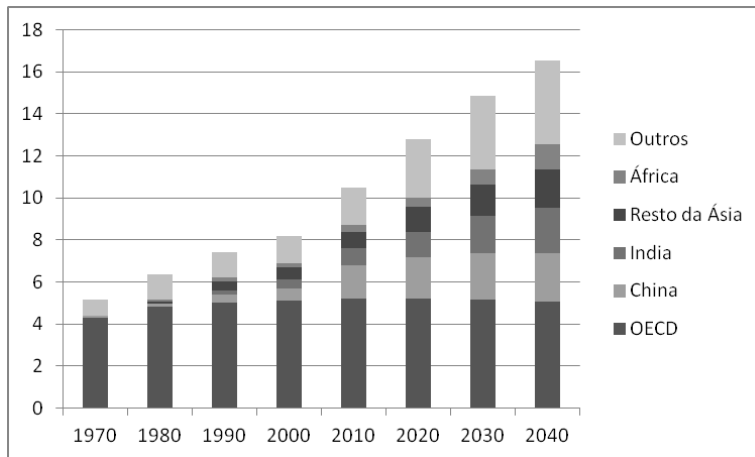


Fonte: BP Energy Outlook, 2019

Ainda assim, mesmo no cenário mais favorável, estimativas colocam que mesmo em 2040 fontes fósseis (gás, petróleo e carvão) serão o combustível principal para o consumo primário de energia no mundo, como mostra a Figura 1 acima (BP *Energy Outlook*, 2019).

Parte da incapacidade de fontes alternativas tomarem espaço das fósseis vem do simples fato de que a demanda primária de energia segue aumentando com ímpeto, principalmente liderados por países em desenvolvimento, enquanto países da OECD e China atingem um *plateau*. A Figura 2 mostra esse aumento: a demanda primária de energia deve crescer cerca de 20% nos próximos 20 anos.

Figura 2 Demanda primária de Energia por região



Fonte: BP Energy Outlook, 2019

Em relação às fontes primárias vê-se uma forte crescente das fontes renováveis. Fontes extremamente poluentes como o carvão seguem com alguma força, mesmo que em queda, principalmente segurados pela indústria pesada que, em geral, requer combustível fóssil para atingir altas temperaturas nas suas usinas e precisam de muito mais tempo para trocar plenamente seu maquinário e modo de operação.

Outro importante aspecto para a transição energética é a eletrificação da frota. Segundo o *BP Energy Outlook*, o transporte é responsável por parte significativa do uso final da energia, hoje basicamente combustíveis derivados do petróleo e uma parcela de gás. Com o avanço tecnológico das baterias e evolução dos motores para funcionamento com energia elétrica, espera-se carros elétricos cada vez mais acessíveis. A potencial eletrificação da frota abre mais espaço para o avanço da energia elétrica, que já tem hoje uma matriz mais limpa.

I.1.2 O Trilema da Energia

Há cada vez mais evidências de que o sistema energético global é instável e insustentável (Sovacol, 2016; Hannon, 2012). Um diagnóstico comum da causa dessa instabilidade é o chamado Trilema da Energia. O conceito, cunhado pelo fórum de energia das Nações Unidas (WEC) nos anos 2000, segue tendo crescente interesse e ainda sendo usado pelo *World Energy Council* (WEC), através do *Energy Trilemma Index*.

Os três pilares do chamado *Energy Trilemma* são: as mudanças climáticas, insegurança energética, e preços acessíveis de serviços de energia.

Segundo o *BP Energy Outlook* (2018), 85% do consumo global de energia primária em 2017 vieram do petróleo, gás ou carvão. A alta presença dos combustíveis fósseis nos ajuda em parte a entender o trilema.

Em relação às mudanças climáticas, a maior preocupação se baseia no risco que essas mudanças apresentam às comunidades humanas. Secas e enchentes mais comuns tem sido atribuídas ao aquecimento global (Alfieri *et al.*, 2015), e este ao aumento da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera. A queima de combustíveis fósseis é importante propulsor desse aumento.

A insegurança energética também tem parte de suas raízes na penetração dos combustíveis fósseis. Como se sabe, as reservas de petróleo e semelhantes são finitas e cada vez mais escassas. Faz-se necessária uma transição antes que as tecnologias comecem a mostrar deficiências¹¹ ou que as reservas se tornem por demais escassas.

Mais urgente do que isso, como a energia é fator extremamente estratégico para um país, o simples fato de depender de importações para parcela tão significativa do setor energético é motivo de preocupação para muitos países. Somado a isso, alguns países grandes produtores de petróleo mostram sinais de instabilidade, como o caso da Venezuela, Rússia e até Arábia Saudita. Neste país, por exemplo, vê-se a morte de jornalistas sauditas e ataques contra dois navios petroleiros e também a oleodutos, como denunciado pelo governo saudita em maio de 2019 (O Globo, 2019). Tudo isso representa uma insegurança àqueles que dependem do petróleo da *Saudi Aramco* (assim como da PDVSA entre outros)

¹¹ O avanço da tecnologia tem permitido alcançar novas reservas de combustíveis fósseis, como o gás de xisto. Essas tecnologias, porém, tem mostrado algumas deficiências, em especial econômica, mas também de segurança.

como fonte primária de energia para realizar plenamente suas atividades regulares (Hannon, 2012).

Evidentemente, há muito tempo existem tecnologias capazes de produzir energia segura e ambientalmente eficaz. Porém, a transição precisa ser também financeiramente acessível. Esse aspecto tem cada vez ficado menos problemático para a geração de energia elétrica a partir do potencial solar e eólico, com o avanço na curva de aprendizado e barateamento das tecnologias.

É através desse desafio de responder a esses três aspectos mutuamente que deverão ser conduzidas as políticas que permitirão a mudança. Em seu capítulo sobre o *Energy Trilemma*, Rinkinen e Shove (2019, p. 91) definem:

“The fact that the energy trilemma has become a powerful rhetorical device across policy and research is not surprising in that it is consistent with other prevalent policy discourses. For example, the three dimensions of the trilemma (security, affordability and low carbon supply) resonate with the suggestion that there are three pillars of sustainability – economic, social and environmental.” (Rinkinen e Shove, 2019, p. 91)

I.2. A Energia Solar e sua geração para o Setor Elétrico

Em meio a um cenário de transição para energias renováveis e eletrificação da demanda energética, a energia solar, atrelada ao setor elétrico, ganha importância.

A energia solar, foco desse trabalho, tem papel-chave nessa transição, liderando o crescimento na geração de energia renovável. Vale lembrar que para a energia solar alcançar esse nível de geração é preciso um volume enorme em capacidade instalada², já que é uma energia intermitente³. Em 2017, a energia solar fotovoltaica teve mais capacidade adicionada do que qualquer outra tecnologia de geração elétrica, mais do que tecnologias a base de combustíveis fósseis e nuclear combinadas, um total de 99 GW de capacidade conectada ao *grid* (IEA PVPS, 2019).

² O limite de produção do painel, ou seja, em momento algum a usina pode produzir mais do que aquilo.

³ Uma vez que a energia solar não é capaz de produzir durante grande parte do tempo (noite, por exemplo), ela é chamada intermitente. Com isso, ela requer mais capacidade instalada do que uma não intermitente para ser capaz de produzir o mesmo volume de energia

Esse grande crescimento se deve principalmente ao barateamento da tecnologia. Segundo Lazard (2017), a energia solar conseguiu alcançar um custo de produção (USD/MWh) menor do que usinas termelétricas a gás de ciclo combinado, usinas de carvão e usinas nucleares.

Acontece, porém, que não só o custo de produção do MWh importa para governos e *policy-makers* apostarem na tecnologia. O custo diz respeito ao fator acessibilidade do trilema e é comprovado que a energia solar é ambientalmente favorável. Mas e quanto à segurança do sistema? E quanto aos custos atrelados a isso? Precisa-se entender o sistema elétrico para compreender como conceitos como flexibilidade, lastro e intermitência influenciam o custo total do sistema elétrico.

O setor elétrico divide-se usualmente em três partes principais: geração, transmissão e distribuição. Na geração, transforma-se, por exemplo, o potencial hídrico, solar ou térmico em energia elétrica. Usualmente produz-se através de grandes usinas com capacidade instalada na ordem dos GWs, como Itaipu com 14GW (Itaipu, 2019), mas existe também a opção da Geração Distribuída, conforme será visto melhor no capítulo seguinte.

Após a geração, a energia é transmitida através de fios de alta tensão para os centros consumidores, no caso das usinas serem afastadas dos centros consumidores. Nessa etapa, de transmissão, carga é perdida conforme maior a distância a ser percorrida pela energia e menor a qualidade do sistema de transmissão (Hirota, 2006). Isso significa que existem dois custos notáveis nessa etapa: da perda de energia; e do próprio sistema de transmissão, com significativos custos de instalação e manutenção. Somente a transmissão custa cerca de 16% do custo de geração (Light, 2019). Esse é um primeiro momento que se vê que o custo da geração não diz tudo. Por exemplo, a Alemanha tem experiência de incentivar altamente a energia eólica *offshore* graças a seu custo de geração reduzido. Porém, os custos de transmissão, em especial da expansão do *grid* até as distantes fazendas marítimas, fez com que os incentivos e subsídios extrapolassem muito o esperado inicialmente pelo sistema *Feed-in-Premium*⁴ alemão (DIW Econ, 2019).

⁴ Feed-in-Premium (FiP) é um esquema de incentivo onde o governo paga um prêmio (definido em leilão) por unidade de energia produzida pela energia incentivada. No caso alemão, o FiP já foi zero em um leilão (governo não pagando nada), mas seguiu tendo gastos por ser responsável pela conexão de fazendas *offshore* ao *grid*.

Com a energia já nos centros consumidores, as distribuidoras, como a Light no Rio de Janeiro, distribuem-na e medem o consumo para efetiva cobrança.

Alguns autores também adicionam o varejo na cadeia de valor do setor elétrico (Richter, 2012). Em lugares em que o mercado de energia é chamado aberto, isto é, você pode decidir de quem compra a energia, as varejistas disponibilizam contratos de energia. No Texas, por exemplo, o consumidor de qualquer faixa de consumo pode garantir um contrato futuro de energia a um preço fixo. No Brasil, organizações com alto consumo energético (como na indústria de alumínio) podem fazer contratos mais complexos, comprando energia no chamado Ambiente de Contratação Livre (ACL). Nele, comercializadoras compram e vendem contratos de energia que variam, por exemplo, em flexibilidade, submercado, mínimo e máximo. Já os pequenos consumidores (até 5 MWh med) estão sujeitos às regras do Ambiente de Contratação Regulado (ACR) através da distribuidora local, tendo pouco a negociar. A parte de varejo na cadeia de valor também é vista como a parte administrativa que envolve comunicação e cobrança junto ao cliente final, mesmo se feita dentro de um mercado regulado.

Além disso, existem também os chamados serviços ancilares. Segundo a ANEEL (2019), eles são definidos como:

“Serviços ancilares são aqueles que complementam os serviços principais que, na segmentação brasileira, são caracterizados pela geração, transmissão, distribuição e comercialização. Estes serviços, em um sistema integrado como o brasileiro, se caracterizam por relações causa-efeito que afetam o sistema como um todo e que ultrapassam as fronteiras da área de abrangência das empresas e/ou dos serviços principais.” (ANEEL, 2019, p. 2)⁵

Esses serviços, em geral, servem principalmente para manter a estabilidade do sistema. Por exemplo, se em um dado momento alguma importante usina ou linha de transmissão tem alguma falha técnica impedindo de fornecer energia, é necessário que exista uma usina de partida rápida que possa suprir rapidamente a demanda por energia e não haja um *blackout* generalizado até que outra usina possa começar a entregar energia. Exemplo disso é o chamado *Fast Reserve*,

⁵ Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2006/010/contribuicao/inee_-_instituto_nacional_de_efici%C3%Aancia_energetica.pdf

contratado pela *NationalGrid*, do Reino Unido (*NationalGrid*, 2019). Esse serviço ancilar requer que o contratado comece a entregar energia em no máximo 2 minutos após a notificação, em contraste, uma usina térmica tem várias restrições para fornecer toda sua capacidade, como precisar de um mínimo de mais de quatro horas ligada (ou desligada) para começar a resfriar (ou a ligar) (Kagami, 2011).

A existência desse tipo de serviço está intimamente relacionada a necessidade de flexibilidade disponível no sistema. Ainda que existam fontes com flexibilidades extremamente baixas, como a nuclear, nem se comparam a inexistência de flexibilidade por parte fontes eólica e solar. Além disso, outros serviços nos apontam para a necessidade de lastro de energia, capacidade de entregar energia em certo momento, dado que houve aviso de demanda com suficiente antecedência. Do mesmo modo, as fontes solar e eólica perdem em muito comparado ao lastro de usinas térmicas e até hídricas de reservatório, que tem confiança quase certa de que podem entregar sua capacidade instalada, faça chuva, faça sol.

Ora, a expansão da geração através de energia solar traz necessidade do resto do sistema elétrico compensar sua falta de flexibilidade e estabilidade. Segundo Dragoon e Papaefthymiou (2016, p. 1), muitas são as medidas necessárias para “manter a estabilidade e confiabilidade [do sistema] enquanto contando com fontes variáveis de energia”. Essas medidas incluem políticas, mudanças técnicas e institucionais em variadas fases, o que torna mais complexo o caso pela energia solar.

I.3. Geração Distribuída

No subtópico acima, vê-se que a energia solar ocupa um espaço importante na transição energética, e a geração ocupa uma posição importante no sistema elétrico. A geração pode vir nas formas centralizada e distribuída.

A Geração Distribuída (GD) normalmente se caracteriza por pequenas unidades produtoras, dentro dos centros consumidores e para consumo local ou próprio, contrastando com grandes unidades, em instalações dedicadas e distantes do centro consumidor.

Enquanto a GD de energia eólica é mais frequentemente concentrada, a GD de energia solar tem ambos as modalidades como comuns. Na China, fazenda

solares tem ganhado proporções gigantescas, passando da marca dos 1.000 MW de capacidade⁶. O Egito anunciou recentemente o início da construção da maior fazenda solar do mundo: um complexo com 1.800 MW de capacidade⁷.

Pepermans *et al.* (2005) e Ackermann *et al.* (2001) definem GD como a geração a partir de sistemas de potência reduzida e sem necessidade de linhas de transmissão (por estarem próximas ao consumo). A definição do que se inclui como “potência reduzida” varia de acordo com a legislação do país.

Por um lado o avanço de GD solar torna a matriz mais limpa. Além disso, ela reduz os custos associados à transmissão e facilita o investimento no setor elétrico, possibilitando a entrada de residentes investindo em seus painéis solares.

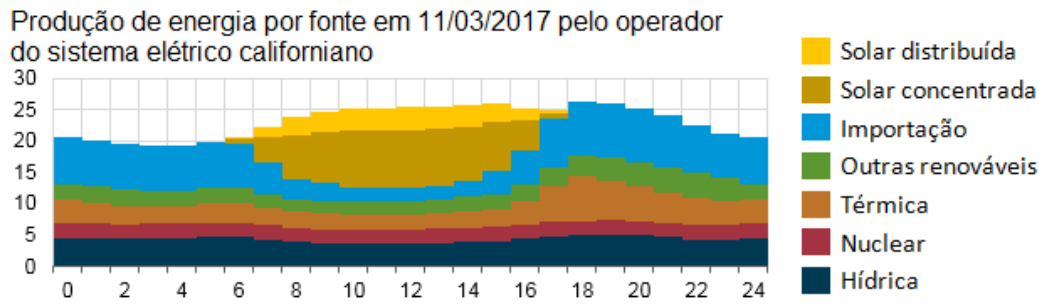
Outro ponto a favor da GD está na menor ociosidade após uma expansão de um sistema rico nesse tipo de geração. Acontece que no momento em que o sistema está chegando a sua capacidade e se faz um grande investimento em geração centralizada (com grande capacidade), a capacidade aumenta muito repentinamente, dando espaço a ociosidade excessiva. Por outro lado, ao fazer uma expansão com plantas menores pode-se expandir o sistema de maneira mais gradual, acompanhando com mais precisão as mudanças da demanda energética (Hoff *et al.*, 1996).

Por outro lado, muita capacidade de energia solar não traz a segurança necessária para o sistema, sendo necessário muitas vezes complementar com mais ainda de energia poluente, como de térmicas. Mesmo que a energia solar tenha seu pico de produção coincidindo com horários de alta demanda, nem sempre ela tem condições para fornecer essa energia. Isso porque durante um dia muito nublado, as placas fotovoltaicas não produzem energia suficiente e se faz necessária alternativa. Porém, em lugares abundantes em produção de energia solar, os dias ensolarados causam produção tamanha capaz de conduzir o preço ao negativo, onde a legislação permite uma diferenciação horária e preços negativos. Vê-se isto nas figuras 2 e 3: no momento em que a energia solar passa a ser produzida (às 7 horas, aproximadamente, com o nascer do sol – Figura 2), os preços diminuem a ponto de atingir preços negativos (Figura 3, aproximadamente das 7 horas às 15 horas).

⁶ Veja <https://smartcitylaguna.com.br/conheca-a-fazenda-flutuante-de-energia-solar/>

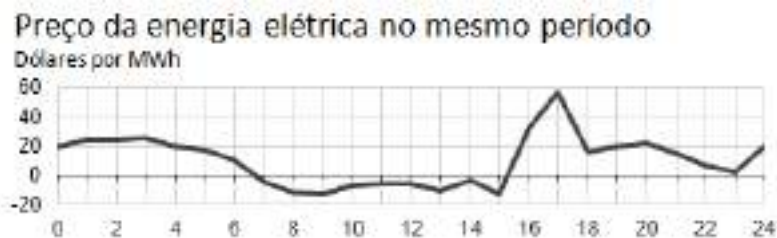
⁷ Veja <https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2019/03/egito-constroi-em-pleno-deserto-maior-fazenda-solar-mundo/35758>

Figura 3 Produção de energia por fonte ao longo do dia



Fonte: US EIA, 2017.

Figura 4 Preço da energia elétrica ao longo do dia



Fonte: US EIA, 2017.

Graças a grande variabilidade das fontes eólica, solar e hídrica a fio d'água (hídrica sem reservatório de água relevante, como o caso de diversas CGHs) (ABRA PCH, 2019), elas não são capazes de dar segurança ao sistema e requerem lastro e serviços ancilares, como Energias de Reserva.

I.4. Modelos de Negócio

Com tantas vantagens e desafios a serem explorados na área de Geração Distribuída Solar, empreendedores têm buscado alternativas para melhor explorar essa oportunidade. Por isso, os modelos de negócio existentes são diversos, como serão apresentadas no capítulo a seguir.

I.4.1 Conceito de Modelo de Negócio

O conceito de modelo de negócios se difundiu com o desenvolvimento da tecnologia da informação e da internet (Pateli e Giaglis, 2003). Ainda que não haja

um único conceito que possa definir o termo, ele tem funções próprias e comuns as diferentes visões: articula a proposta de valor que é oferecida para um público-alvo particular, através de um modo específico de entrega de valor e relacionamento.

Segundo Martins *et al.* (2019, p. 51)⁸, “o objetivo de criar um modelo de negócio foi de auxiliar a compreender, descrever ou prever como as organizações funcionam em suas atividades de oferta de produtos e na obtenção de um retorno financeiro sustentável”. Logo, essa ferramenta será útil em no objetivo de melhor compreender as maneiras pelas quais se pode entregar serviços e produtos relativos a geração distribuída solar.

Essas funções, e algumas outras, se fazem claramente presentes na ferramenta conhecida por *Business Model Canvas*. Ele consiste em um quadro com nove quadrantes, chamados *building blocks*. Cada um deles deve ser completado com informações relevantes para a plena definição de um modelo de negócios. Começa-se preenchendo o quadrante do meio, da Proposta de Valor, com qual valor será entregue ao cliente, que é definido em seguida em Seguidores de Clientes. Entre esses dois, tem-se dois quadrantes menores, que apontaram para qual tipo de relacionamento se terá com os clientes (Relacionamento com Clientes) e através de quais canais se entregará o valor, seja produto ou serviço (Canais). Também discrimina Parceiros Principais, Atividades-Chave, Recursos-Chave, Estrutura de Custos e Fonte de Receitas.

Essa ferramenta foi popularizada por Osterwalder e Pigneur (2010), através de seu livro *Business Model Generation: Inovação em Modelos de Negócios*. Não só apresentam a base explanada no parágrafo anterior, como também dividem o *Canvas* em macroáreas foco, baseado em diferentes modelos de negócio típicos. Além disso, a ferramenta é usada para inúmeros trabalhos em análises de negócios. Muitos dos artigos que serão citados adiante utilizaram essa ferramenta como base para suas pesquisas.

I.4.2 Importância dos modelos de negócio na transição energética

Ao mesmo tempo em que muito se fala na transição energética, como ela deve acontecer e suas implicações, menos tem se debatido sobre os modelos

⁸ Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/cebape/v17n1/pt_1679-3951-cebape-17-01-49.pdf, página 2 deste documento.

capazes de efetivar esse processo. Porém, os modelos de negócios podem dar forma às mudanças.

Por exemplo, há muito tempo já se fala da possibilidade de carros autônomos, onde o carro faria um trajeto sem precisar ser dirigido por um ser humano. Porém, um carro do tipo poderia ser inicialmente caro demais para estar na garagem de alguém que faz um trajeto simples de ida e volta para o trabalho durante a semana. Porém, com modelos de negócios da economia colaborativa, esse carro pode ser compartilhado e financiado por um investidor. É basicamente essa a ideia da Uber em investir em carros autônomos: ela paga pelo carro e muitos podem ter acesso. Sem esse modelo de negócios, a entrada dos carros autônomos poderia requerer um grande investimento de quem fosse comprar o carro para ser usado muito pouco, gerando menos valor. Assim, vê-se um exemplo claro em que a construção de modelos de negócios acelera e/ou viabiliza uma transição ou avanço tecnológico já esperado há muito tempo.

Da mesma forma, no desenvolvimento da Geração Distribuída, existem desafios importantes a serem superados. Eles tem sido muitas vezes endereçados com modelos de negócios inovadores.

Um desses desafios, por exemplo, é que painéis solares podem representar um investimento inicial alto demais para um ganho que compense ao longo de muitos anos. A pessoa comum pode ter dificuldade de ter uma visão de longo prazo ou até mesmo clareza de ter a clareza de que o retorno ao investimento irá se materializar. Por isso, empresas tem oferecido a instalação dos painéis sem custo inicial, tomando para si o custo de compra dos painéis e instalação.

Outro exemplo interessante trata da disponibilidade. A energia solar não pode ser “guardada para depois”, ela precisa ser transformada em energia elétrica naquele mesmo momento. Isso traz o desafio de como usufruir dessa energia caso não esteja consumindo-a em sua totalidade naquele instante. Para isso, há quem transforme a energia solar em reserva de energia na forma de baterias e até mesmo de reserva de água em usinas hidrelétricas. Este conceito, de guardar energia como água, é razoavelmente difundido no Brasil, sendo presente nas usinas hidrelétricas reversíveis⁹ e em relações entre térmicas e hídricas¹⁰.

⁹ As usinas hidrelétricas reversíveis são aquelas em que é possível reverter o fluxo da água, bombeando-a para acima das turbinas (momento em que a energia é usada). Fica-se então com água como potencial, e quando deseja-se gerar a energia, permite-se que a água siga a gravidade.

Em suma, assim como no caso no caso dos veículos autônomos, a Geração Distribuída Solar apresenta diversos desafios que podem ser bem endereçados pelos diversos modelos de negócios possíveis.

I.5 Considerações Finais

A maioria dos especialistas indica grande importância para as fontes renováveis na transição energética global. Para que essas fontes ganhem espaço, diversas barreiras e desafios precisam ser superados. Muitos destes podem ser mitigados com a ajuda de modelos de negócios inovadores e eficientes.

As rápidas mudanças em alguns estados norte-americanos para uma matriz mais intensa em energia solar têm clara base em modelos de negócios que permitem ao mercado investirem na geração de energia limpa. Essas mudanças, porém, não seriam possíveis sem, no mínimo, uma regulação permissiva.

Até mesmo as decisões de incentivos por parte dos órgãos reguladores precisam ter essa clareza. Certas decisões beneficiam um modelo em detrimento de outro, e essa decisão pode afetar positiva ou negativamente a sociedade.

Como exemplo, pode-se citar o caso de Anya Schoolman e a cooperativa *Mt. Pleasant Solar*. A analista de políticas ambientais tinha projetos de viabilizar a transição através de um modelo *share-based community-owned*¹¹, porém não havia regulação e legislação vigente que a permitisse executar os pormenores de sua ideia de negócios. Porém, expondo a realidade e a viabilidade de seus planos à cidade, ela conseguiu apoio e aprovação da sua pasta. Assim, seu projeto alcançou sucesso em reduzir custos de transação (Hess, 2013).

Esse e outros exemplos mostram a importância de entender melhor as características de cada modelo de negócios. Através dessa compreensão, podem-se fazer escolhas de políticas mais eficientes e embasadas, escolhendo quais são benéficos para a situação específica da região.

¹⁰ Usinas termelétricas podem, por contrato, ter que despachar certa quantidade de energia quando acionadas. Algumas têm a opção de despachar no lugar de despachar uma hidrelétrica (quando o preço do gás estiver mais barato, por exemplo) . Assim, essa energia fica como crédito, guardado como a água acima das turbinas da usina hidrelétrica.

¹¹ Esse conceito será melhor desenvolvido no tópico II.1.2.

CAPÍTULO II: MODELOS DE NEGÓCIO PARA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

II.1. Modelos de Negócio em Energia Solar

Todas as empresas operam diferente em um ou outro aspecto. Porém, são as questões chave a cada indústria e segmento que diferem um modelo de negócio de outro, e baseado nestas é que se pode afirmar que de fato são empresas que operam em modelos realmente diferentes.

Alguns autores, como Hamwi e Lizarralde (2017) e Veliminet (2016) sugerem que variados critérios podem ser usados para dividir os modelos de negócios. Por exemplo, pode-se falar de diferentes modelos de negócios baseado na aplicação de GD (Veliminet, 2016). Porém o mais comum é diferenciar com base na propriedade do sistema gerador, assim é feito em Hamwi e Lizarralde (2017), Veliminet (2016), Horváth e Szabó (2018), (Zhang, 2016), (Huijben *et al.*, 2013) e (Frantzis *et al.*, 2008). Esses autores utilizam o critério de *ownership* como o mais importante, e dentro de cada categoria usam o modo de operar mais comum como base para suas análises. Desta forma, segue também o presente trabalho. A seguir, melhor desenvolve-se cada modelo, apontando suas peculiaridades e variações comuns.

II.1.1. Propriedade do consumidor

No Brasil e no mundo, o modelo de expansão de GD solar fotovoltaica mais frequente consiste simplesmente em um consumidor tomando interesse pelo assunto e decidindo instalar painéis solares em seu imóvel. Em geral, contrata uma empresa especializada que irá instalar os painéis, fazer os ajustes no sistema de medição e andar com os trâmites legais necessários para regular o sistema junto à distribuidora ou o operador do sistema.

Nesse modelo, o próprio consumidor financia o investimento e avalia seu valor e retorno. Essa avaliação não inclui somente termos pecuniários, mas consumidores frequentemente consideram também maior independência do sistema elétrico e preocupações com o meio ambiente como fatores importantes na decisão (Frantzis, Graham e Sawyer, 2008).

Manutenção, reparos e consultoria são outras fontes de faturamento importantes para empresas que operam nesse modelo (Horváth e Szabó, 2018).

Esses serviços são preferencialmente feitos pela empresa que instalou, mas podem envolver terceiros.

Um aspecto importante para esse modelo é a forma com a qual o consumidor se financia. Em muitos países, como Alemanha e Estados Unidos, é possível conseguir um financiamento com taxas significativamente abaixo do mercado para tal investimento. Um financiamento de longo prazo pode ser a grande diferença entre observar ganhos desde o primeiro ano ou ter que esperar até uma década para recuperar-se o dinheiro investido (EnergySage, 2018).

II.1.2. Propriedade da comunidade

Esse modelo aparece na literatura com diversos nomes, como Solar Compartilhado, Comunidade Solar, *Community-Shared* e propriedade da comunidade. Envolve múltiplos consumidores consorciados que juntos investem nos painéis e usufruem proporcionalmente do desconto na conta de luz. Os primeiros projetos desse modelo começaram em 2006, nos EUA.

Esse sistema permite que os consumidores invistam e ganhem os benefícios de painéis solares mesmo que suas residências sejam inapropriadas para recebê-los, o que é muito frequente. Moradores de aluguel ou de apartamentos normalmente não podem instalá-los por si só. Além disso, mesmo em casas, o telhado pode ser antigo e frágil demais para suportar a instalação, de difícil acesso ou com excesso de sombra. Por isso, o modelo *community-solar* abre a possibilidade de investir em solar para muitos que antes não tinham essa oportunidade. *Community Solar Market Outlook* (2015) estima que cerca de 80% dos lares americanos não podem instalar seus próprios painéis.

Outro benefício é a flexibilidade (Oliphant, 2012). Com uma vida útil dos painéis podendo ultrapassar os 20 anos e a população mudando de casa cada vez com mais frequência, se desfazer do sistema instalado em sua residência pode ser uma preocupação. Um sistema instalado em casa pode não valorizar tanto o imóvel e requereria um gasto caso quisesse movê-lo para a nova residência. Já no caso de *community solar*, pode haver a possibilidade de vender o benefício com a propriedade ou separadamente. Além disso, os créditos ainda podem acompanhar caso a mudança de residência ocorra dentro do mesmo território servido pelo projeto (Horváth e Szabó, 2018).

Além disso, a fazenda ser mais concentrada (tendo, por exemplo, o equivalente ao que seria instalado em 50 casas diferentes) diminui custos como manutenção e instalação. Por outro lado, dependendo da distância pode existir algum custo de transmissão. O fato de precisar passar pelo *grid* (rede de distribuição) pode trazer à tona questões regulatórias, pois acaba tendo o mesmo perfil de energia comercializada no mercado livre, e como se sabe, nem todos os consumidores têm direito a acessá-lo. Nem todo projeto desse tipo precisa passar pelo *grid*. Em casos de condomínios solares onde os painéis são instalados no terraço do prédio e servem aos moradores do prédio, a energia só passa pela fiação do próprio prédio.

Além disso, um sistema compartilhado desse tipo é capaz de se proteger contra algumas ameaças de cunho regulatório. Em um modelo compartilhado como esse, pode-se ter muitos consumidores para um número menor de painéis por consumidor, assim a produção de energia pode ser toda consumida pelos moradores durante o período de sol, sem necessidade de um sistema de *net metering*. Isso significa uma grande redução em nesse importante risco associado ao *net metering*¹².

II.1.3. Propriedade de terceiros (*Third-party Ownership* ou TPO)

De modo simples, pode-se definir esse modelo como aquele em que os beneficiários e/ou consumidores da energia não tem propriedade sobre o sistema gerador (Hujibeng e Verbong, 2012). Nos dois casos anteriores, quem consome tem algum direito de propriedade, seja total através da compra do sistema, seja através de quotas dentro de um sistema comunitário. No caso *host-owned*, o consumidor tem a posse, o usufruto e a propriedade. No caso *community-owned*, o consumidor tem usufruto e propriedade. No *Third-Party Ownership* (TPO), o consumidor paga pelo usufruto e/ou posse.

Esse modelo está presente no mundo desde, pelo menos, 2005. Existe em diversos países como EUA, Holanda, Dinamarca, China e Alemanha, entre outros (Horváth e Szabó, 2018).

¹² No tópico II.2.1, esse risco será melhor desenvolvido, citando um caso no qual uma mudança no *net metering* teve grande impacto no mercado

Como o consumidor não tem a propriedade do sistema gerador, ele não precisa incorrer em custos iniciais. Assim, uma enorme barreira financeira é trespassada, e nisso consistiu o maior benefício desse modelo. Graças a isso, ela alcançou novas demografias, em especial grupos mais jovens, menos educados e ricos (Drury *et al.*, 2012) e atingiu mais de 70% do mercado solar residencial nos EUA (Horváth e Szabó, 2018).

Esse modelo, pouco conhecido no Brasil, mostra claramente seu valor e importância ao ter alcançado tão grande expressão no mercado residencial estadunidense e vencer uma barreira tão presente quanto a do alto investimento inicial. Por isso, faz-se necessário esmiuçar um pouco mais suas nuances.

O cerne desse modelo está na possibilidade do consumidor não precisar assumir grandes riscos e ter ganhos já no primeiro mês. Outros modelos já permitiam um ou outro desses benefícios, mas sem uni-los. Um consumidor que comprasse painéis com um financiamento de longo prazo poderia ter uma redução nos seus gastos no primeiro mês, mas seguia com um risco de sua economia na conta não conseguir pagar todo o financiamento caso houvesse alguma mudança. Sem se preocupar com longos tempos de *payback*¹³, os consumidores podem fazer a transição para a energia solar com menos preocupação (Hobbs *et al.*, 2013)

Outro grande motivo da impulsão do TPO reside na possibilidade de investimentos por terceiros nos painéis residenciais. Através das chamadas *solar bonds*¹⁴, as empresas que oferecem o modelo TPO podem captar recursos para assumir os custos de instalação repartindo com os investidores os fluxos provenientes do serviço.

O serviço ao consumidor final pode vir de duas diferentes formas principais: aluguel ou *Power Purchase Agreement* (PPA).

No caso de aluguel (modelo *leasing*), o consumidor participa de um contrato de longo prazo para o aluguel daqueles equipamentos. Nesse caso, é ele quem assume riscos meteorológicos, ou mudanças na regulação no curto prazo. É legalmente mais simples de se operar, por se tratar tão somente de aluguel de

¹³ *Payback* é uma métrica de investimento que mede o tempo até receber de volta todo o investimento. Segundo Hobbs *et al.* (2013), esse tempo (*payback*) pode ser superior a oito anos para esse tipo de investimento.

¹⁴ *Solar Bonds* são títulos vendidos por empresas; elas remuneram seus investidores através das receitas com o aluguel dos painéis ou venda da energia; são protegidas por ativos como os contratos de venda de energia ou pelos painéis solares. Cf. <https://www.solarbonds.ca/about-investing/how-it-works>

equipamento, ao contrário do caso alternativo (PPA), em que existe venda de eletricidade, altamente regulado. Segundo Szabó (2018), essa é a solução predominante onde PPAs não são permitidos.

Alternativamente, existe o TPO via PPA. Esse modelo, segundo a Associação das Indústrias de Energia Solar dos Estados Unidos (SEIA, 2018)¹⁵:

“A solar power purchase agreement (PPA) is a financial agreement where a developer arranges for the design, permitting, financing and installation of a solar energy system on a customer’s property at little to no cost. The developer sells the power generated to the host customer at a fixed rate that is typically lower than the local utility’s retail rate. This lower electricity price serves to offset the customer’s purchase of electricity from the grid while the developer receives the income from these sales of electricity as well as any tax credits and other incentives generated from the system.”

Vale ressaltar o papel de alguns dos participantes do esquema citado acima. Existe então um “*developer*”, que é a empresa que fornece o PPA. Ela instala os painéis, vendendo a energia e cobrando por ela uma taxa fixa menor do que a da empresa de *utility* (distribuidora). A distribuidora recebe a energia produzida não consumida (gerando créditos ao produtor) e fornece energia no momento em que não está produzindo. O consumidor se beneficia de preços mais baixos de eletricidade, e paga conforme usar.

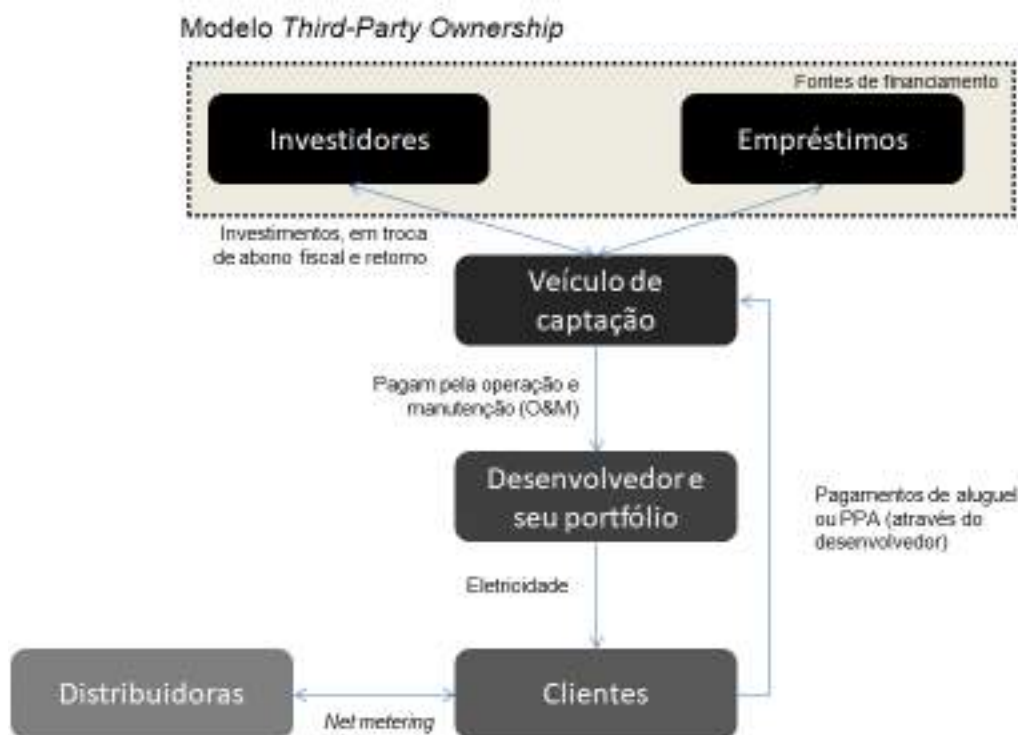
Um quarto participante são as instituições que financiam essa expansão. Através das emissões das chamadas *solar bonds*, muitas empresas investiram seu dinheiro nesse negócio. Ao investir no setor frequentemente incentivado, essas empresas frequentemente conseguem se beneficiar de incentivos fiscais. Foi o caso da Google em 2015. A gigante da tecnologia investiu 300 milhões de dólares, metade do fundo criado pela SolarCity naquele ano. Com isso, a Google pode reivindicar créditos para os impostos federais dos EUA de 30% do projeto, tornando esse investimento extremamente atrativo (Reuters, 2015).

Esse exemplo nos mostra que não só de pagamentos mensais dos clientes vivem os desenvolvedores de tais projetos. Os incentivos fiscais dos quais eles conseguem se beneficiar formam importante parte da equação ao redor do mundo. Além dos incentivos fiscais, também pode existir uma receita vinda da venda dos

¹⁵ Extraído do site da SEIA. Disponível em: <https://www.seia.org/research-resources/solar-power-purchase-agreements>

Certificados de Energia Renovável (REC, na sigla em inglês) (Horváth e Szabó, 2018). Esses certificados formam parte muito importante do esquema inglês de incentivo a energia renovável, e também existem nos Estados Unidos, sob o *Renewable Portfolio Standard*. Ao gerar energia renovável, o gerador recebe esse certificado, que pode ser vendido para as distribuidoras em mercado específico para isso. As distribuidoras precisam ter certa porcentagem da energia que elas vendem como energia renovável. Como elas não são geradoras, para cumprir com esse requisito precisam comprar os certificados de quem gera a energia, dando uma receita extra para os desenvolvedores de projetos em energia renovável, como os de TPO solar. Veja a Figura 4, que esquematiza esse modelo.

Figura 5 Esquema do modelo Third-Party Ownership



16

Fonte: Zhang, 2016 e BNEF, 2012

II.2 TPO no mundo

¹⁶ Vale ressaltar que, na figura, o veículo de captação e o desenvolvedor são frequentemente o mesmo.

O modelo de negócios TPO apareceu inicialmente nos Estados Unidos com as empresas *MMA Renewable Ventures* e *SunEdison*. Primeiramente, focando em clientes comerciais e industriais e focando em *leasing*, essas empresas ultrapassaram a barreira da novidade, mostrando, ainda em 2005, que tinham um modelo viável. Assim, o modelo começou a se expandir para novos mercados.

Com o passar do tempo, o cenário do mercado de TPO se tornou diferente: majoritariamente residencial e por PPA. O modelo para grandes indústrias não traz vantagens que elas mesmas já não possam aproveitar ao comprar a energia de fazendo solares (ou de qualquer outra fonte) diretamente, como acontece até mesmo aqui no Brasil. O modelo que começou com aluguel, deu espaço aos PPAs (onde são permitidos) graças aos marcos regulatórios que foram sendo criados e permitindo tal tipo de contato. Eles têm a vantagem de serem mais claros para os clientes, que não incorrem em riscos meteorológicos e não precisam calcular quanta produção seria necessária para compensar o valor do aluguel dos painéis.

II.2.1 Estados Unidos

Nos EUA, o mercado residencial é dominado pelo modelo TPO. Em 2014, mais de 70% dos painéis instalados em residências eram de propriedade de terceiros. Essa porcentagem foi aumentando de 42% em 2011 até o pico de 72% em 2014. De lá pra cá, o avanço do modelo foi freado, graças à saturação de alguns mercados, como a Califórnia e Colorado (Chen *et al.*, 2016) e mudanças regulatórias.

O avanço é em boa parte atribuída ao sucesso da empresa SolarCity em captar recursos e tomar todo o processo para si. A empresa se responsabilizava por confirmação de viabilidade, design, financiamento e instalação. Esse sucesso em captar recursos se atribui a seus grandes e inúmeros parceiros: Meryll Lynch, Bank of America, Morgan Stanley, Citibank, entre outros. O acordo de financiamento junto ao Google, já citado anteriormente, é talvez o mais famoso (Zhang, 2016).

O mercado é concentrado, com 3 empresas dominando 73% da capacidade instalada dessa forma. A empresa SolarCity, líder do mercado até 2017, chegou a ter metade do mercado, mas descontinuou esse serviço após sua aquisição pela Tesla. A descontinuidade da oferta pela maior empresa do país trouxe questionamentos acerca do modelo e ajuda a explicar sua estagnação, além de

fazer a SolarCity perder sua liderança no modelo nos EUA (GreenTech Media, 2017).

Outro fator relevante na história do modelo nos EUA foi a saída de empresas como SolarCity e Sunrun, líderes no segmento nos EUA, de Nevada. Entre 2015 e 2016, a câmara decidiu mudar uma das regras do *net metering*, esquema em que o autogerador ganha créditos ao jogar no sistema energia no horário em que ele está produzindo energia, mas não consumindo toda ela. Ao incluir na conta o preço na hora do uso e diminuir o crédito por energia entregue, a nova legislação levou essas empresas a saírem do estado, fechando mais de mil postos de trabalho (Utility Dive, 2016).

Outro caso notável é o de Nova Jersey. Os desenvolvedores no modelo *third-party* tinham importante parte da sua receita prevista vinda da venda dos Certificados de Energia Renovável (SREC, na sigla em inglês). Segundo um grupo de consultores em energia, “as empresas podem se beneficiar de dezenas de milhares de dólares em receitas com os certificados – de longe a maior fonte de receita”. Graças a excesso de oferta, foi construído muito mais do que o mercado de SREC poderia comportar, causando uma queda no preço dos certificados, batendo um terço do valor inicial. Com o desabamento da mais importante fonte de receita, o modelo quebrou no estado de Nova Jersey.

Esses dois exemplos mostram o quão sensível o modelo pode ser, tanto por uma política de menos incentivo (com a parcial retirada do *net metering* em Nevada) quanto por uma de mais incentivo (como os certificados fazendo um crescimento acima do ideal em Jersey).

Graças ao caráter federalista do ordenamento jurídico estadunidense, cada estado tem liberdade para permitir ou proibir as variações desse modelo. O modelo de PPA tem sido liberado cada vez em mais estados, passando de 20 em 2011 (Exame, 2011) para 26 em 2016 (Chen e al., 2016). Nos estados onde o PPA é permitido, ele é preferido, enquanto na sua ausência, domina o modelo de *leasing*.

II.2.2 Europa

Segundo Overholm (2015), o modelo de TPO Solar tem crescido na Europa conforme os *FiTs* (*Feed-in Tariffs*) tem se tornado menos relevantes. Ele destaca a

recente evolução de diversas empresas na Alemanha, Reino Unido, Países Baixos e Bélgica, todas ganhando força a partir de 2015.

Uma que chama atenção é a Trianel & Conergy, uma fusão dessas duas empresas no de 2015 para oferecerem solar leasing para toda Europa. A entrada da Trianel é relevante pelo seu tamanho: a empresa em 2015 supria 6 milhões de lares na Áustria, Alemanha, Holanda e Suíça. Ela viu no modelo, um caminho do desenvolvimento do setor, e estimou que consumidores podem poupar até 9.000 euros ao longo do *lease*.

Nos últimos anos a Alemanha tem presenciado cada vez mais cortes aos incentivos a energia renovável. Não porque tem sido despriorizado, e sim porque certas tecnologias têm evoluído e sido capazes de se financiarem com menos incentivo. Como exemplo, pode-se ver um leilão de *feed-in-premium* com lance de zero para energia eólica *offshore*. Isso significa que houve quem participasse sem precisar desse esquema de incentivo que por tanto tempo foi essencial para a evolução do setor na Alemanha. No final de 2018, mais uma redução proposta: de 20% nos FiT para energia solar. Segundo (TPO), isso tem dado mais atratividade ao modelo TPO. Nas empresas alemãs em que existem o modelo TPO, é oferecido o modelo de aluguel.

II.2.3 Quadro-síntese

Tabela 1: Síntese do histórico do modelo TPO nos EUA e Europa.

Estados Unidos	Grande penetração de TPO no mercado residencial, superando os outros modelos. 70% do mercado em 2014.	Desenvolvimento inicial de <i>rooftop</i> ¹⁷ solar com incentivos fiscais variados	O modelo TPO se aproveitou dos incentivos fiscais (principalmente de ITC) para arrecadar investimentos.	Diminuição do crescimento após mudanças regulatórias prejudiciais para TPO, em especial os casos de Nevada e Nova Jersey.
Europa	Menor penetração dos que os outros. TPO se desenvolvendo depois do <i>boom</i>	Desenvolvimento inicial com <i>Feed-in-Tariffs</i>	Modelo TPO começou a ganhar força depois da redução nos esquemas FiT (em torno de 2015)	Maior crescimento entre 2010 e 2012, liderado pelo FiTs alemão e italiano. Diminuição do crescimento

¹⁷ Isto é, do mercado de energia solar instalado em residências (não concentrada em fazendas solares)

	do mercado solar europeu	(FiT)		conforme redução dos FiTs.
--	--------------------------	-------	--	----------------------------

Estados Unidos	>7GWp de capacidade instalada	Início em 2006, ganhando força em torno de 2012
Europa	Dados indisponíveis	Início em 2011, ganhando força em torno de 2015

Fonte: elaborado pelo autor.

CAPÍTULO III: O POTENCIAL DO MODELO TPO NO BRASIL

O presente capítulo irá estudar o caso do modelo TPO no Brasil. Para tal, será apresentado o setor energético brasileiro, com seus aspectos regulatórios, o mercado de GD e os modelos de negócios em energia solar mais difundidos. Assim, vendo quais modelos têm prosperado e quais não, serão apresentadas medidas que podem auxiliar no desenvolvimento do modelo TPO, bem como as forças e fraquezas do Brasil para tal.

III.1 Setor Energético Brasileiro: Contratação de Energia Elétrica

O mercado brasileiro de contratação de energia elétrica é dividido em dois ambientes: Ambiente de Contratação Livre (ACL) e Regulado (ACR). O ACL é exclusivo para consumidores com pelo menos 500kW de consumo, mínimo exigido para se tornar “consumidor especial”. Estes que podem contratar energia incentivada no mercado livre. Os “consumidores livres” tem pelo menos 3.000kW de demanda mínima e podem contratar energia de fontes tanto convencional quanto incentivada. Entre as fontes incentivadas está a energia solar. Mais adiante, será apresentada a Consulta Pública 33 (CP-33) e a possibilidade de abertura desse mercado.

Porém, mesmo para os clientes dentro dessa faixa, a transição pode ser complexa. Isso porque o trâmite demora, dificultando o esforço de vendas das comercializadoras que buscam trazer clientes a esse novo mercado. As distribuidoras normalmente têm contratos de renovação anuais automáticos, e exigem um aviso com seis meses de antecedência para a não renovação automática. Em suma, um cliente pode precisar esperar entre 6 e 18 meses para poder fazer a transição entre os mercados. As comercializadoras, em geral, acabam focando seu esforço de vendas nos clientes que já participam do ACL.

Do ambiente de contratação regulado (ACR, também chamado cativo) participam todos os consumidores restantes. Esses não tem ingerência no preço, simplesmente recebem a conta da distribuidora. Isso não os impede, é claro, de instalarem suas próprias fontes de energia e consumirem.

A energia é fornecida ao ACR através das empresas contratadas em leilões de energia promovidos pela CCEE, sob delegação da ANEEL.

Uma variável importante para a remuneração dessas empresas é o Preço de Liquidação de Diferenças (PLD). Ainda que o sistema brasileiro seja integrado nacionalmente (chamado SIN), o PLD é determinado para cada um dos quatro submercados brasileiros (subdivisões do sistema interligado nacional) e semanalmente. Segundo a CCEE, ele “é utilizado para valorar os montantes liquidados no Mercado de Curto Prazo”. Assim, o PLD determina se uma usina termelétrica irá ou não despachar.

Importante ressaltar que o PLD então tem um mínimo e máximo semanal. Em outros mercados no mundo, o preço de liquidação da energia pode variar de hora em hora, com se viu na Figura 3, que mostrava os preços da energia na Califórnia com grandes variações dentro de um mesmo dia.

O cálculo do PLD está intimamente relacionado à matriz energética brasileira. De acordo com a CCEE (2019), calcula-se o PLD com o:

*“objetivo encontrar a solução ótima de equilíbrio entre o benefício presente do uso da água e o benefício futuro de seu armazenamento, medido em termos da economia esperada dos combustíveis das usinas termelétricas.”*¹⁸

(CCEE, 2019)

Isso aponta diretamente para a proeminência da hidroeletricidade na matriz brasileira, que corresponde a cerca de 65% da geração de energia elétrica no país. Tal proeminência pode ser extremamente benéfica para a evolução da energia solar. Segundo a EPE (Documento de Apoio ao PNE 2050, 2018, p.5)¹⁹, as usinas hidrelétricas *“podem promover o desenvolvimento de outras fontes renováveis variáveis, devido a sua capacidade de armazenamento e de resposta rápida às flutuações entre oferta e demanda.”* Uma fonte energética que tem alta flexibilidade e capacidade de armazenamento é valiosa para tornar mais baratas fontes intermitentes como eólica e solar, dissolvendo os riscos associados à intermitência. Isso significa que aqueles problemas associados a lastro e flexibilidade, aos quais

¹⁸ Disponível em: ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/precos

¹⁹ Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Considera%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20a%20Expans%C3%A3o%20Hidrel%C3%A9trica%20nos%20Estudos%20de%20Planejamento%20Energ%C3%A9tico%20de%20Longo%20Prazo.pdf>, página 5

abordou o primeiro capítulo, são mitigados graças à predominância de fontes hídricas (com reservatório) na matriz brasileira.

III.2 Aspectos Legais e Regulatórios sobre Geração Distribuída no Brasil

O setor elétrico brasileiro segue o modelo acima explanado de acordo com a regulação de três órgãos principais: MME (Ministério de Minas e Energia do Brasil); ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e a EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Um importante órgão também na parte de comercialização é a CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica).

Esses órgãos respondem ao MME, cujo objetivo maior no setor é manter o equilíbrio entre oferta e demanda de energia no país, em especial, evitar um *blackout*. É o MME que publica consultas públicas como a CP-33 e institui programas de incentivo como o PROINFA.

A ANEEL é uma autarquia vinculada ao MME. Ela regula, fiscaliza e arbitra entre os participantes do mercado energético, implementa políticas, estabelece tarifas e outorga concessões, entre outras atividades. Enquanto isso a EPE estuda e pesquisa o setor elétrico para embasar o planejamento energético, papel semelhante ao que a Cepel (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica) fornece a Eletrobras. Já a CCEE é “responsável pela operação do mercado de energia elétrica no Brasil” (CCEE, 2019). Por “operação” deve-se entender que ela tem atribuições importantes como realizar os leilões do ACR, fazer gestão de contratos dos dois ambientes de contratação e implantar regras da comercialização.

As ações desses órgãos, com suas interdependências, acabam culminando no Plano Nacional de Energia (PNE), publicado pelo EPE/MME. De acordo com os planejamentos, os órgãos decidem pelos leilões e programas que precisarão promover para atingir os objetivos. Esse é o pano de fundo teórico da criação de programas de incentivo.

Tabela 2: Instituições públicas do setor de energia e eletricidade

Agência	Responsabilidade Legal
Ministério de Minas e Energia	Implementar as políticas de energia
Agência Nacional de Energia Elétrica	Regular e fiscalizar a geração de

	energia elétrica
Empresa de Pesquisa Energética	Oferecer serviços na área de estudo e pesquisa para servir ao planejamento do setor energético
Câmara de Comercialização de Energia Elétrica	Operar o mercado de energia elétrica no Brasil

Fonte: Mathias e Mathias, 2015

<http://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/55067a3114800.pdf>

Em 2002, foi criado o primeiro programa de incentivo às energias renováveis no Brasil, o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas) através da Lei de nº 10.438/2002, entrando em vigor no ano seguinte. O programa foi capaz de incentivar bem a fonte eólica: uma década após o início do programa, o Brasil já contava com 3,47GW de capacidade instalada de energia eólica, representando 72,5% da América Latina e Caribe (GWEC, 2014). Foi o começo do avanço das energias renováveis no Brasil.

Em 2012, a ANEEL passou a resolução de nº 482, criando, entre outros, o mecanismo de *net metering*, permitindo que a unidade produtora-consumidora fosse compensada pela energia produzida sem consumo imediato e enviada de volta a rede. Essa resolução permitiu também que o consumo fosse feito em outra unidade consumidora inscrita sob o mesmo CPF ou CNPJ, abrindo portas para empresas com múltiplas unidades, mas consumo inferior em cada uma delas:

“III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade da unidade consumidora onde os créditos foram gerados, desde que possua o mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Cadastro de Pessoa Jurídica (CNPJ) junto ao Ministério da Fazenda.” (ANEEL, Resolução Normativa nº482/2012, 2012)

A seguir então, houve um período onde se buscava entender com o mercado como cada artigo estava sendo recebido. De fato, até hoje essa resolução normativa continua a ser repensada, como se pode ver através da nova consulta pública CP

010/2018 da ANEEL, cujo objeto é aprimorar regras estabelecidas nessa resolução normativa n 482/2012.

Em 2015, através da RN nº 687/2015 as definições de microgeração e minigeração foram atualizadas, o prazo para o uso da energia excedente ficou maior e as modalidades de consumo aceitáveis foram ampliadas, permitindo, por exemplo, o autoconsumo remoto. Outro grande avanço foi um procedimento de transição simplificado, com formulários padronizados e prazo para conexão de novas usinas reduzido em 58%.

Nesse período, vê-se um aumento muito significativo no número de novas conexões: de 277 em 2014, para 1406 em 2015, e para 5973 em 2016 (MME, 2016). Com crescimento médio anual de mais de 350% pode-se inferir que o mercado recebeu muito bem as mudanças. Ainda que de fato o tenha, outro ponto crucial faz parte dessa mudança: o Pro-GD.

O Programa de Desenvolvimento de Geração Distribuída de Energia Elétrica (Pro-GD) do MME foi lançado em dezembro de 2015 e trouxe benefícios essenciais para o avanço da GD no Brasil, em especial: i) apoio do BNDES (autorizado a apoiar com taxas diferenciadas certos projetos de geração distribuída); ii) isenção do ICMS sobre a energia produzida (pagando apenas sobre o que utilizarem do sistema); iii) isenção do PIS/Cofins sobre energia injetada e não compensada; iv) e redução do imposto de importação sobre bens de capital para a indústria de equipamentos fotovoltaicos.

Esse apoio do BNDES sofreu alterações com o passar do tempo, de acordo com as decisões do banco. O programa de incentivo Pro-GD autoriza as taxas diferenciadas sem as definir. Em junho de 2018, o BNDES mudou as regras sobre investimento em energia solar. As novas regras abarcam pessoas físicas; anteriormente supria apenas a pessoas jurídicas.

Essas novas regras dão importante suporte, ao abaixar o custo final de capital para 4,03% ao ano. O capital provém do Fundo Clima e permite financiar até 80% dos itens apoiáveis, com essa taxa para pessoas físicas e jurídicas com até R\$ 90 milhões de renda. Os itens financiados devem ser novos e nacionais, cadastrados no Credenciamento de Fornecedores Informatizados (CFI) do BNDES, e incluem itens como sistemas geradores fotovoltaicos, inversores e conversores, que formam boa parte do material necessário para montar um sistema desse tipo.

Algumas importantes mudanças nessa regulação que se pode esperar foram sinalizadas pela Consulta Pública 33, realizada pelo MME. O Ministério consultou as partes interessadas da sociedade a cerca de mudanças pretendidas e a forma com a qual se atuará.

A abertura do mercado poderia permitir, por exemplo, que consumidores residenciais de pequeno consumo comprassem através de contratos na CCEE (conforme acontece hoje no ACL) energia produzida por um vizinho (mesmo que com um intermediário). Tal abertura poderia abrir o leque de opções de modelos de negócios no Brasil de forma ainda não plenamente explorada.

Outro ponto importante da CP-33 foi a possibilidade de separação de lastro e energia. Atualmente, o modelo de remuneração nos leilões de energia da ANEEL não discriminam esses dois importantes fatores, ambos são contratados por encargo. Porém, propõe-se contratar a energia livremente.

“IV maior participação do ambiente livre no custeio da expansão do sistema, questão para a qual emergem várias contribuições com a ideia da separação de lastro – contratado por encargo – e energia – contratada livremente” (CP 33, artigo quarto - MME, 2017)

Tabela 3: Quadro da legislação brasileira de geração distribuída solar.

Resolução/Programa/Consulta	Descrição
PROINFA	Programa destinado a promover a expansão da geração distribuída de energias renováveis e diversificar as fontes primárias de eletricidade
Resolução Normativa 482/2012	Resolução que criou regras quanto à geração distribuída, entra elas, o esquema de <i>net metering</i> e autoconsumo remoto.
Resolução Normativa 687/2015	Resolução que expandiu as regras da RN482/2012, aumentou o tempo de compensação do <i>net metering</i> , permitiu novas modalidades de geração. Permitiu o aluguel de placas solares, mas proibiu a remuneração delas em termos de unidade de energia (art. 6-A)

Pro-GD	Programa de incentivo a geração distribuída, com incentivo do BNDES com taxas diferenciadas, isenção de ICMS, redução de impostos de importação.
Consulta Pública - 33	Consulta relacionada a regras do sistema elétrico brasileiro. Sinalizou possibilidade a separação da remuneração de lastro e energia e da abertura gradual do mercado.

Fonte: Mathias e Mathias, 2015; preparado pelo autor.

III.3 Mercado brasileiro de GD

Dados a organização geral do setor energético brasileiro e os aspectos regulatórios referentes às energias alternativas e a Geração Distribuída, pode-se entender melhor a atual posição do mercado. Nessa parte, será apresentado o estado atual do mercado de geração distribuída no Brasil, em especial de geração solar.

Vê-se, primeiramente, que após as mudanças instituídas em 2015 com a RN 687 e Pro-GD, houve um significativo crescimento na capacidade instalada de GD. O setor agora se vê dominado pela energia solar fotovoltaica, que conta por mais de 80% da potência instalada, com 442 MW, conforme vê-se na tabela a seguir. Essa maior capacidade instalada se traduziu também em maior geração de eletricidade de fato, como visto no gráfico a seguir (ANEEL, 2018).

Tabela 4: Panorama da geração de eletricidade pelo sistema distribuído em 2018

RESUMO POR TIPO DE GERAÇÃO			
Tipo	Quantidade	Quantidade de UCs que recebem os créditos	Potência Instalada (MW)
Pequenas Hidroelétricas	60	7.419	55
Eólica	57	100	10
Solar fotovoltaica	43.854	53.511	442
Pequenas Termelétricas	121	512	35
Total	44.092	61.542	542

Fonte: Pereira, 2019; adaptado de ANEEL, 2018.

Mesmo observando esse crescimento na casa de 160% ao ano, conforme mencionado no item anterior, a matriz energética mostra que ainda se cresce sobre uma base muito pequena. A Geração Distribuída só corresponde a 0,4% da capacidade instalada (MME, 2017).

Fonte	Jan2018	Jan2019			Evolução da Capacidade Instalada Jan2019 - Jan2018
	Capacidade Instalada (MW)	Nº Usinas	Capacidade Instalada (MW)	% Capacidade Instalada	
Hidráulica	191.130	1.406	194.175	63,8%	3,0%
UHE	95.446	215	98.248	60,3%	2,9%
PCH + CGH**	5.544	1.125	5.367	3,6%	4,0%
CGH GD	37	66	60	0,0%	60,7%
Térmica	43.788	3.148	42.547	26,0%	-2,8%
Gás Natural	13.012	160	13.385	8,2%	2,87%
Biomassa	14.580	368	14.784	9,0%	1,4%
Petróleo	10.334	2.251	9.030	5,5%	-12,4%
Carvão	3.727	22	3.262	2,0%	-12,8%
Nuclear	1.990	2	1.990	1,2%	0,0%
Outros***	150	4	69	0,0%	-54,4%
Térmica GD	24	138	38	0,0%	-58,7%
Eólica	12.456	647	14.570	8,9%	17,8%
Eólica (não GD)	12.446	590	14.559	8,9%	17,0%
Eólica GD	10	57	10.314	0,0%	0,3%
Solar	1.148	36.769	2.470	1,5%	115,2%
Solar (não GD)	966	2.457	1.907	1,2%	97,4%
Solar GD	182	54.312	563	0,3%	209,8%
Capacidade Total sem GD	158.268	7.401	163.890	99,8%	3,0%
Geração Distribuída - GD	253	54.569	671	0,4%	163,0%
Capacidade Total - Brasil	158.521	61.970	163.761	100,0%	3,3%

Figura 6 Matriz de capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil

Fonte: MME, 2019

O fato desse tipo de energia corresponder a tão somente 0,4% não deve ser razão de negligenciar seu potencial. Ainda que possa parecer apenas um setor destinado a ter menor importância, em outros países a realidade já se mostra diferente. Segundo a agência Reuters, em 2017 e 2018, a China instalou 96 GW de capacidade solar, ou seja, quase toda a capacidade instalada de energia hidráulica brasileira, que corresponde a 64% da matriz. A *Bloomberg New Energy Finance* (2018) prevê que a 29% da capacidade instalada global será de energia solar.

No Brasil, a estimativa de crescimento feita pelo EPE também aponta para o crescimento. Na estimativa de crescimento do setor energético para a década de 2015-2024, a geração distribuída fotovoltaica cresce de apenas 22 GWh de energia gerada para 1593 GWh, um crescimento de mais de setenta vezes. Da mesma forma, em termos de capacidade instalada prevê-se um aumento para 1.319 MWp em 2024 (EPE, 2016).

Em relação a distribuição de GD pelos estados brasileiros, primeiro deve-se destacar que o convênio de isenção do ICMS instaurado no âmbito do programa Pro-GD (Convênio ICMS nº16/2015 – CONFAZ) requer a adesão dos estados,

tendo em vista que o ICMS é um imposto estadual. Segundo a cláusula primeira do convênio, “os estados ficam autorizados a conceder isenção”, o que significa que não são obrigados.

Em 2015, aderiram 11 estados (RN, CE, TO, BA, MA, MT, AC, AL, MG, RJ e RS, em ordem) mais o Distrito Federal. Outros oito aderiram desde então.

Tabela 5: Panorama das Unidades Consumidores com Geração Distribuída em 2018

	UF	Quantidade	Quantidade de UCs que recebem os créditos	Potência Instalada (MW)
1	MG	8.500	19.519	144
2	RS	5.639	6.824	70
3	SP	8.192	9.251	57
4	SC	3.632	4.527	34
5	PR	3.051	3.065	34
6	CE	1.293	1.564	30
7	RJ	2.923	3.149	28
	Outros Estados	10.078	13.643	142
	Total	43.308	61.542	539

Fonte: Pereira, 2019; Adaptado da ANEEL, 2018.

A Tabela 5, acima, mostra que os estados que aderiram ao convênio estão entre as com mais potência instalada de geração distribuída. Vale ressaltar que outros incentivos também tiveram importante influência.

A líder do ranking, por exemplo, lançou em 2015 o P MEC-MG (Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais, 2015). O plano contempla 70 ações relacionadas a energia e clima, entre elas incentivos a geração distribuída solar, ao longo dos seus 15 anos de duração (2015-2030). Em 2018, uma nova lei de incentivo (Lei estadual nº 22.866/2015, 2015) foi publicada, dando suporte financeiro para que pequenas e médias empresas consigam investir em painéis solares através do Fundese (Fundo de Fomento e Desenvolvimento Socioeconômico do Estado de Minas Gerais), gerido pelo BDMG (Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais).

Além dos incentivos peculiares em cada estado, também é importante ressaltar que diferentes áreas têm maior ou menor irradiação solar, o que impacta fortemente a geração de energia dos painéis. De fato, o líder do ranking, MG, tem alta irradiação, o que ajuda ainda a viabilidade de investir em energia solar no estado. Por outro lado, estados como SC e PR (4º e 5º colocados no ranking), mesmo sem alta irradiação solar, ficam a frente dos estados do Nordeste. Isso aponta novamente para a importância e centralidade da legislação, dos incentivos vigentes e até mesmo do perfil dos investidores da área estudada.

Por fim, o panorama da geração por classe de consumo nos permite observar melhor quem são os consumidores desse tipo de geração. Segundo a ANEEL (2018), cerca de 45% da geração é consumida por unidades de consumo (UCs) comerciais.

A ANEEL também disponibiliza os dados de quantidade de UCs que recebem os créditos da produção de uma unidade de produção (que naturalmente, nesse caso também é de consumo). Isso nos permite observar se os esquemas de consumo em UC inscrita sob o mesmo CNPJ, mas distante do ponto de geração (instituído pelas resoluções já comentadas) estão sendo utilizados e por quem. No caso comercial, vê-se que existem 2,5 UCs para cada unidade de produção, mostrando que estabelecimentos comerciais são os que mais se beneficiam dessa possibilidade. Além dessas, também 4.500 residências consomem energia gerada por créditos sem produzi-las elas mesmas.

Tabela 6: Quantidade de sistemas geradores, UCs beneficiadas e potência instalada por classe de consumo em 2018

Classe de Consumo	Quantidade	Quantidade de UCs que recebem os créditos	Potência Instalada (MW)
Comercial	7.299	18.495	249
Iluminação pública	6	6	57,5
Industrial	1.172	1.482	67
Poder Público	333	528	15
Residencial	33.339	37.834	158
Rural	1.893	3.143	51,5
Serviço Público	50	54	1,6
Total	44.092	61.542	598,6

Fonte: Pereira, 2019; Adaptado da ANEEL, 2018.

III.4 Modelos de Negócio no Brasil

Conforme também concluído por Veliminet (2016), existe informação muito limitada sobre o modelo de negócios utilizado pelas empresas no Brasil, ainda que seja claro, porém que o modelo *host-owned* foi o mais difundido para GD residencial. Não existe informação desagregada por modelo de negócios para Geração Distribuída Solar. As mais granulares disponíveis foram explanadas no tópico anterior.

A mais vasta fonte de informação encontrada é o Portal Solar, que conta com 889 empresas fornecedoras de instalação para painéis solares cadastradas. Dessas 459, isto é, cerca de 50% estão localizadas no sudeste do país.

Selecionando aleatoriamente 15 empresas no portal e observando sites e informações de contato, pode-se ver que essas funcionavam com um modelo *host-owned*. É claro que isso não é muito conclusivo quanto ao tamanho de cada modelo no agregado, afinal modelos TPO, por serem mais complexos, em geral tem uma equipe mais especializada (Overholm, 2015), e assim ganham volume maior.

Nesse modelo, *host-owned*, se destaca a empresa BlueSol. A empresa oferece opções de consórcio, que facilitam o investimento para quem não pode desembolsá-lo todo de uma vez (Gazeta do Povo, 2017).

Segundo Veliminet (2016), com a última resolução normativa da ANEEL sobre esse assunto (RN 687/2015), condomínios solares devem se tornar o modelo de negócios mais difundido no Brasil. Isso porque só come ela permitiu-se o consórcio de consumidores de eletricidade para produzir energia através de um gerador comum.

Porém, essa mesma resolução possibilitou o início da existência do modelo TPO no Brasil. Porém, só é permitido o caso do aluguel. Segundo o artigo 6-A, incluído pela RN687/2015 na legislação:

“Art. 6-A A distribuidora não pode incluir os consumidores no sistema de compensação de energia elétrica nos casos em que for detectado, no documento que comprova a posse ou propriedade do imóvel onde se encontra instalada a microgeração ou minigeração distribuída, que o

consumidor tenha alugado ou arrendado terrenos, lotes e propriedades em condições nas quais o valor do aluguel ou do arrendamento se dê em reais por unidade de energia elétrica.”

Ou seja, o aluguel é permitido, porém não pode existir pagamento por unidade de energia, que é o caso de um PPA.

Com a mudança na legislação, a RenovaGreen iniciou suas atividades já em 2015, com aluguel de painéis solares (Eco4Planet, 2016). A estratégia da empresa era focar em baixo-custo, visando atingir com esse modelo diferente outra demografia, como se espera desse tipo de negócio (Drury *et al.* 2012).

Porém, com um *payback* acima de 8 anos (Veliminet, 2016), a empresa certamente precisaria de um caixa significativo para manter o modelo em expansão. O site da empresa revela que, em 2019, 4 anos depois, a empresa continuou com seu foco apenas em Curitiba, onde foi criada, e descontinuou o modelo de aluguéis, focando em projetos maiores.

Entrando mais tardiamente no mercado, a Solar 21 iniciou suas atividades no final de 2018. Trabalha com ambos os modelos, porém o aluguel só está disponível para organizações (empresas e condomínios). Ao disponibilizar só para organizações, a Solar21 se protege da inadimplência, que seria mais arriscada para pessoas físicas. Essa é uma preocupação importante, pois não é simples retirar o equipamento de uma residência, tanto por permissão de entrar quanto por motivos técnicos. Além disso, não há possibilidade do desenvolvedor cortar a luz ou receber os créditos de energia gerados, pois isso configuraria um acordo diretamente vinculado à unidade de energia elétrica, o que é proibido pelo artigo 6-A supracitado.

Em relação ao financiamento da expansão, a empresa iniciou com um sistema de *crowdfunding* na plataforma Kria. Foram captados 513 mil reais. A empresa deixa claro que pretende seguir com rodadas de captação da mesma forma. Em contraste com o caso estadunidense, vê-se que os volumes investidos são milhares de vezes inferiores: com um só investimento a SolarCity captou USD 300 milhões.

Outra empresa, a Origem Energia, disponibiliza aluguéis de placas. Porém, dessa vez as placas não são instaladas na própria unidade de consumo, e sim numa área de dois hectares em Planaltina, cidade satélite a Brasília. Assim, a empresa se beneficia da possibilidade do autoconsumo remoto, regulado pela

RN687/2015. A Usina Fotovoltaica (UFV) Origem I conta com 3.344 módulos solares, totalizando 1MW de capacidade instalada. O projeto de R\$ 6 milhões começa a operar já com sua carteira completa (GESEL, 2016).

Ela aluga as placas solares e os clientes então recebem descontos na conta de luz da distribuidora no final do mês. Uma vez que são diversos consumidores de uma mesma localidade usufruindo da energia de uma mesma usina, vê-se que esse caso guarda semelhanças com o *community solar*. A grande diferença aqui é que os clientes não são donos dos painéis, por isso classifica-se como TPO (propriedade de terceiros).

Segundo um dos sócios dessa usina, um importante benefício é se proteger das bandeiras amarela e vermelha, que aumentam muito o preço da eletricidade, mas não do aluguel. Além disso, o contrato de aluguel é reajustado pela inflação, enquanto a tarifa de energia tem sido reajustada acima da inflação nos últimos anos (ABDI, 2019).

Pelo fato de não precisar instalar no imóvel dos clientes, esse modelo não incorre nos altos custos para inadimplentes. Caso um cliente deixe de pagar, pode-se com mais facilidade desatrelar o cliente ao painel e vender a energia solar deste no ACL. Assim, não se perde a produção da energia.

Mesmo com esses benefícios, a Origem Energia decidiu não atender o público residencial, provavelmente pelo ainda limitado número de módulos e por uma questão de foco estratégico.

Utilizando-se do mesmo modelo, a empresa SolarGrid não deixa esse público de lado, trabalhando com clientes residenciais e corporativos. A empresa trabalha com os dois tipos de locação: instalação no telhado ou autoconsumo remoto.

Esse autoconsumo remoto conta com diversos benefícios:

- Atendimento a clientes sem área disponível para instalação (apartamentos, residência alugada, área sombreada, laje ocupada, teto sem estrutura, difícil acesso)
- Ganhos de escala, com um menor custo por painel em uma fazenda
- Facilidade na rescisão de contrato e troca de destino do painel

O modelo tem ganhado força, de modo que existe até mesmo um *marketplace*²⁰ para conectar as duas pontas: a do usineiro e do consumidor de energia. A COSOL se apresenta como um *marketplace* para “alugar lotes da sua usina sem dor de cabeça” (COSOL, 2019). Nele, já estão em andamento quatro usinas a serem disponibilizadas para aluguel de lotes: COELBA, CEMIG, CPFL e Elektro.

Em resumo, vê-se que nos últimos anos o autoconsumo remoto tem se apresentado como grande promessa, mas ainda o mais conhecido e difundido para as residências é o *host-owned*. No caso de GD-TPO, algumas empresas têm começado a captar volume de investimentos, porém ainda precisam passar pelo teste do tempo para entendermos até que volume elas serão capazes de alcançar.

III.5 *Enabling Legislation*

Comparando o desenvolvimento do modelo TPO mundial com o brasileiro, bem como as legislações que o acompanharam em cada área, pode-se ter um quadro dos principais pontos regulatórios relevantes para o bom desenvolvimento desse modelo. Assim, unindo essa análise com a literatura existente, pode-se apresentar em que consiste uma *enabling legislation*, isto é, legislação que empodera empreendedores e investidores a se debruçar sobre tal mercado.

III.5.1 Legislação Proibitiva

Primeiramente, deve-se falar do caráter proibitivo de uma parte do modelo. Como foi visto, a RN687/2015 proíbe expressamente que os contratos sejam remunerados por unidade de energia elétrica. Porém, foi essa mesma resolução que deu ignição a modelos como das empresas Solar 21 e COSOL, ao permitir o aluguel de painéis solares e o autoconsumo remoto.

A proibição do PPA é, de certa forma, natural, dado o funcionamento do sistema elétrico brasileiro. Uma vez que clientes de baixo consumo energético estão cativos ao ACR, não podendo fazer qualquer tipo de contrato de compra de

²⁰ Um espaço virtual de troca, onde o cliente pode encontrar diversos ofertantes em um só lugar.

eletricidade como os que operam na CCEE, essa proibição segue em linha com a legislação vigente.

Isso, porém, já está em discussão em Brasília. A Consulta Pública 33 (CP-33) do MME mostrou a intenção do Ministério em uma abertura gradual do mercado, permitindo que consumidores de quaisquer faixas de consumos participem de um mercado livre. A abertura do mercado poderia permitir, por exemplo, que consumidores residenciais de pequeno consumo comprassem energia através de contratos na CCEE (conforme acontece hoje no ACL).

Caso os planos expostos na CP-33 avancem, seria muito mais fácil que houvesse a permissão para o modelo PPA, visto que já existiriam acordos desse tipo para clientes residenciais e haveria separação das remunerações de lastro e energia, dando segurança à remuneração de usinas com pouco despacho.

Vale observar que, do ponto de vista prático, o *leasing* e o PPA não são tão diferentes. Em ambos o cliente tem direitos sobre toda a produção energética dos painéis e paga uma quantia para o desenvolvedor.

III.5.2 Estabilidade Regulatória

Um medo constante de investidores em diversos segmentos regulados é a alteração das regras do jogo. Uma sensação de instabilidade nas regras torna os investimentos menos atrativos, afastando o capital. Segundo Overholm (2015), a mudança frequente na regulação, mesmo que favoravelmente ao investimento, cria um custo de aprendizagem alto. Além disso, uma mudança drástica pode significar um passo em falso que irá como que traumatizar os investimentos, afastando-os por um longo período de tempo.

A história mostra que talvez o ponto mais crítico onde a estabilidade precisa ser alcançada é nas regras de *net metering*. A princípio, o esquema pode parecer inofensivo e até mesmo justo: kWh por kWh. Mas como o caso de Nevada mostra, conforme a penetração aumenta, muitos argumentam que existiria um deslocamento do custo de distribuição dos consumidores solares para os não-solares (Solar Reviews, 2018).

É possível que eventualmente exista pressão pela mudança do *net metering* de modo que os consumidores solares participem mais ativamente do custeio da distribuição, como aconteceu em Nevada. Desde 1996, através do § 1º do art. 26 da

Lei nº 9.427, existe desconto da TUST e na TUSD²¹ para empreendimentos solares com capacidade menor do que 30.000 kW, ou seja, para qualquer sistema residencial ou pequena usina, como o caso da UFV Origem I (com 1.000 kW). A RN 481/2012 aumentou esse desconto para 80% nos primeiros 10 anos de usina. Essa lei mostra que, de fato, no Brasil os consumidores solares estão mais isentos dos custos de distribuição, mesmo precisando igualmente da existência de uma infraestrutura de distribuição para serem servidos.

Além disso, também se levanta a questão de que o *net metering* daria tanto valor para a unidade de eletricidade intermitente e inflexível como a solar quanto para a de fontes mais seguras, como a hídrica. Solucionando isso, certos estados (e.g. Califórnia) adotam um sistema de variação no preço por hora, o que faz com que a unidade de energia solar produzida de dia frequentemente não seja retribuída com a mesma unidade a noite, quando fica mais caro (conforme Figuras 2 e 3).

No Brasil, como já apontado, a presença de hídricas com reservatório pode funcionar como um grande armazenamento de energia, assim como já acontece com a troca entre a obrigação de despacho de usinas termelétricas e hídricas: em momentos de baixa no preço do gás, a térmica despacha no lugar da hídrica para manter os reservatórios mais cheios e recebe direitos sobre aquela energia armazenada em forma de potencial gravitacional.

Outro ponto de mais tranquilidade é a simplicidade dos incentivos brasileiros. Sistemas elétricos com incentivos ditos mais sofisticados, como um mercado de Certificados de Energia Renovável (como em Nova Jersey) ou a construção de transmissão irrestrita pelo governo (como na Alemanha, em relação a fazendas offshore), acabam por serem menos estáveis. Em Nova Jersey, a queda do mercado de RECs desmantelou a indústria solar no estado; na Alemanha, o governo prometia a construção de linhas de transmissão que acabaram atrasando, tornando inúteis fazendas *offshore* já prontas e dando prejuízo aos investidores.

III.5.3 Captação de Investimentos

A clara diferença entre a capacidade de captação da SolarCity nos EUA e da Solar21 no Brasil não deve ser analisada só com base em questões de maturação

²¹ As Tarifas de Utilização dos Serviços de Transmissão (TUST) e dos Serviços de Distribuição (TUSD)

do mercado ou abundância de capitais. O incentivo de ITC (*Investment Tax Credit*)²² feito a empresas americanas é claro catalisador desses aportes. O investimento do Google exemplifica bem tal incentivo. A empresa investiu 300 milhões de dólares no negócio sabendo que já no primeiro ano teria um retorno de 90 milhões em redução fiscal (Reuters, 2019; Overholm, 2015).

No Brasil, onde empresas tem demonstrado menor capacidade de captação de recursos para financiar a expansão solar, incentivos ao investimento de grandes empresas nesse modelo seria grande trampolim para tal expansão. Isso poderia ser feito da forma vista nos EUA, com o chamado ITC. O programa convertia em abonos fiscais até 30% do valor investido.

Outra possibilidade consiste em criar obrigações de investimento em energia renovável. De fato, já tramita no planalto, projeto que obriga o investimento de 1% da receita bruta em P&D de fontes alternativas (PSL 696/2015). O projeto já foi aprovado pela Comissão de Meio Ambiente. Da mesma forma que se pensa em obrigatoriedade para P&D, também se poderia exigir aportes de retorno mais seguro e direto. Possivelmente, isso teria maior impacto na expansão solar por ser mais rápido em sua implementação do que P&D, além de deixar as empresas mais confortáveis para poderem escolher, entre pesquisa e investimento, aquilo que ela julga mais atrativo.

III.6 Análise SWOT

Essa análise resume os principais pontos favoráveis e desfavoráveis do potencial para o modelo TPO no Brasil tratados ao longo do presente trabalho.

Tabela 7: Análise SWOT do potencial para o modelo TPO no Brasil.

SWOT	Favorável	Desfavorável
	<p>Forças:</p> <ul style="list-style-type: none"> Abundância em usinas hidrelétricas com reservatório 	<p>Fraquezas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dificuldade na captação de recursos Empresas pequenas,

²² Benefício em que indivíduos ou organizações podem ter um dedução no seu imposto de uma porcentagem de certos tipos de investimentos. No caso do *Solar ITC*, esse percentual pode chegar a 30%

	<ul style="list-style-type: none"> • Boa irradiação solar • Tarifas de energia consideradas altas • Apoio da sociedade em relação a energia solar • Legislação permissiva em relação ao autoconsumo remoto e ao <i>leasing</i> 	mercado não concentrado <ul style="list-style-type: none"> • Legislação proibitiva em relação ao modelo TPO-PPA
	Oportunidades: <ul style="list-style-type: none"> • Aumento e eletrificação da demanda energética • Intenção de grandes empresas (especialmente do petróleo) em investir em novas energias 	Ameaças: <ul style="list-style-type: none"> • Tendência a energia hidrelétrica se tornar a fio d'água • Instabilidade regulatória

III.6.1 Forças

Conforme visto no item III.1, a abundância em usinas hidrelétricas com reservatório mitiga riscos relacionados à intermitência. Elas podem servir como armazenamento de energia na forma de água com potencial gravitacional. Alternativas para o armazenamento de energia, como baterias, são muito mais caras.

O Brasil conta com boa irradiação solar. O potencial brasileiro é muito maior, por exemplo, que o Alemão, e mesmo assim este tem maior capacidade instalada de geração solar.

A percepção dos brasileiros de que a tarifa de energia é cara traz a atenção de muitos para formas de economizar na conta de luz. Assim, ao buscar formas alternativas, muitos podem se interessar pela geração própria de energia.

Em certos lugares dos EUA, já existe uma percepção desfavorável em relação à energia solar. Segundo alguns, aqueles que geram sua própria energia estariam levando vantagem sobre o resto da sociedade por não pagar a porção

devida no rateio dos custos de distribuição²³. No Brasil, o cidadão médio parece ser mais favorável, interpretando os painéis solares como ambientalmente favoráveis.

Já existe uma legislação que permite algumas formas do modelo TPO, como o *leasing*. Assim, já se pode desenvolver e testar o modelo. Além disso, é permitido também o autoconsumo remoto, o que torna legal o modelo de *leasing* remoto, conforme o caso da Origem Energia, apresentado no item III.4.

III.6.2 Fraquezas

As empresas brasileiras ainda têm menor capacidade de captação de recursos para expandir o portfólio de geradores do que as empresas americanas, por exemplo. Formas de auxiliá-las nesse desafio foram apresentadas no item III.5.3.

Uma das razões para isso é o porte pequeno das empresas brasileiras do ramo, o que dificulta captações através de esquemas como o de *solar bonds*. Para emitir uma debênture como essa com sucesso, a empresa precisa demonstrar solidez na sua rentabilidade e passar confiança em seus projetos. As empresas brasileiras são pequenas para fazê-lo. O mercado estadunidense era muito mais concentrado, com empresas muito maiores, o que lhes proporcionava maior solidez para emitir debêntures. No Brasil, já houve emissão de debêntures (chamadas verdes) para energia solar. A AES Tietê captou oitocentos e vinte milhões de reais em *green bonds* para construção de duas usinas solares em São Paulo. A empresa tem capital aberto na Bovespa e é parte do grupo AES Corporation, com mais de dez bilhões de dólares de faturamento anual.

A legislação brasileira não permite o modelo TPO-PPA. Isso representa uma restrição ao avanço do modelo TPO no Brasil, que só pode funcionar no modelo *leasing*.

III.6.3 Oportunidades

²³ Por exemplo, a publicação “*Why Am I Paying \$65/year for Your Solar Panels?*” defende que incentivos a esses consumidores é uma injustiça e precisa parar já. Muitas outras seguem linhas de raciocínio semelhantes. Disponível em <https://energyathaas.wordpress.com/2018/03/26/why-am-i-paying-65-year-for-your-solar-panels/>

O aumento da demanda por energia elétrica é condição extremamente importante para o desenvolvimento da geração distribuída. Sem ela, seriam necessários menos novos sistemas geradores, pois os já em funcionamento supririam toda a demanda. Mais demanda significa que alguma fonte geradora pode supri-la, abrindo uma oportunidade para a geração distribuída solar.

Outra oportunidade são os investimentos vindos de grandes empresas petrolíferas. As maiores empresas de petróleo têm colocado em seus planejamentos estratégicos, objetivos relacionados a investimentos em geração por fontes renováveis. A BP, por exemplo, comprou a *Lightsource*, empresa que possui fazendas solares no Brasil e disponibiliza painéis pelo modelo PPA no Reino Unido²⁴. A Petrobras, por sua vez, divulgou em seu Planejamento Estratégico 2019-2040 suas intenções de investir em fontes renováveis como forma de perpetuar o crescimento da empresa²⁵. Segundo o Plano de Negócios e Gestão (PNG) 2019-2023 da empresa, espera-se investir quatrocentos milhões de reais nesse período em eólica, solar e biocombustível²³. Empresas como essas interessadas em investir no setor são uma grande oportunidade para superar a dificuldade de captar recursos.

III.6.4 Ameaças

Ainda que o Brasil conte com abundância em usinas hidrelétricas de reservatório, nos anos recentes tem crescido a construção de usinas a fio d'água. Tal usina tem sido defendida por questões ambientais e socioculturais: o alagamento da área do reservatório destruiria parte da vegetação local, liberando muito CO₂; e o alagamento da área pode afetar a vida de comunidades indígenas que precisam ser respeitadas. Essa tendência mina uma grande força já citada, da abundância de reservatórios no Brasil.

Investimentos em sistemas geradores são de longo prazo e, assim, exigem previsões em um horizonte de tempo maior. Por isso, a estabilidade regulatória – ou a sensação dela – é tão importante. Bastam algumas mudanças na regulação para

²⁴ Veja <https://www.reuters.com/article/us-lightsource-bp-stake/bp-returns-to-solar-with-investment-in-lightsource-idUSKBN1E90H9>

²⁵ Veja <http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/divulgamos-nosso-plano-estrategico-e-de-negocios-com-nova-metrica-de-topo.htm>

criar um clima de instabilidade e imprevisibilidade que poderiam ameaçar o desenvolvimento da geração distribuída solar.

CONCLUSÃO

O mundo já está em um processo de transição energética. Nesse processo, a eletrificação, a Geração Distribuída e a importância da energia solar são elementos importantes. Tendo em vista as previsões de que a capacidade instalada de energia solar são as que mais crescem no mundo e podem tomar a liderança até 2040 (Bloomberg, 2018), é preciso entender como tal transição será viabilizada.

Assim como a tecnologia e a cultura são importantíssimas para entender a mudança, também o são os modelos de negócio que tornaram a tecnologia difundida e a transição viável. Por isso, ao se estudar a transição do setor energético brasileiro deve-se entender os modelos de negócio existentes no mundo e sua aplicação no Brasil.

Ao redor do mundo, são três os principais tipos de modelos de negócio para a expansão da energia solar distribuída. O *host-owned* consiste no mais simples, onde o próprio consumidor paga e é dono do painel instalado em sua casa. No caso da Comunidade Solar, o sistema gerador é da comunidade que se beneficia da energia através de cotas, por exemplo. Por último tem-se o caso do *Third-Party Ownership* (TPO). Nesse modelo o consumidor não precisa ter nenhum investimento inicial, pois ele não será o dono do sistema gerador. Ao contrário ele só irá usufruir da geração do sistema, pagando ao desenvolvedor ou dono do sistema uma taxa.

Esse modelo se mostrou o mais promissor, graças à rápida difusão de que ele participou, principalmente nos Estados Unidos. Estudando esse mais a fundo, pode-se ver que ele toma uma forma de PPA, onde isso é permitido. Isso significa que o consumidor paga pela energia, como pagaria a uma distribuidora. Porém, em muitos lugares, tal tipo de acordo não é permitido. Nesses casos, o modelo TPO mais frequentemente toma a forma de um *leasing*. O consumidor paga pelo aluguel do painel solar, independente de quanto ele produzir.

Segundo a consultoria Eneo Solutions (TPO Presentation), esse modelo dominou o mercado residencial nos Estados Unidos e teve mais de 20 bilhões de dólares em investimentos apenas até 2015. A experiência europeia também mostra grande importância desse modelo, com grandes empresas de energia como a BP começando a entrar nesse mercado: a BP 43% da Lightsource por 200 milhões de dólares em 2017, empresa que disponibiliza serviços de PPA, entre outros (The

Guardian, 2017; Lightsource UK, 2019). Diversas outras empresas europeias estão entrando nesse mercado (Eneo Solutions, 2016).

Enquanto isso, o setor elétrico brasileiro se mostra bastante favorável a recepção de energias como a solar. Em todo o mundo a intermitência e inflexibilidade das energias solar e eólica são grande problema e até mesmo se pensa em usar baterias para poder resolver isso. No Brasil, a matriz é composta principalmente por energia hídrica, e muito frequentemente de reservatório. Isso significa que a inflexibilidade e intermitência dessas tecnologias não são tão problemáticas para a matriz brasileira. Os reservatórios hídricos são capazes de servir como baterias, isto é, como reservas em energia potencial.

Além da matriz benéfica, a regulação também tem avançado, permitindo novos modelos de negócio nos últimos anos. Em 2015, a RN 687 permitiu o aluguel de painéis fotovoltaicos e também o autoconsumo remoto. Com isso, vê-se o crescimento de empresas de TPO principalmente em duas modalidades: aluguel com instalação no telhado e aluguel remoto.

No primeiro caso, viu-se como exemplo empresa que instala os painéis em condomínios ou empresas sem custo inicial e cobra um aluguel. Ela tem captado recursos via *crowdfunding*. No segundo, tem-se casos no Brasil de aluguel de células que estão localizadas em uma usina fotovoltaica a certa distância do centro consumidor. Esquema que foi permitido graças ao autoconsumo remoto regularizado pela RN687.

Ainda que esses modelos comecem a aparecer, ainda tem pouca expressividade no cenário brasileiro. De fato, as empresas mais conhecidas e com mais instalações trabalham com o tradicional modelo *host-owned*.

Comparando o desenvolvimento do modelo TPO mundial com o brasileiro, bem como as legislações que o acompanharam em cada área, pode-se ter um quadro dos principais pontos regulatórios relevantes para o bom desenvolvimento desse modelo. Assim, unindo essa análise com a literatura existente, pode-se apresentar em que consiste uma *enabling legislation*, isto é, legislação que empodera empreendedores e investidores a se debruçar sobre tal mercado.

Nesse âmbito, pode-se concluir três principais pontos de interesse para o regulador que se interessa por avançar esse desenvolvimento através do modelo TPO.

Primeiramente, precisa-se pensar em uma legislação que permita certos modelos de negócios ainda proibidos. Atualmente o modelo PPA é proibido no Brasil, bem como o mercado é parcialmente fechado. As intenções demonstradas na CP-33 do MME se mostram favoráveis à abertura do mercado e possibilidade de mudança na proibição.

Além disso, a regulação precisa se manter razoavelmente estável. Os exemplos de Nevada e Nova Jersey mostram como incentivos inconstantes e instáveis podem fazer ruir o desenvolvimento da energia solar. Assim, mesmo os incentivos com ótimas intenções devem ser pensados de forma a conseguirem estabilidade no longo prazo.

Por fim, a captação de recursos e o aporte financeiro para que empresas de TPO consigam financiar os custos iniciais da expansão por TPO é essencial para o modelo. Por isso, políticas de incentivo a captação de recursos, semelhantes às aprovadas pela CMA no Senado Brasileiro ou aos incentivos fiscais estadunidenses, podem alavancar parte essencial do modelo.

Desse modo, vê-se que o Brasil aparenta ter excelente potencial para o desenvolvimento da Energia Solar, em particular no seu modelo *Third-Party Ownership*, ainda que com algumas fraquezas e ameaças que precisam ser tratadas. Existem mudanças que podem ser avaliadas para impulsionar esse desenvolvimento e acelerar o Brasil em direção à nova transição energética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI. **Aluga-se Energia Solar**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.abdi.com.br/postagem/aluga-se-energia-solar>. Acesso em: 4 jun. 2019.

ABRAPCH. **O Que São PCHs e CGHs**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.abrapch.org.br/pchs/o-que-sao-pchs-e-cghs>. Acesso em: 28 maio 2019.

ALFIERI, L. et al. Global warming increases the frequency of river floods in Europe. *Hydrol. Earth Syst. Sci*, Ispra, Itália, p. 2247-2260, 11 maio 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/hess-19-2247-2015>, 2015. Acesso em: 28 maio 2019.

ANEEL. **Contribuição do Instituto Nacional de Eficiência Energética INEE à Audiência Pública Nº 010/2006 para alterar a Resolução Normativa nº 265/03 da ANEEL sobre os serviços ancilares**. [S. l.], 2018. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2006/010/contribuicao/inee_-_instituto_nacional_de_efici%C3%Aancia_energetica.pdf . Acesso em: 28 maio 2019.

BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE. **New Energy Outlook 2018**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>. Acesso em: 28 maio 2019.

BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE. **New Energy Outlook 2018 (2018 NEO)**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>. Acesso em: 4 jun. 2019.

BP. **BP Energy Outlook 2018**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html>. Acesso em: 28 de maio de 2019

BP. **BP Energy Outlook 2019**. [S. l.], 2019. Disponível em:
<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html>.
Acesso em: 28 de maio de 2019

CAMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **Ambiente Livre e Ambiente Regulado**. 2019. Disponível em:
https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/ambiente-livre-ambiente-regulado. Acesso em: 28 maio 2019.

CAMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **Como a CCEE Atua - Preços**. 2019. Disponível em:
https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/precos. Acesso em: 28 maio 2019.

CHAVEZ, Gisele de Lorena *et al.* **DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA NO BRASIL : UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA**. 2016. 13 p. CEUNES, UFES, São Mateus, 2016. Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/article/view/v2n3_04>. Acesso em: 25 nov. 2018.

CHEN, Xiaomin *et al.* **Lessons Learned from Third-Party Solar PPA Development: Influences, Trends, and Implications for Georgia**. Duke University, 28 abr. 2016. Disponível em:
https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/11907/MP_SouthernCompanySolar_Final.pdf?sequence=1. Acesso em: 4 jun. 2019.

COSOL. **COSOL - Marketplace de Geração Distribuída**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.cosol.com.br/usinas>. Acesso em: 4 jun. 2019. (COSOL, 2019).

DIÁRIO DO TRANSPORTE. **Scania Apresenta na Colômbia Biarticulado a Gás Natural Veicular**. [S. l.], 2016. Disponível em:
<https://diariodotransporte.com.br/2016/12/06/scania-apresenta-na-colombia-biarticulado-a-gas-natural-veicular/>. Acesso em: 28 maio 2019.

DIW ECON. **Market Design for an Efficient Grid Connection of Offshore Wind Energy**. [S. l.], 2018. Disponível em:

<https://www.offshorewind.biz/2019/04/11/german-offshore-grid-costly-and-inefficient-study/> Acesso em: 28 maio 2019

DRAGOON, K. e PAPEFTHYMIU, G. Towards 100% renewable energy systems: Uncapping power system flexibility. **Energy Policy Volume 92, January 2016, Pages 69-82**, Online, Janeiro 2016. Disponível em:

<https://flinkenergy.com/resources/Towards%20100pct%20renewable%20energy%20systems.pdf>. Acesso em: 28 maio 2019.

DRURY, Easan. **The transformation of southern California's residential photovoltaics market through third-party ownership**.

EnergyAnalysisCenter, NationalRenewableEnergyLaboratory, 2011. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421511010536> . Acesso em: 28 maio 2019.

ECO4PLANET. **Empresa Brasileira Lança Aluguel de Placas Solares por R\$19 ao mês**. [S. l.], 2016. Disponível em: <http://eco4planet.com/blog/empresa-brasileira-lanca-aluguel-de-paineis-solares-por-r-19-ao-mes/>. Acesso em: 4 jun. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, **NOTA TÉCNICA DEA 12/16 Avaliação da Eficiência Energética e Geração Distribuída para os próximos 10 anos (2015-2024)** Rio de Janeiro Abril de 2016. Disponível em:

[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-264/DEA%2012-16%20-%20Ef%20energetica%202015-2024\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-264/DEA%2012-16%20-%20Ef%20energetica%202015-2024[1].pdf). Acesso em: 04 de junho de 2019

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Considerações sobre a Expansão Hidrelétrica nos Estudos de Planejamento Energético de Longo Prazo**. [S. l.], 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/>. Acesso em: 4 jun. 2019.

ENEO SOLUTIONS. **Solar Third-Party Ownership: Lessons learned and trends to watch.** [S. I.], 2015. Disponível em: https://www.engerati.com/sites/default/files/eventpres/EUW15_Day2_1600%20Harald%20Overholm.pdf. Acesso em: 4 jun. 2019.

ENERGINET DK. **Distributed Generation Trends and Regulation: The Danish Experience.** Cambridge, 6 jun. 2014. Disponível em: <https://www.eprg.group.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2014/06/Energinet.pdf>. Acesso em: 28 maio 2019.

ENERGYSAGE. **Solar Panel Financing Options.** 2018. Disponível em: <https://www.energysage.com/solar/financing/your-financing-options/>. Acesso em: 28 maio 2019.

FRANTZIS, L., GRAHAM, S., KATOFISKY, R., e SAWYER, H.. **Photovoltaics Business Models.** United States: N. p., 2008. Disponível em: <https://www.osti.gov/servlets/purl/924651>. Acesso em: 28 maio 2019.

GAZETA DO POVO. **Blue Sol Energia Solar lançou um plano consórcio para quem quer investir painéis solares.** [S. I.], 2017. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/economia/energia-e-sustentabilidade/empresa-lanca-consorcio-para-investimento-em-sistemas-de-energia-solar-214qydygvi9kjkx4wnyjc15z/>. Acesso em: 4 jun. 2019.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC). **Global Wind Statistics 2014.** [S. I.], 2015. Disponível em: https://www.tureb.com.tr/files/bilgi_bankasi/dunya_res_durumu/1.gwec_prstats_2014_en.pdf. Acesso em: 4 jun. 2019.

GONZÁLEZ, Mario; Sampaio, Priscila. Photovoltaic solar energy: Conceptual framework **Renewable and Sustainable Energy Reviews; February 2018, Pages 590-601** , [S.I.], v. 74, p. 590-601, jun. 2017. Disponível em: http://arquivos.info.ufrn.br/arquivos/2017048015c7ce39923200ffd7c43267b/Artigo_2017_-_Photovoltaic_solar_energy.pdf >. Acesso em: 25 nov. 2018.

GREENTECH MEDIA. **SolarCity Is No Longer the Top Residential Solar Lease Provider in the US**. [S. l.], 15 nov. 2017. Disponível em:

<https://www.greentechmedia.com/articles/read/solarcity-is-no-longer-the-top-residential-solar-lease-provider-in-the-us#gs.g76uc2>. Acesso em: 4 jun. 2019

GRUPO DE ESTUDOS DO SETOR ELÉTRICO DA UFRJ (GESEL-UFRJ). **Informe Eletrônico sobre Empresas de Energia Elétrica - IFE nº 4.584**. [S. l.], 2016.

Disponível em: http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/33_IFE4584.html. Acesso em: 4 jun. 2019.

HAMWIA, Michael; LIZARRALDE, Iban. A review of business models towards service-oriented electricity systems. *In: THE 9TH CIRP IPSS CONFERENCE: CIRCULAR PERSPECTIVES ON PRODUCT/SERVICE-SYSTEMS*, 2017, Copenhagen. **A review of business models towards service-oriented electricity systems** [...]. Copenhagen: [s. n.], 2017.

HANNON, M. **Co-evolution of innovative business models and sustainability transitions: The case of the Energy Service Company (ESCO) model and the UK energy system**. 2012. Tese (Doctor of Philosophy) - The University of Leeds Sustainability Research Institute, School of Earth and Environment Energy Research Institute, School of Process, Environmental and Materials Engineering, [S. l.], 2012. Disponível em: <http://etheses.whiterose.ac.uk/3660/>. Acesso em: 28 maio 2019.

HESS, D. J.. Industrial fields and countervailing power: The transformation of distributed solar energy in the United States. **Global Environmental Change 23 (2013) 847–855**, Online, Janeiro 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378013000198?via%3Dihub>. Acesso em: 28 maio 2019.

HIROTA, Heitor Hiroaki. O Mercado de Concessão de Transmissão de Energia Elétrica no Brasil. 2006. Trabalho de conclusão de curso (Programa de Pós-

Graduação em Economia Aplicada) - Universidade de São Paulo, Departamento de Economia, São Paulo, 2006.

HOBBS, Andrew *et al.* **Improving solar policy: lessons from the solar leasing boom in California**. EUA, Julho 2013. Disponível em:

<https://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2013/07/Improving-Solar-Policy-Lessons-from-the-solar-leasing-boom-in-California.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2019.

HONEYMAN, Cory. **U.S. Community Solar Market Outlook 2015-2020**. 2015.

Disponível em: <https://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2015/06/U.S.-Community-Solar-Market-Outlook-2015-brochure.pdf>. Acesso em: 28 maio 2019.

HORVÁTH, Dóra; SZABÓ, Roland Z. Evolution of photovoltaic business models: Overcoming the main barriers of distributed energy deployment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], 2018. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118301928>. Acesso em: 28 maio 2019.

HUJIBEN, J.C.C.M. e VERBONG, G.P.J. **Breakthrough without subsidies? PV business model experiments in the Netherlands**, Energy Policy vol. 56 (2013) pp. 362–370). Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512011408>. Acesso em: 28 maio 2019.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM PROGRAMME (IEA PVPS). **Snapshot of Global Photovoltaic Markets**. [S. l.], 15 abr. 2019. Disponível em: <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=266>. Acesso em: 28 maio 2019.

ITAIPU BINACIONAL. **Perguntas Frequentes**. [S. l.], 2018. Disponível em:

<https://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/perguntas-frequentes>. Acesso em: 28 maio 2019.

KAGAMI, M. T. N. **DESPACHO DE UM PARQUE TERMELÉTRICO A GÁS NATURAL CONSIDERANDO RESTRIÇÕES OPERACIONAIS**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Pós-graduação em Engenharia) - COPPE UFRJ, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em:
<http://yalma.fime.uanl.mx/~roger/ftp/MM17/cites/evidence/2011%20tesis%20mc%20UFRJ%20Kagami.pdf>. Acesso em: 28 maio 2019.

LIGHT DISTRIBUIDORA. **Composição da Tarifa**. [S. /], 2019. Disponível em:
<http://www.light.com.br/para-residencias/Sua-Conta/composicao-da-tarifa.aspx>.
Acesso em: 28 maio 2019.

R
T

MARTINS, H. F. *et al.* Modelos de negócio na esfera pública: o modelo canvas de governança pública. **EBAPE.BR vol.17 no.1** , Rio de Janeiro, 2019. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512019000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 28 maio 2019.

MATHIAS, Melissa C. P. P.; MATHIAS, João Felipe Cury Marinho. Biogas in Brazil: A Governmental Agenda. **Journal of Energy and Power Engineering** 9 (2015) p. 1-15. Disponível em:
<http://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/55067a3114800.pdf>.
Acesso em: 21 de junho 2019.

MAZUCATTO, Mariana; SEMIENIUK, Gregor. Financing renewable energy: Who is financing what and why it matters. **Technological Forecasting and Social Change February 2018, Pages 8-22** , [S.l.], v. 127, p. 8-22, fev. 2018. Disponível em:
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162517306820>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Relatório do Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – Pro-GD**. 2016. Disponível em:
<http://www.mme.gov.br/documents/10584/0/Relat%C3%B3rio+ProGD+VFINAL+%28SEI%29.pdf/5082ebd8-2391-40d6-965a-57108cbfdde2>. Acesso em: 28 maio 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro**. [S. l.], 2019. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/1138781/0/Boletim+de+Monitoramento+do+Sistema+El%C3%A9trico+-+Janeiro+-+2019.pdf/06f9d12f-7ec4-4dd6-add2-74a8c46a62bb>. Acesso em: 4 jun. 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Consulta Pública 33/2017 - Aprimoramento do marco legal do setor elétrico**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/consultas-publicas>. Acesso em: 4 jun. 2019.

NATIONAL GRID. **Balancing Services**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.nationalgrideso.com/balancing-services/reserve-services/fast-reserve>. Acesso em: 28 maio 2019.

O GLOBO E AGÊNCIAS INTERNACIONAIS. Arábia Saudita denuncia ataque por drones com explosivos a oleoduto. O Globo, Dubai, p. Online, 11 maio 2015. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/mundo/arabia-saudita-denuncia-ataque-por-drones-com-explosivos-oleoduto-23663415>. Acesso em: 28 maio 2019.

OLIPHANT, Monica. **Community Owned Solar - Case Studies**. [S. l.], 2012. Disponível em: <https://www.campbelltown.sa.gov.au/webdata/resources/files/COS%20Case%20Studies.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Yves. **Business Model Generation**. [S. l.]: Alta Books, 2010.

OVERHOLM, Harald, 2015. "[Spreading the rooftop revolution: What policies enable solar-as-a-service?](#)," *Energy Policy*, Elsevier, vol. 84(C), pages 69-79.

PEREIRA, Narlon Xavier. **DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL: GERAÇÃO DISTRIBUÍDA VS GERAÇÃO CENTRALIZADA**. 2019. Dissertação apresentada como requisito para a obtenção

do título de Mestre (Mestre em Ciências Ambientais na Área de Concentração Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 2019. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/181288/pereira_nx_me_soro.pdf?sequence=3. Acesso em: 4 jun. 2019.

PETROBRAS. **Queima de Gás Natural: Carta ao O Globo**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/queima-de-gas-natural-carta-ao-globo.htm>. Acesso em: 28 maio 2019.

RAI, Varun; MARGOLIS, Robert; REEVES, D. Cale. Overcoming barriers and uncertainties in the adoption of residential solar PV. **Renewable Energy Reviews**, [S. l.], Abril 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/288020872_Overcoming_barriers_and_uncertainties_in_the_adoption_of_residential_solar_PV. Acesso em: 28 maio 2019.

REUTERS. **Google invests \$300 million in U.S. residential solar projects**. EUA, 26 fev. 2015. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-solarcity-google/google/google-invests-300-million-in-u-s-residential-solar-projects-idUSKBN0LU1M620150226?feedType=RSS&feedName=technologyNews>. Acesso em: 4 jun. 2019.

RICHTER, M. Utilities' business models for renewable energy: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 16, March 2012, Pages 2483-2493**, Online, março 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032112000846?via%3Dihub>. Acesso em: 28 maio 2019.

RINKINEN, Jenny; SHOVE, Elizabeth. Energy Trilemma. Em: RINKINEN, Jenny; SHOVE, Elizabeth; TORRITI, Jacopo. *Energy Fables: Challenging Ideas in the Energy Sector*. Routledge: Earthscan, 2019. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=X1KWDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT118&dq=Rinkinen+e+Shove+\(2019\)+Energy+Trilemma&ots=t0tXj8Xm5y&sig=nm5m03re9EZZXp_VnZm-](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=X1KWDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT118&dq=Rinkinen+e+Shove+(2019)+Energy+Trilemma&ots=t0tXj8Xm5y&sig=nm5m03re9EZZXp_VnZm-)

JlWMVuk#v=onepage&q=Rinkinen%20e%20Shove%20(2019)%20Energy%20Trilemma&f=false. Acesso em: 28 maio 2019.

SOLAR ENERGY INDUSTRIES ASSOCIATION (SEIA). **Solar Power Purchase Agreements**. 2018. Disponível em: <https://www.seia.org/research-resources/solar-power-purchase-agreements>. Acesso em: 28 maio 2019.

SOLAR REVIEWS. **Do Solar Consumers Create a Cost Shift to Non-Solar Users?**. [S. /], 2018. Disponível em: <https://www.solarreviews.com/blog/do-solar-consumers-create-a-cost-shift-to-non-solar-users>). Acesso em: 4 jun. 2019.

SOVACOL, B. K. How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions. **Energy Research & Social Science Volume 13, March 2016, Pages 202-215**, Online, março 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629615300827>. Acesso em: 28 maio 2019.

Termos de um PPA da SolarCity. Disponível em: <https://news.energysage.com/read-solarcity-ppa-contract-lease-agreement-quote/>> Acesso em: 25 nov. 2018.

THE GUARDIAN. **BP returns to solar power with \$200m stake in Lightsource**. [S. /], 2017. Disponível em: <https://www.theguardian.com/business/2017/dec/15/bp-returns-solar-power-stake-lightsource>. Acesso em: 4 jun. 2019.

US EIA - US ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **Rising Solar Generation in California**. [S. /], 2017. Disponível em: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=30692>. Acesso em: 28 maio 2019.

UTILITY DIVE. **Sunrun exits Nevada after net metering decision**. [S. /], 7 jan. 2016. Disponível em: <https://www.utilitydive.com/news/sunrun-exits-nevada-after-net-metering-decision/411728/>. Acesso em: 4 jun. 2019.

VELIMINET, Mehmedova. **ECONOMIC VIABILITY AND BUSINESS MODELS FOR DISTRIBUTED SOLAR PV IN BRAZIL**. 2016. 66 p. Escola Técnica Superior de

Ingenería (ICA), Florença, 2016. Disponível em <http://www.gee.ie.ufrj.br/index.php/component/cck/?task=download&file=dissertacao_tese_arquivo&id=514>. Acesso em: 25 nov. 2018.

WILHELMSSEN. **China: LNG trucks**. [S. l.], 6 maio 2019. Disponível em: <https://www.wilhelmsen.com/ships-agency/industry-perspectives/china-lng-trucks/>. Acesso em: 28 maio 2019.

ZHANG, Sufang, 2016. "**Innovative business models and financing mechanisms for distributed solar PV (DSPV) deployment in China**," [Energy Policy](#), Elsevier, vol. 95(C), pages 458-467. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/enepol/v95y2016icp458-467.html>. Acesso em: 28 maio 2019.