



ISSN: 2447-5580

MAPEAMENTO DE MODELOS DE NEGÓCIO DE INTEGRADORES PARA PROJETOS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL BUSINESS MODELS MAPPING FOR PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY INTEGRATORS

Alice Lubianca Thormann¹; Marcelo Nogueira Cortimiglia²; Bruna Villa Todeschini³

- 1 Graduação em Engenharia de Produção. UFRGS, 2016. Analista Tecnova Engenharia, Porto Alegre RS. alice.thormann@tecnovaenergia.com.br
- 2 Doutorado em Engenharia Gestional. POLIMI, 2010. Professor Adjunto UFRGS. Porto Alegre, RS. cortimiglia@producao.ufrgs.br
- 3 Graduação em Engenharia de Produção. UFRGS, 2014. Mestranda UFRGS. Porto Alegre, RS. bruna.todeschini@ufrgs.br

Recebido em: 27/07/2017 - Aprovado em: 18/08/2017 - Disponibilizado em: 30/08/2017

RESUMO: Este artigo objetiva mapear os modelos de negócio para projetos de energia solar fotovoltaica no Brasil, considerando a inserção de um agente integrador da rede, que pode vir a viabilizar projetos que não seriam plausíveis sem a sua participação. A partir da identificação de variáveis estratégicas e contextuais que impactam os diferentes modelos de negócio, foram realizadas entrevistas com especialistas do mercado de energia, que possibilitaram um entendimento do contexto teórico e prático vivenciado no país, possibilitando a construção de um guia de suporte ao processo de tomada de decisão de modelos de acordo com a dimensão de cada projeto. Os resultados mostram que no Brasil os modelos de negócio com maior viabilidade para o avanço da energia solar são os leilões de geração centralizada e o modelo Build, Operate and Transfer para consumidores comerciais e industriais.

PALAVRAS-CHAVE: Modelo de negócio; Energia Solar Fotovoltaica; Mercado de Energia Brasileiro.

ABSTRACT: This article aims to map the business models for photovoltaic solar energy projects in Brazil, considering the insertion of an integrating agent in the network that may lead to feasible projects that would not be plausible without its participation. Based on the identification of strategic and contextual variables that impact the different business models, interviews were conducted with energy market experts, which enabled an understanding of the theoretical and practical context experienced in the country, enabling the construction of a decision guide to support the decision-making process of the models according to the size of each project. Results show that the most viable business models for the advancement of solar energy in Brazil are centralized generation auctions and the Build, Operate and Transfer model for commercial and industrial consumers.

KEYWORDS: Business model; Photovoltaic Solar Energy; Brazilian Energy Market.

1. INTRODUÇÃO

A energia solar está assumindo um importante papel na matriz energética mundial, sobretudo na vertente fotovoltaica. Nos últimos dez anos, a capacidade

global acumulada de geração de energia solar fotovoltaica cresceu em torno de 49% por ano. Em 2013, cerca de 37 GW foram instalados em mais de 30 países, trazendo a capacidade global para mais de

135 GW (IEA, 2014). Na Europa, a acelerada difusão da geração solar se justifica devido a subsídios (incentivos financeiros e regulatórios) motivados pelas metas de redução de emissões de gases de efeito estufa e pelo interesse estratégico de redução da dependência energética externa e utilização de energia nuclear. Além disso, na maioria destes países é possível utilizar tecnologia nacional para geração de energia solar, o que impacta positivamente na viabilidade dos projetos.

No Brasil também se verificam avanços na difusão da energia solar. No horizonte 2013-2023, o incremento previsto na expansão dos projetos solares é superior ao de fontes consolidadas, como a biomassa e as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) (Ministério de Minas e Energia, 2014). No entanto, a capacidade instalada prevista ainda é pequena se comparada com outros países com irradiação solar inferior. Por exemplo, na região mais ensolarada da Alemanha há a incidência de 1.300 kWh/m², muito abaixo do apresentado na região brasileira com menor incidência, cujos índices solares estão em torno de 1.642 kWh/m² (SALAMONI; RÜTHER, 2007). Por outro lado, em 2014, a Alemanha tinha 38.236 MW de potência instalada (D'ORTIGUE et al., 2015), enquanto o Brasil apenas 25 MW (ANEEL, 2015).

No Brasil, uma crítica forte às energias renováveis, em particular a fotovoltaica, envolve o alto custo de implementação. Os equipamentos que compõem os sistemas (módulos fotovoltaicos, banco de baterias, inversores e controladores de carga) são importados, o que implica em alto custo e pouca tecnologia nacional desenvolvida. No entanto, há indícios de mudança deste cenário. Em agosto de 2015 foi inaugurada a primeira fábrica de painéis solares do país. Com capacidade de 180 MW por ano, a Globo Brasil está localizada no interior de São Paulo, e tem possíveis concorrentes em fases avançadas de

negociação: a canadense Canadian Solar, a norte-americana SunEdison e a chinesa BYD devem anunciar investimentos em fábricas de painéis solares no Brasil em breve (COSTA, 2015). A nacionalização da tecnologia, além de minimizar o custo dos equipamentos, oferece segurança para os instaladores, que têm fácil acesso ao pós-venda e à assistência técnica, quando necessária.

Atualmente, muitos projetos de energia solar são elaborados no Brasil. Porém, grande parte acaba não sendo implementada devido, sobretudo, ao alto investimento inicial. Segundo estudo do WWF (2015), a grande dificuldade para a difusão da geração distribuída no Brasil consiste na dificuldade do consumidor em financiar a instalação. Ainda segundo o WWF (2015), para se tornar opção atrativa e economicamente favorável, as taxas de juros de financiamentos para microgeradores devem ser próximas a 6%/ano, o que hoje não ocorre. No caso da geração centralizada, a falta de capacidade de absorção dos leilões de energia realizados pelo governo federal (que garantem a compra da energia gerada por um período de tempo) dificultam grandes projetos. Este dado é comprovado pelo resultado do 7º Leilão de Energia de Reserva de 2015, que teve 341 projetos de energia solar habilitados para concorrência, somando uma potência de 11.261 MW, mas somente 30 empreendimentos contratados, somando 833,8 MW (7,4% da potência cadastrada).

Embora o retorno sobre o investimento no setor fotovoltaico esteja estimado em mais de 20% (ABINEE, 2012), diversos entraves tornam os projetos aparentemente inviáveis. Por exemplo, citam-se incertezas sobre manutenção de incentivos, instabilidade de mercado e agressivo fluxo de caixa inicial que o projeto demanda, bem como as questões legais que regem o setor elétrico no país e o desconhecimento das possibilidades de negócio, tanto

por parte dos investidores, quanto por parte dos clientes.

Na ausência de políticas de incentivo estruturadas para a geração solar fotovoltaica, surge, como alternativa aos tradicionais métodos de financiamento, a figura dos integradores (BURGER e LUKE, 2017). Estes se constituem em investidores dispostos a não somente financiar um projeto, mas, muitas vezes, a se encarregar de atividades como construção e operação por determinado tempo, tendo assim um retorno maior do que apenas os juros do financiamento concedido.

Integradores de projetos de energia solar podem financiar e conduzir diferentes modelos de negócio. Um modelo de negócio demonstra como uma empresa cria e agrega valor aos seus clientes, através da articulação lógica entre os elementos que o compõe (TEECE, 2010). Porém, por se tratar de um segmento emergente, sobretudo no contexto de um país em que a regulamentação do setor de energia é relativamente recente e sujeita a mudanças, ainda não há uma clara definição das opções de modelo de negócio para integradores. Esse fato pode desestimular agentes econômicos que, em condições de maior definição estratégica, poderiam se constituir em integradores. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é levantar os diferentes tipos de modelos de negócio possíveis para integradores em projetos de energia solar no Brasil, de modo similar ao que foi feito por Zhang (2016) na China e Strupeit e Palm (2016) nos Estados Unidos, Alemanha e Japão. Além disso, o trabalho objetiva identificar as variáveis estratégicas e contextuais que impactam os diferentes modelos de negócio e verificar necessidades de adaptação dos mesmos para o cenário brasileiro. A base para esta análise é a resolução normativa nº 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), principal iniciativa com intuito de reduzir as barreiras para a penetração da geração distribuída de

pequeno porte, simplificando a conexão de pequenas centrais à rede de distribuidoras de energia e criando o sistema de compensação de energia elétrica. Esta análise é necessária uma vez que os modelos de negócio levantados são originados em economias desenvolvidas, como Alemanha (RICHTER, 2013), Holanda (HUIJBEN e VERBONG, 2013) e Estados Unidos (STRUPEIT e PALM, 2016). Finalmente, o artigo objetiva, a partir da comparação dos parâmetros identificados e a realidade brasileira, propor um guia de suporte à decisão que indique o modelo de negócio mais indicado para projetos de energia solar no Brasil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção apresenta uma revisão bibliográfica do cenário atual de energia solar fotovoltaica no Brasil, bem como conceituação dos principais modelos de negócio utilizados para projetos nesta área e incentivos atualmente disponíveis no Brasil.

2.1 ENERGIA SOLAR NO BRASIL

A necessidade da diversificação da matriz energética brasileira está cada vez mais iminente. O Brasil está percebendo que a concentração de geração de energia na fonte hidráulica pode causar prejuízos para o desenvolvimento do país, principalmente em períodos de estiagem, quando os reservatórios esvaziam e o risco de falta de energia para suprir a demanda se torna elevado. A participação da fonte hidráulica na matriz energética está diminuindo: em 2014, ficou com 65,2% na estrutura da Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE), incluindo a importação de Itaipu, contra 70,6% em 2013 (MME, 2014).

O plano decenal de expansão de 2022, publicado pelo MME, prevê o crescimento de 4,2% da demanda de

energia por ano e simultaneamente a redução da participação das hidrelétricas por conta do esgotamento de possibilidades de expansão da capacidade instalada. Diante deste cenário, as energias renováveis aparecem como fortes candidatas à diversificação da matriz e a redução de futuras crises energéticas. Entre as fontes alternativas, é destacada a energia solar fotovoltaica como opção, apesar de se encontrar em estágio inicial no Brasil.

A energia solar apresentou avanços no Brasil nos últimos anos. Em 2013, correspondia a 0,01% da matriz energética brasileira, já em 2014 aumentou sua participação para 0,03%, uma evolução de 235,5% em um único ano (MME, 2015). Os leilões de energia, uma forma de incentivo via garantia de demanda, estão abrindo espaço para o desenvolvimento da fonte solar fotovoltaica. Quatro importantes leilões de projetos solares ocorreram no Brasil no biênio 2014-2015, resultando na contratação de 4.321 megawatts-pico (MWp) de potência (CCEE, 2015).

Diversos estudos sugerem efeitos de aprendizagem na indústria fotovoltaica, de modo que cada vez que se dobra a capacidade instalada dos módulos, seus preços sofrem uma diminuição de aproximadamente 20% (DE LA TOUR et al., 2013; BARBOSA, 2016). No período de 2009-2013 houve crescimento de quase 500% da capacidade instalada de sistemas fotovoltaicos no mundo (MASSON et al., 2014), o que contribuiu significativamente para a diminuição dos preços de módulos fotovoltaicos. Utilizando uma simulação de Monte Carlo para o período entre 2015 e 2020, Nakabayashi (2014) afirma que, em um cenário padrão, a probabilidade de viabilidade econômica para a microgeração nas 27 capitais brasileiras aumentará de 62,1% em 2015 para 90,1% em 2020, devido principalmente à melhora nos processos produtivos e maturação do mercado, além da perspectiva de aumento da tarifa de energia. Ainda segundo

Nakabayashi (2014), a microgeração somente seria inviável economicamente em um cenário em que a tarifa de energia elétrica sofresse reajuste anual negativo.

Ainda que tenha sido identificada redução nos custos para viabilidade de projetos de energia solar no Brasil no ano de 2014, a engenharia financeira é considerada um dos principais entraves à evolução desta fonte no país. Ainda hoje, a maior parte da tecnologia solar é importada (ESPOSITO e FUCHS, 2013), sendo assim, há variáveis econômicas que influenciam diretamente o avanço dos investimentos neste setor.

Leilões de energia aparecem como modelos que viabilizam projetos através de incentivo de demanda garantida, no entanto são restritos para geração centralizada de grande porte na forma de usinas solares. Para geração comercial e residencial de menor porte, deve-se analisar, por um lado, incentivos governamentais e, por outro, um modelo financeiro benéfico para as partes envolvidas. Existem diversos modelos de negócio que podem viabilizar os diferentes projetos de geração de energia solar, mas este trabalho engloba os mais comuns no cenário brasileiro. Nas seções seguintes são conceituados os formatos de instalação e modelos de negócios já consolidados e aplicados com sucesso em outros países, porém ainda incipientes no cenário brasileiro, bem como explorados brevemente os mecanismos de incentivo governamental à geração de energia solar. Evidentemente, nem todos os modelos possíveis foram abordados; o modelo comunitário, por exemplo, bastante difundido na Alemanha e Áustria (HATZL et al., 2016; FLEIß et al., 2017), não foi incluído entre os modelos levantados.

2.1.1 INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS

Para alavancar os investimentos na fonte solar, foram criados incentivos que podem transformar projetos inicialmente inviáveis em viáveis e com retorno sobre o investimento. Incentivos e políticas governamentais são um dos principais fatores direcionadores de modelos de negócios de integradores de energia solar fotovoltaica (BURGER e LUKE, 2017). Barbosa (2016) lista sete tipos principais de incentivos: subsídios financeiros (p.ex., condições de crédito facilitadas), incentivos fiscais, tarifas prêmio, sistemas de quotas, leilões, taxas ambientais e fundos de P&D. Os principais incentivos e subsídios destinados à geração de energia solar fotovoltaica são contemplados em resoluções da ANEEL como, por exemplo, a Resolução 481/2012 (ANEEL, 2012), que concede descontos na Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão (TUST) e na Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD), bem como em programas do governo federal, como o Programa Luz para Todos (LPT), que instala painéis solares em locais sem acesso à energia elétrica, abrangendo inclusive o Sistema Isolado.

Outro tipo de incentivo é a chamada Venda Direta a Consumidores, que autoriza geradores de energia de fonte solar (e outras fontes alternativas) com potência injetada inferior a 5MW a comercializar energia elétrica, sem intermediação das distribuidoras, com consumidores especiais, com carga entre 500 kW e 3.000 kW. Na aquisição da energia, os consumidores especiais são beneficiados com desconto na TUSD, o que estimula a substituição, como fornecedor da energia, da distribuidora pelo gerador da fonte alternativa. Para consumidores com carga de até 1MW, o incentivo atualmente aplicado é a participação no Sistema de Compensação de Energia Elétrica, instituído pela Resolução Normativa nº 482/2012 (ANEEL, 2012).

Os incentivos fiscais também são uma forma valiosa de estimular os investimentos em projetos de energia solar fotovoltaica. Os principais programas de fomento neste âmbito são o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS) e o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), que reduzem a zero as alíquotas de PIS/PASEP e COFINS incidentes na venda no mercado interno ou de importação de máquinas para incorporação ao ativo imobilizado da pessoa jurídica (PADIS) e para equipamentos, materiais e serviços destinados a obras de infraestrutura (REIDI). Além destes, ainda podemos destacar o Convênio nº 101, de 1997, do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ, 1997), que isenta do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) as operações envolvendo diversos equipamentos destinados à geração de energia elétrica por células fotovoltaicas e as Debêntures Incentivadas, que promovem a isenção de Imposto de Renda dos rendimentos de pessoa física relacionados à emissão de debêntures por sociedade de propósito específico, dos certificados de recebíveis imobiliários e de cotas de emissão de fundo de investimento em direitos creditórios, relacionados à captação de recursos com vistas a implementar projetos de investimento na área de infraestrutura, incluindo projetos de geração de energia elétrica fotovoltaica.

Por fim, um subsídio fundamental para a implementação em escala e evolução de projetos de energia solar fotovoltaica são as condições diferenciadas de financiamento, oferecidas principalmente por instituições financeiras. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) determina que projetos de energia solar podem obter financiamento com taxa de juros abaixo

das praticadas pelo mercado e prazo de amortização de até 20 anos.

A participação da energia fotovoltaica em leilões de energia também é uma forma de incentivo regulatório. A grande vantagem desta forma de viabilização é a efetiva garantia de que projetos de médio e longo prazo serão contratados. Mesmo que não voltada à geração distribuída, esta participação incentiva investidores a realizar estudos, projetos e propostas, propiciando a crescente participação da energia solar na matriz energética brasileira (BARROS, 2014).

2.1.2 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Com o intuito de diminuir as barreiras para a conexão de pequenas centrais geradoras na rede de distribuição, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a Resolução Normativa (RN) nº 482/2012, que determina os conceitos e condições para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição e de compensação de energia elétrica. Em 2015, a RN nº 482 foi revisada pela RN nº 687, que alterou conceitos para possibilitar a ampliação de modelos de negócio no país. Segundo a classificação normativa, conceitua-se microgeração distribuída como uma central geradora de energia elétrica com potência instalada menor ou igual a 75kW, enquanto minigeração abrange uma central com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW. Ainda segundo a ANEEL (2012), ambas centrais devem utilizar fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. As centrais geradoras que forem caracterizadas desta forma podem acessar o sistema de compensação regulamentado por esta mesma resolução. Neste

sistema, a energia ativa injetada por unidade consumidora é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e, posteriormente, é compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade.

2.1.3 GERAÇÃO COMPARTILHADA

Regulamentada pela Resolução Normativa nº 687 (ANEEL, 2015), a geração compartilhada se caracteriza pela reunião de consumidores, dentro de uma mesma área de concessão, por meio de consórcio ou cooperativa que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada. O consórcio ou cooperativa pode ser composto por pessoa física ou jurídica, o que permite novos modelos de negócio para a expansão da geração distribuída.

2.1.4 GERAÇÃO CENTRALIZADA

As usinas solares se caracterizam pela geração fotovoltaica em larga escala. Atualmente, considera-se uma usina o empreendimento que gera acima de 5MW. Conforme resolução 676/2015 (ANEEL, 2015), para fins de registro, uma central geradora acima de 5MW deve requerer outorga junto à ANEEL, podendo entrar em operação somente após a outorga.

É preciso aperfeiçoar as políticas de estímulo à geração centralizada, que abarca os grandes projetos de parques solares, como a realização do 8º Leilão de Energia de Reserva em 2015, que resultou na contratação de 929,34 MW (CCEE, 2015). De acordo com estudo da WWF Brasil (2015), para garantir o desenvolvimento da cadeia produtiva nacional de

equipamentos é essencial assegurar uma demanda alta nos leilões de energia solar dos próximos anos, tornando assim atraentes os investimentos no setor de energia solar fotovoltaica.

2.2 MODELOS DE NEGÓCIO

Esta seção apresenta os modelos de negócio mais comuns e de maior eficácia para implementação de projetos de energia fotovoltaica no Brasil e no mundo. Entende-se por modelo de negócio não apenas a arquitetura financeira de um empreendimento, mas também sua parte conceitual e organizacional, através da articulação lógica entre os elementos que o compõe (TEECE, 2010). Petrovic et al. (2001) complementam que o modelo de negócio deve ser uma forma de explicar o valor que está por trás da concepção dos processos que o compõem, evidenciando os motivos pelos quais são realizados da forma descrita. De acordo com Morris, Schindehutte e Allen (2005), as principais categorias de um modelo de negócio são econômica, operacional e estratégica. Essas categorias irão demonstrar como o negócio se estrutura e gera ganhos.

Osterwalder e Pigneur (2011) propuseram nove dimensões para construir um modelo de negócio: o segmento de clientes, a proposta de valor, os canais de relacionamento com os clientes, as fontes de receita, os recursos-chave, as atividades-chave, as parcerias principais e a estrutura de custos. A partir destas dimensões, os autores desenvolveram o Business Model Canvas, ferramenta amplamente difundida na literatura técnica e acadêmica sobre o tema e, em função disso, utilizada para descrever os modelos de negócio a seguir e, posteriormente, para apoiar a metodologia de pesquisa.

2.2.1 LEILÃO DE ENERGIA DE RESERVA

A Constituição Brasileira de 1988 determina que o Governo Federal é responsável pelo fornecimento de energia elétrica, podendo prestar o serviço diretamente ou por meio de concessões, permissões ou autorizações. Os leilões são a principal forma de contratação de energia no Brasil. Por meio desse mecanismo, concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN) garantem o atendimento à totalidade de seu mercado no Ambiente de Contratação Regulada (ACR). Os leilões de energia elétrica são realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), por delegação da Aneel.

Existem diversas modalidades de leilão, no entanto, o que proporciona maior contratação para energia solar fotovoltaica é o leilão de energia de reserva (LER). Os LER têm como objetivo a venda de energia de reserva, destinada a aumentar a segurança no fornecimento de energia elétrica ao Sistema Interligado Nacional (SIN) proveniente de usinas especialmente contratadas para este fim, seja de novos empreendimentos de geração ou de empreendimentos existentes.

A geração fotovoltaica, desde que iniciou sua participação nos leilões, vem batendo recordes de contratação. No oitavo LER, conforme a CCEE (2015), foram contratados 929,34 MW. O governo brasileiro classifica esse processo como estratégico na inclusão da energia solar fotovoltaica em grande escala na matriz elétrica nacional. Como estímulo à participação nos leilões, o desconto nas tarifas concedido pela Resolução Normativa 481/2012 (ANEEL, 2012) se aplica para projetos de até 30 MW.

As empresas vencedoras do leilão celebram um Contrato de Energia de Reserva (CER) com a CCEE, que segue um padrão pré-definido pela ANEEL. A receita de venda relativa a cada usina é composta por

(i) receita fixa, (ii) receita variável e (iii) receita antecipada, definida com base no preço de venda da usina e nos montantes de energia contratada e energia gerada.

Visto que o cliente deste modelo é o Governo Federal, que tem obrigação conforme constituição de fornecer energia, este modelo tem como proposta de valor garantir a entrega da energia contratada de uma fonte renovável a um preço pré-fixado em contrato. O relacionamento da empresa com o governo deve seguir as exigências contratuais, como prestações de conta durante o andamento da obra e fornecimento de informações aos fiscais alocados para o empreendimento que acompanham a execução para garantir que o empreendimento estará habilitado a fornecer energia no prazo contratado.

O fornecedor, muitas vezes um consórcio de empresas, deve possuir pessoal especializado para instalação e operação, além de capital disponível para iniciar o empreendimento, que pode ser próprio ou por meio de financiamentos. É necessário ainda ter fornecedores de equipamentos parceiros e equipe (própria ou subcontratada) homologada nas concessionárias para execução de trabalhos na rede elétrica.

2.2.2 BUILT, OPERATE AND TRANSFER (BOT)

O modelo BOT começou a ser difundido na década de 80, principalmente em parcerias público-privadas de projetos de infraestrutura e outras concessões governamentais (MENHEERE; POLLALIS, 1996). Por este motivo, seu conceito foi bastante difundido e formalizado em diversos relatórios governamentais. No Brasil, pode ser encontrado no relatório de conceitos de parcerias público-privadas do Ministério do Planejamento. O formato deste modelo consiste na concessão de um projeto específico a uma terceira

parte, no qual o contratado financia, constrói e opera a instalação negociada. Este tipo de contrato possui um prazo pré-determinado e, após o seu término, a instalação é transferida inteiramente ao contratante.

Segundo Augenblick e Custer (1990) pela complexidade dos projetos BOT, é muito comum a formação de uma Sociedade para Fins Específicos (SPE) para a construção e gerenciamento do empreendimento. Essa nova organização, formada por dois ou mais financiadores do projeto, assume todo o risco envolvido, além de buscar a captação dos recursos necessários.

Muito comum em parcerias público-privadas, este formato também vem ganhando espaço em projetos privados de energia fotovoltaica, visto que sua proposta de valor é interessante para o cliente e fornecedor. Neste modelo, a parte contratante tem a vantagem de pagar a mesma taxa de um financiamento de alguma instituição financeira, porém com a garantia de construção, operação e manutenção do ativo, recebendo-o integralmente ao final do prazo estabelecido. Além do ganho financeiro iminente, a empresa transfere todo o risco de projeto e operação para uma empresa especializada. Em contrapartida, a empresa contratada e operante determina a tarifa de energia a ser cobrada no período, agregando um valor de amortização para a transferência da propriedade ao final do período de operação estipulado. Esse valor possibilita obter ganhos que retornem seu investimento e gerem lucro. Devido aos prazos longos da concessão, as tarifas são corrigidas com base em algum indexador pré-estabelecido, e normalmente possibilitam que o contratado receba uma taxa de retorno satisfatória sobre o investimento.

Augenblick e Custer (1990) afirmam que um ponto essencial para o sucesso de um projeto BOT é estar financeiramente sólido. Segundo os autores, é

essencial que a SPE formada para o projeto envolva players com experiência, ativos e patrimônio condizentes com o tamanho do empreendimento. Grandes empresas, que geralmente tem um alto consumo de energia, são o segmento foco deste modelo. Isso se deve ao fato de conseguirem mitigar grande parte deste custo com projetos desta natureza, tendo uma assistência pessoal dedicada de equipe especializada.

2.2.3 POWER PURCHASE AGREEMENT (PPA)

Segundo Thumann e Woodroof (2009), cerca de 60% de todos os projetos comerciais de energia solar utilizam o formato *Power Purchase Agreement*. Este formato é um contrato de fornecimento de energia, no qual os envolvidos são a empresa geradora, a qual é responsável integral pela instalação, operação e manutenção da planta se mantendo proprietária do ativo, e o cliente comprador da energia gerada (THUMANN; WOODROOF, 2009).

Assim como no formato BOT, esse modelo de negócio transfere a responsabilidade integral de risco e operação da planta para o fornecedor, que por sua vez se qualifica como proprietário da instalação. Sendo assim, da mesma forma que nos projetos BOT, em casos de grandes empreendimentos, torna-se interessante a formação de uma SPE, com capacidade e solidez para financiar, construir e gerenciar o empreendimento.

Por ser especializada na atividade, a empresa geradora consegue otimizar a performance e resultado da capacidade instalada, gerando como benefício ao cliente a possibilidade de compra da energia por tarifas menores ou termos melhores que os disponibilizados pelas concessionárias. A compra de energia diretamente do gerador deve ser permitida ao

consumidor por lei (consumidor livre). Atualmente no Brasil, conforme Lei 9.074/95, a migração para consumidor livre somente pode ser solicitada por clientes que consumam acima de 3MW e sejam alimentados em tensão igual ou superior a 69kV.

Thumann e Woodroof (2009) argumentam que a principal diferença do PPA para os demais modelos é que o cliente paga apenas o valor definido da energia gerada, inexistindo qualquer valor de manutenção ou amortização para que passe a ser proprietário da planta ao final do prazo. Devidas às complexidades dos contratos, os projetos utilizando PPAs são tipicamente de longo prazo (de 15 a 20 anos). O risco para o cliente reside na eventual queda do valor da energia fornecida pela concessionária, pois este impacto não gera alteração contratual no valor pré-fixado com o fornecedor. Por outro lado, os riscos para o fornecedor estão na não geração de acordo com o planejado, pois a geração depende da intensidade solar e pode diferir do previsto em projeto, bem como na manutenção das instalações.

2.3 REDES DE VALOR ORQUESTRADAS

Com o crescimento das redes e relações interorganizacionais, tornou-se essencial gerenciar a colaboração e interação entre os agentes da rede. Uma forma que vem ganhando espaço nos modelos de negócio atuais é o uso de uma entidade fora do âmbito operacional, chamados integradores de rede (BAKTHIYARI et al., 2014).

Considerando os objetivos em comum dos *players* envolvidos, quanto mais coordenadas estiverem as interações entre eles, maior será a eficiência de suas operações. Um integrador busca maximizar as capacidades da rede, distribuindo atribuições entre os agentes e gerenciando suas interações, além de

serem os pontos com maior número de conexões na rede e, com isso, possuem alto poder de decisão (RODON, BUSQUETS & CHRISTIAANSE, 2005).

Rodon et al. (2005) sintetizam as atribuições dos integradores em quatro funções, com base em diversos autores: (i) Arquitetos: definem os objetivos e designam os parceiros que farão parte da rede; (ii) Juízes: definem os níveis de performance esperados para os membros da rede; (iii) Desenvolvedores: gerenciam as necessidades físicas e intelectuais do projeto e empresas envolvidas; (iv) Líderes: estimulam a participação voluntária e recompensam a performance dos envolvidos.

Segundo Chandrashekar e Schary (1999), o orquestrador é também, em grande parte dos casos, a organização que procura e seleciona parceiros para realizar uma oportunidade de negócio específica, dando início ao projeto. Em empreendimentos de alto investimento e complexidade, como a instalação de uma planta fotovoltaica, um integrador pode atuar como um investidor, que integrará o cliente com o instalador, e não somente financiará um projeto, mas, muitas vezes, será o responsável pela construção e operação por determinado tempo, tendo assim um retorno maior do que apenas os juros do financiamento concedido.

3. MÉTODO

Em um cenário de instabilidade do setor elétrico brasileiro, conforme descrito na seção 2.2, o presente estudo foi realizado com especialistas do mercado de energia solar brasileiro. Este estudo foi necessário dado o contexto atual do mercado de energia solar fotovoltaica no país, mercado este que está emergindo e buscando formas de viabilizar projetos, seja adaptando modelos de negócio existentes, ou a

legislação vigente, que ainda gera entraves para que o mercado seja impulsionado. Neste contexto, empresas integradoras de clientes e prestadores de serviço podem ter um papel fundamental na viabilidade de um projeto.

Com o objetivo de aprofundar o conhecimento acerca do problema, visando estimular a compreensão, sugerir hipóteses e questões e ainda desenvolver a teoria, esta pesquisa envolveu as seguintes etapas: (a) preparação do estudo de caso, incluindo uma revisão bibliográfica exploratória sobre o conceito de modelos de negócios e o contexto do setor de energia fotovoltaica no Brasil; (b) condução do estudo de caso, contemplando pesquisa documental e entrevistas com especialistas em energia fotovoltaica; (c) análise e mapeamento dos resultados; (d) construção de um guia de suporte à decisão, que aponte o modelo de negócio mais indicado para projetos de energia solar no Brasil de acordo com a sua dimensão e, por fim, (e) validação do guia junto a especialistas.

Como estratégia de pesquisa, adotou-se o estudo de caso. Para estudos neste formato, cinco componentes se fazem importantes: as questões do estudo, suas proposições (elencados na introdução deste trabalho), sua unidade de análise, a lógica que une os dados às proposições e os critérios para interpretar as constatações (YIN, 2005). A unidade de análise do estudo foi o setor de energia solar fotovoltaica brasileiro, ainda incipiente no país, mas se mostrando com grande potencial. Os instrumentos de coleta de dados foram principalmente observação, pesquisa documental e entrevistas semiestruturadas. Para garantir qualidade às pesquisas qualitativas, é necessário congruência entre os paradigmas teóricos e os métodos e técnicas empregados para abordar a realidade empírica (FOSSEY et al., 2002). Assim, foi definido que a amostragem para pesquisa seria teórica e segundo critérios pré-estabelecidos.

O estudo de caso conta com diversas técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas agrega a observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e entrevistas com pessoas que, de alguma forma, estão envolvidas no contexto do problema de pesquisa (YIN, 2005). Para o levantamento da população entrevistada, foi utilizada a técnica de amostragem em bola de neve. Segundo Dewes (2013), esta técnica é bastante empregada quando a população almejada não pode ser facilmente identificada e a tarefa de construir uma lista de possíveis entrevistados com as características necessárias é complexa. Este método pressupõe que exista uma ligação entre os membros da população, ou seja, um membro é capaz de identificar outros com facilidade. Utilizando esta técnica, foram contatados seis profissionais, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Lista de Entrevistados

| Entrevistado | Descrição |
|----------------|---|
| Entrevistado 1 | Sócio-diretor de empresa de projeto e execução de instalações solares fotovoltaicas residenciais - Porto Alegre, RS. |
| Entrevistado 2 | Consultor em Desenvolvimento de Novos Negócios em energia renovável, com foco em solar - São Paulo, SP. |
| Entrevistado 3 | Sócio-diretor de empresa de projeto e execução de instalações solares fotovoltaicas residenciais - Porto Alegre, RS. |
| Entrevistado 4 | Sócio-diretor de empresa de projeto e execução de instalações solares fotovoltaicas, com foco em usinas de grande porte - Porto Alegre, RS. |
| Entrevistado 5 | Gerente de Engenharia de empresa de solução integrada em projetos de energia na modalidade BOT (concepção, investimento, instalação, operação, manutenção) - São Paulo, SP. |
| Entrevistado 6 | Diretor de fábrica de equipamentos de energia – Montevideú, Uruguai. |

Fonte: os autores.

As entrevistas foram feitas individualmente com perguntas abertas e semiestruturadas, norteadas por

uma tabela preenchida previamente conforme dimensões da ferramenta *Business Model Canvas* para cada um dos modelos identificados na revisão bibliográfica, objetivando compreender a opinião do entrevistado sobre cada uma das variáveis dos modelos de negócio elencados e ainda levantar outros modelos não inicialmente citados, mas que o entrevistado julgasse relevante, conforme Tabela 2. Além disso, os entrevistados foram questionados quanto à sua visão com relação a cinco tipos de barreiras para difusão de projetos de geração de energia fotovoltaica, conforme *framework* proposto por Yaqoot et al. (2016): técnicas, econômicas, institucionais/regulatórias, socioculturais e ambientais.

Realizou-se uma análise de conteúdo qualitativa dos resultados obtidos no estudo de caso e sumarizada em quadros comparativos. A análise dos dados permitiu o mapeamento e comparação entre cada uma das variáveis relevantes, objetivando determinar quais as vantagens, desvantagens e restrições de cada modelo de negócio para cada situação, na opinião dos entrevistados. Dado que muitas variáveis sofrem influência direta de macro decisões políticas e econômicas, os resultados refletiram o cenário atual da economia; no entanto, em diferentes cenários, os resultados sofreriam alterações significativas.

4. RESULTADOS

Os resultados são apresentados de forma descritiva, baseados nas quatro dimensões do *Business Model Canvas* mais abordadas pelos respondentes: segmento de clientes, parcerias principais, fontes de receita e estrutura de custos. Primeiramente é descrito o cenário brasileiro atual na opinião dos entrevistados, incluindo barreiras para inserção dos modelos levantados e, posteriormente, aspectos específicos de cada modelo de negócio. Posteriormente, será

apresentado o guia de suporte à decisão, elaborado para apoiar na definição de um modelo ideal para cada perfil de cliente.

4.1 CENÁRIO BRASILEIRO ATUAL PARA PROJETOS FOTOVOLTAICOS

Em linhas gerais, a análise dos resultados aponta que, nos últimos anos, a energia solar começou a ganhar evidência e despertar interesse do governo e de investidores no Brasil. Barreiras regulatórias e institucionais têm sido minimizadas pelos esforços de governos federais e estaduais no sentido de ampliar e fortalecer o marco regulatório da energia fotovoltaica, enquanto barreiras ambientais e socioculturais foram consideradas mínimas pelos entrevistados. Amplos investimentos e incentivos foram planejados e prometidos, devido à alta incidência solar no país e a necessidade de diversificação da matriz energética. À espera destes, empresas planejam inúmeros projetos nesta área; porém, segundo os entrevistados, as expectativas não têm sido atendidas nos prazos e muitas empresas ficam com projetos parados.

Apesar de promissor, o contexto atual ainda apresenta barreiras técnicas, como mão de obra incipiente, falta de indústria produtora de tecnologia local competitiva e o processo de conexão com a rede. Além destas, as barreiras econômicas também são um grande limitante à evolução do setor.

A principal barreira econômica é o preço da energia gerada, ainda não competitivo se comparado com outras fontes renováveis, como eólica, hidráulica e biomassa. De acordo com os entrevistados, a carência de componentes tecnológicos nacionais a preços competitivos com os importados é uma dificuldade para obtenção de linhas de financiamento incentivadas do BNDES, que exigem que a maioria

dos componentes seja de fabricação nacional. Além disso, o preço dos equipamentos se torna ainda mais relevante no Brasil devido à falta de segurança. Em um contexto em que cabos de cobre e fios de telefonia são furtados periodicamente, o risco de roubo e conseqüente necessidade de reposição de placas fotovoltaicas deve ser considerado no planejamento de um projeto.

4.1.1 LEILÃO DE ENERGIA DE RESERVA

Embora os leilões de energia direcionados para a fonte solar estejam ocorrendo nos últimos dois anos,

Tabela 2: Guia para entrevistas

| Dimensão de análise | Descrição | BOT | | PPA (SunEdison) | | LEILÃO DE ENERGIA | | OUTRO | |
|------------------------------------|---|--|-----------------|--|--|--|-----------------|-------|-----------------|
| | | Atual | Viável / Futuro | Atual | Viável / Futuro | Atual | Viável / Futuro | Atual | Viável / Futuro |
| Proposta de valor | O que este modelo oferece para o mercado que realmente terá valor para os clientes. | Valor fixo energia (redução), transferência do ativo | | Preço de energia fixado por contrato por determinado prazo | | Entrega garantida da energia contratada, preço fixo, fonte alternativa | | | |
| Segmento de clientes | Quais segmentos de clientes são o foco deste modelo. | Grandes Empresas | | Médias, grandes empresas (consumidor livre) | Residencial, pequenas, médias e grandes empresas (venda) | Governo | | | |
| Canais | Como o cliente compra e recebe seu produto e serviço. | Vendas: Equipe especializada Operação: Planta instalada no local do consumo | | Vendas: Equipe especializada Operação: Planta instalada no local do consumo | | Participação em leilão do Governo | | | |
| Relacionamento com clientes | Como a empresa se relaciona com cada segmento de cliente neste BM. | Assistência pessoal dedicada | | Assistência pessoal dedicada | | Conformidade com exigências contratuais | | | |
| Atividade-chave | Quais são as atividades essenciais para que seja possível entregar a proposta de valor. | Ter pessoal especializado para instalação, operação e capital inicial disponível (financiamento) | | Ter pessoal especializado para instalação, operação e capital inicial disponível (financiamento) | | Ter pessoal especializado para instalação, operação e capital inicial disponível (financiamento) | | | |
| Recursos principais | Quais são os recursos necessários para realizar as atividades-chave. | Projetistas, Homologação em concessionárias, captação de crédito | | Projetistas, Homologação em concessionárias, captação de crédito (Grupo de PPA para revender) | | Projetistas, Homologação em concessionárias, captação de crédito | | | |
| Parcerias principais | Quais são as atividades-chave realizadas de maneira terceirizada e os recursos principais adquiridos fora da empresa. | Fornecedores de equipamentos; Investidores | | Fornecedores de equipamentos; Investidores | | Fornecedores de equipamentos; Investidores | | | |
| Fontes de receita | Quais são as formas de obter receita por meio de propostas de valor. | Venda de energia valor fixo pelo tempo do contrato; amortização da planta | | Lucro do valor do contrato; Taxa de desenvolvimento/ Taxa de monitoramento e manutenção | | Lucro do valor contratado | | | |
| Estrutura de custos | Quais os custos relevantes necessários para que a estrutura proposta possa funcionar. | Custo de aquisição (vendas + contratual), custo de instalação (projeto + aquisição de materiais); custo de manutenção (operação da planta) | | Custo de aquisição (vendas + contratual), custo de instalação (projeto + aquisição de materiais); custo de manutenção (operação da planta) | | Custo de aquisição (vendas + contratual), custo de instalação (projeto + aquisição de materiais); custo de manutenção (operação da planta) | | | |

Fonte: os autores.

as usinas não têm sido construídas pelas empresas vencedoras. Foi unânime a menção dos entrevistados quanto ao pleito de adiamento da data de entrada em operação dos empreendimentos de energia solar. Os investidores alegam que houve drástica mudança no cenário macroeconômico global e no cenário político brasileiro entre 2015 e 2017, com reflexos diretos na viabilidade de implantação e sustentabilidade dos projetos. A taxa de câmbio dólar-real, somada à ausência de desenvolvimento de uma cadeia produtiva local de placas solares dificulta a aquisição de equipamentos para os projetos a custos viáveis, afetando a estrutura de custos planejada.

Tabela 3: Vantagens, desvantagens e restrições – Leilão de Energia de Reserva

| | |
|---------------------|--|
| Vantagens | Rentabilidade fixa; baixa necessidade de O&M se comparada a outras fontes. |
| Desvantagens | Alto investimento inicial; não há linhas de incentivo. |
| Restrições | Custo do dólar ante o real dificulta importações; falta de cadeia produtiva nacional impede utilização dos incentivos via BNDES. |

Fonte: os autores.

Para a geração centralizada no Brasil, os especialistas consultados não enxergam outro modelo de negócio viável além dos leilões do governo. O governo é o segmento de cliente deste modelo e, apesar de o investimento ser alto, garantir uma rentabilidade fixa como fonte de receita é essencial para gerenciamento de riscos, dados os custos de implementação de uma planta. O que é visto como tendência para os especialistas é uma diminuição no percentual da geração vendido no leilão e consequente aumento do percentual de venda no mercado livre. Dessa forma, as empresas tenderiam a vender em leilão o mínimo necessário para garantir a viabilidade do projeto e arriscar o percentual de geração restante no mercado livre de venda de energia, em que a possibilidade de vender a um preço que gere maior retorno vem crescendo. Como a venda no mercado livre é uma

operação de alta volatilidade, a rede de valor orquestrada do empreendimento deve estar muito bem definida para evitar conflitos de decisão. Em resumo, os principais pontos levantados pelos entrevistados a respeito do modelo de leilão de energia de reserva estão elencados na Tabela 3.

4.1.2 BUILD, OPERATE AND TRANSFER (BOT)

Para mais da metade dos entrevistados, o formato e características do modelo BOT eram desconhecidos. O modelo, comum em parcerias público-privadas, não está difundido na área de energia solar fotovoltaica como esperado. Para o Entrevistado 2, isso se deve principalmente à dificuldade em encontrar o ponto de equilíbrio deste modelo e conseguir remunerar de forma rentável o investidor, sem prejudicar o cliente com taxas abusivas. Este fato foi confirmado pelo Entrevistado 5, que afirmou que, para viabilizar projetos de energia fotovoltaica no formato BOT, a empresa em que trabalha teve de flexibilizar a taxa de retorno usada em projetos de outras fontes, ou seja, a rentabilidade esperada de projetos fotovoltaicos neste modelo é consideravelmente menor do que a de projetos envolvendo outras fontes de energia.

Segundo o Entrevistado 4, a principal dificuldade na formulação de um projeto neste formato no Brasil, atualmente, envolve encontrar investidores dispostos a disponibilizar o capital, dada a comparação com a taxa de remuneração de outros investimentos. Além disso, para consumidores do mercado livre de energia, o mercado atual desestimula contratos de fornecimento de 20 anos, condição considerada indispensável para um empreendimento BOT. Os especialistas afirmaram que, para estimular o BOT, o PLD teria que estar acima de R\$ 70,00/MWh; no entanto, em 2016 chegou a R\$ 30,42/MWh, cenário bem diferente do ano de 2014, em que o PLD alcançou R\$ 822,83, quando se vivenciava uma grande crise energética em função das poucas chuvas

no país. As principais considerações a respeito deste modelo foram resumidas na Tabela 4.

Tabela 4: Vantagens, desvantagens e restrições - BOT

| | |
|---------------------|---|
| Vantagens | Mais fácil de acontecer no mercado cativo, pois cliente amortiza a instalação e deixa de pagar a concessionária (de quem atualmente compra energia cara). |
| Desvantagens | Competitividade atual do mercado livre desestimula possíveis clientes a ter sua própria geração e fechar um contrato longo de fornecimento. |
| Restrições | Encontrar investidores no contexto atual brasileiro; incertezas sobre o futuro do mercado desestimula contratos longos. |

Fonte: os autores.

4.1.3 POWER PURCHASE AGREEMENT (PPA)

O modelo utilizado em cerca de 60% de todos os projetos comerciais de energia solar no mundo ainda não é legalmente permitido no Brasil para todos os consumidores, uma vez que caracteriza venda de energia direta ao consumidor, o que somente é permitido àqueles consumidores que gozam do benefício do mercado livre (ou seja, que consomem acima de três MW e são alimentados em tensão igual ou superior a 69 kV).

Tabela 5: Vantagens, desvantagens e restrições – PPA

| | |
|---------------------|---|
| Vantagens | Cliente paga somente o que foi gerado; custo inicial zero (<i>solar with zero up-front cost</i>) |
| Desvantagens | Competitividade atual do mercado livre desestimula possíveis clientes a ter sua própria geração e fechar um contrato longo de fornecimento. |
| Restrições | Legislação brasileira não permite venda de energia livre a todos os consumidores; Políticas protecionistas. |

Fonte: os autores.

Segundo os especialistas entrevistados, não há uma perspectiva de alteração da legislação no Brasil para tornar este modelo legal; visto que as políticas do país são muito protecionistas. Além disso, para as empresas ofertantes, este modelo exige capital inicial extremamente alto para poder disponibilizar a instalação ao cliente, ou seja, exige empresas extremamente capitalizadas, o que é difícil no contexto brasileiro atual. As principais questões levantadas para este modelo são resumidas na Tabela 5.

4.2 SÍNTESE: PROPOSIÇÃO DE GUIA DE SUPORTE À DECISÃO

Diferentes contextos econômicos, regulatórios, sociais, culturais e competitivos requerem a análise crítica de premissas para a eficaz elaboração de modelos de negócios viáveis no longo prazo. No caso da geração de energia fotovoltaica, Strupeit e Palm (2016) mostraram como, na Alemanha, empresas locais desenvolveram um ecossistema de geração distribuída a partir de um sistema nacional uniforme de tarifas prêmio, contratos de longo prazo e acesso facilitado a capital de investimento, enquanto os Estados Unidos testemunharam um rápido crescimento de empresas de serviços via modelos de *leasing* e propriedade indireta, especialmente PPA, e no Japão o protagonismo foi assumido pelo setor de construção civil através da incorporação de módulos fotovoltaicos diretamente no processo construtivo. Da mesma forma, Zhang (2016) revisou os principais modelos de negócio de geração distribuída fotovoltaica na China e identificou diversas similaridades com o modelo norte-americano.

Após as entrevistas realizadas, conclui-se que, no Brasil, o que viabilizará o avanço da energia solar são os leilões da geração centralizada e os BOTs para consumidores comerciais e industriais. A estimativa

dos especialistas para os próximos cinco a 10 anos é de demanda por redução de custos e melhoria de eficiência. Neste sentido, a situação econômica do potencial cliente influenciará diretamente na escolha do modelo para obtenção de energia: sem verba para investimentos, deve optar por comprar diretamente do mercado livre de energia; caso esteja mais bem estruturado em recursos para investimento, deve optar por um modelo BOT. Não deve ser uma opção investir em Capex neste cenário, pois o contexto econômico do país no horizonte de curto-médio prazo não é propício para grandes investimentos. O BOT fornece mais segurança que o mercado livre (15 a 20 anos), além da previsibilidade, ou seja, é ideal para clientes que tem a energia como insumo importante, a ponto de se preocuparem com previsibilidade e não dependerem do mercado livre (mercado de curto prazo). Por outro lado, percebe-se que existem muitos investidores com Capex disponível. Parece haver também um distanciamento entre empresas que ofertam os projetos de geração e os investidores. Um resultado positivo na evolução surgimento de empresas com modelos de negócios orientados a conectar estes dois grupos de atores.

Para o mercado doméstico, não há um modelo de negócio consolidado. As empresas de oferta que estão nascendo no Brasil estão tentando vender ao cliente projetos EPC, buscando convencer a investir em Capex. Segundo os entrevistados, esta alternativa tem sucesso somente com uma pequena parcela da população alvo, que são os chamados *early adopters*, usuários que rapidamente adotam novas tecnologias baseados no impulso inicial do entusiasmo com a inovação e não se atentam muito aos custos das mesmas (ROGERS, 2003), embora não possam ser descontados os possíveis efeitos de influência social na medida em que a tecnologia se difunde entre consumidores domésticos (PALM, 2017). O

surgimento de modelos inovadores de financiamento *crowdfunding* baseados na Internet, conforme aventado por Zhang (2016) para o caso da China, pode ser uma alternativa relevante para potencializar o mercado doméstico brasileiro.

Convém ressaltar que uma forma adaptada do modelo PPA está começando a ser ofertada no Brasil como alternativa, viabilizada pela RN 687 (ANEEL, 2015). Neste modelo, em vez de se fazer um contrato de venda de energia, é feito um contrato de aluguel de equipamento (que por sua vez gera a energia), como é típico nos EUA (STRUPEIT e PALM, 2016). A RN 687 (ANEEL, 2015), uma recente alteração no marco legal (entrou em vigor em 01 de março de 2016), abriu um novo horizonte na geração fotovoltaica, propiciando geração compartilhada em condomínios e cooperativas de pessoa física e jurídica, o que, além de proporcionar autonomia de geração, reduz os custos de geração de eletricidade. Segundo o Ministério de Minas e Energia (2015), com a entrada da RN 687, espera-se um aumento de 40% na geração em pequena escala no Brasil nos próximos anos.

Baseado nesta resolução, novos modelos de negócio vêm surgindo no Brasil. O modelo praticado pela empresa Cosol, que se auto denomina o AirBnb da energia, chama atenção pela inovação na estrutura. Neste modelo, a empresa vende lotes do condomínio a investidores e intermedia a locação do lote vendido a clientes que necessitam da geração por um valor 10% inferior ao da concessionária de energia, podendo o contrato ser anual ou de dez anos. Este modelo é viável para empresas que consomem entre 10.000 e 70.000 kWh/ano, visto que os tamanhos dos lotes são pré-definidos e não ajustáveis, ou seja, este modelo é voltado para pequenas e médias empresas ou grandes consumidores residenciais.

5. CONCLUSÕES

A necessidade de diversificação da matriz energética brasileira é eminente devido à previsão de crescimento da demanda por energia e o esgotamento da fonte hidrelétrica. Considerando que o sucesso iminente na implementação de projetos desta fonte de energia em países como EUA, Alemanha e Japão baseou-se na disseminação de modelos de negócios envolvendo a participação de integradores (STRUPEIT e PALM, 2016), este trabalho buscou mapear os modelos que podem vir a ser aplicados no contexto brasileiro, e construiu um guia de suporte aos atores e clientes que desejam entrar neste mercado.

Apesar das recentes alterações nas regulamentações brasileiras, ainda existem muitas barreiras que dificultam a expansão dos projetos de energia fotovoltaica. Em âmbitos econômico, técnico e regulatório, diversos fatores tornam o ambiente atual desfavorável ao investimento. No entanto, percebeu-se que o cenário é promissor e que estas alterações fazem parte de um processo inicial necessário para o desenvolvimento do setor e consequente redução dos entraves atuais.

Esta pesquisa contribuiu de forma a atualizar os conceitos, normas, incentivos e subsídios que permitem explorar a modelagem de negócios na área de geração de energia solar fotovoltaica, com uma abordagem direcionada a empresários, investidores e

clientes, esclarecendo o papel do integrador e a importância de uma rede de valor orquestrada nos projetos. Diferentemente dos artigos sobre modelos de negócio desta área publicados até a elaboração deste estudo, nos quais usualmente há um direcionamento para o papel desempenhado pelas geradoras e distribuidoras (p.ex., HUIJEN e VERBONG, 2013; RICHTER, 2013), este trabalho traz uma contribuição relevante ao enfatizar o papel do integrador.

Considerando o objetivo de se fazer um estudo dos modelos para todos os tipos de geração (centralizada; distribuída; compartilhada), esta abordagem forneceu um tratamento amplo dos modelos identificados. Assim, para resultados mais aprofundados, são recomendados estudos similares com enfoques em cada tipo de geração, pois os envolvidos em cada modalidade possuem particularidades a serem analisadas. Por se tratar de um tema que está no início de uma curva de aprendizado no país, se enfrentou resistência de possíveis respondentes para debater o assunto. Além disso, percebeu-se que aqueles que aceitaram colaborar com o estudo, por vezes, tentaram inverter os papéis e entrevistar o pesquisador, com o objetivo de se inteirar do que os demais entrevistados estavam respondendo. Portanto, recomenda-se, para próximos estudos, a ampliação do leque de especialistas a serem consultados e a utilização de um questionário com menos possibilidades de desvios para que não se estabeleçam relações entre entrevistador e entrevistado diferentes da proposta da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABINEE [Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica]. **Propostas para inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. Acesso em out. 2015. Disponível em: <

<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>>.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica] **BIG – Banco de Informações de Geração - Capacidade de Geração do Brasil**. Acesso em mar. 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica] **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST**. ANEEL, 2012. Acesso em mai. 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/M%C3%B3dulo1_Revisao_5.pdf>.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. **Resolução Normativa 481/2012**. Brasília, 2012. Acesso em nov. 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012481.pdf>>.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. **Resolução Normativa 482/2012**. 17 de Abril de 2012. Brasília, 2012. Acesso em mar. 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. **Resolução Normativa 676/2015**. Brasília, 2015. Acesso em nov. 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2015676.pdf>>.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. **Resolução Normativa 687/2015**. Brasília, 2015. Acesso em nov. 2016. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>.

AUGENBLICK, Mark; CUSTER JR, B. Scott. **The Build, Operate, and Transfer ("BOT") Approach to Infrastructure Projects in Developing Countries**. Legal Department, Technical Department, Europe, Middle East, and North Africa Regional Office, and Infrastructure and Urban Development Department. The World Bank, 1990.

BAKHTIYARI, Mohammad; BARROS, Alistair; RUSSELL, Nick. **Enterprise Architecture for Business Networks: A Constructivist Synthesis**. **25th Australasian Conference on Information Systems**, Auckland, 2014.

BARBOSA, Solange. **A competitividade das fontes energéticas em uma abordagem de learning curves: uma proposta de regulação que incentive as energias renováveis**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2016.

BARROS, Luisa Valentim. **Avaliação de modelos de negócio para energia solar fotovoltaica no mercado de distribuição brasileiro**. São Paulo: Energia, Universidade de São Paulo, 2014.

BURGER, Scott; LUKE, Max. Business models for distributed energy resources: A review and empirical analysis. **Energy Policy**, v. 109, p. 230-248, 2017.

CCEE [Câmara de comercialização de energia elétrica]. **8º Leilão de Energia de Reserva marca deságio recorde na fonte solar, de 21,9%**. 2015. Acesso em nov. 2016. Disponível em: <http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/noticias-opiniao/noticias/noticialeitura?contentid=CCEE_359497&_afLoop=3036432457968296#%40%3Fcontentid%3DCCEE_359497%26_afLoop%3D3036432457968296%26_adf.ctrl-state%3Dohkfg2soq_110>.

CHANDRASHEKAR, Ashok; SCHARY, Philip. (1999) **Toward the Virtual Supply chain: The Convergence of IT and Organization**. **The International Journal of Logistics Management**, vol. 10, n. 2, pp.27-40, 1999.

CONFAZ [Conselho Nacional de Política Fazendária]. **Convênio ICMS 101/97**. Acesso em nov. 2016. Disponível em: <http://www1.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/icms/1997/CV101_97.htm>.

COSTA, Luciano. **Canadian Solar, SunEdison e BYD vão fabricar painéis solares**. Acesso em out. 2016. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/noticias/canadian-solar-sunedison-e-byd-va-o-fabricar-paineis-solares>>.

D'ORTIGUE, Olivier Lavagne; WHITEMAN, Adrian; ELSAYED Samah. **Renewable Energy Capacity Statistics 2015**. International Renewable Energy Agency (IRENA), 2015.

DE LA TOUR, Arnaud; GLACHANT, Matthieu; MÉNIÈRE, Yann. Predicting the costs of photovoltaic solar modules in 2020 using experience curve models. **Energy**, v. 62, p. 341-348, 2013.

DEWES, João Osvaldo. **Amostragem em bola de neve e Respondent-Driven Sampling: uma descrição dos métodos**. UFRGS, 2013.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. **Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2014-2023)**. **Nota Técnica DEA 28/13**. Rio de Janeiro, 2013. Acesso em nov. 2016. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20140203_1.pdf>.

ESPOSITO, Alexandre Siciliano; FUCHS, Paulo Gustavo. **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil**. **Revista do BNDES**, v. 40, Dezembro de 2013.

FLEIß, E.; HATZL, S.; SEEBAUER, S.; POSCH, A. Money, not morale: The impact of desires and beliefs on private investment in photovoltaic citizen participation initiatives, **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 920-927, 2017.

FOSSEY, Ellie; HARVEY, Carol; MCDERMOTT, Fiona; DAVIDSON, Larry. Understanding and evaluating qualitative research. **Australian and New Zealand Journal of Psychiatry**. v.36 pp 717-732. 2002.

GOETZBERGER, Adolf; HOFFMANN, Volker Uwe. **Photovoltaic Solar Energy Generation** Springer-Verlag, Berlim, 2005.

HATZL, Stefanie; SEEBAUER, Sebastian; FLEIß, Eva; POSCH, Alfred. Market-based vs. grassroots citizen participation initiatives in photovoltaics: A qualitative comparison of niche development. **Futures**, v. 78, p. 57-70, 2016.

HUIJBEN, J.; VERBONG, Geert. Breakthrough without subsidies? PV business model experiments in the Netherlands. **Energy Policy**, v. 56, p. 362-370, 2013.

IEA [International Energy Agency]. **Technology Roadmap - Solar Photovoltaic Energy**. Paris: IEA, 2014.

MASSON Gaëtan; ORLANDI, Sinead; REKINGER Manoël. **Global Market Outlook for photovoltaics (2014-2018)**. European Photovoltaic Industry Association, Bruxelas, 2014.

MENHEERE, Sebastiaan C.M.; POLLALIS, Spiro N. **Case Studies on Build Operate Transfer**. Delft University of Technology - Faculty of Architecture. Holanda, 1996.

MME [Ministério de Minas e Energia]. **Resenha Energética Brasileira – Exercício 2014**. Acesso em set. 2016. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138787/1732840/Resenha+Energ%C3%A9tica+-+Brasil+2015.pdf/4e6b9a34-6b2e-48fa-9ef8-dc7008470bf2>>.

MME/EPE [Ministério de Minas e Energia; Empresa de Pesquisa Energética]. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2023**. Brasília: MME/EPE, 2014. Acesso em ago. 2016. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PDEE/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202023.pdf>>.

MORRIS, Michael; SCHINDEHUTTEB, Minet; ALLEN, Jeffrey. The entrepreneur's business model - toward a unified perspective. **Journal of Business Research**, 58, pp 726 – 735, 2005.

NAKABAYASHI, Renny. **Microgeração fotovoltaica no Brasil: condições atuais e perspectivas futuras**. Instituto de Energia e Ambiente da USP. São Paulo, 2014. Acesso em nov. 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-26012015-141237/en.php>>.

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. **Business Model Generation - inovação em modelos de negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários**. Alta Books. Rio de Janeiro, 2011.

PALM, Alvar. Peer effects in residential solar photovoltaics adoption—A mixed methods study of Swedish users. **Energy Research & Social Science**, v. 26, p. 1-10, 2017.

PETROVIC, Otto; KITTL, Christian; TEKSTEN Ryan. Developing Business Models for eBusiness. **International Conference on Electronic Commerce**, Vienna, 2001.

RICHTER, Mario. Business model innovation for sustainable energy: German utilities and renewable energy. **Energy Policy**, v. 62, p. 1226-1237, 2013.

RODON, Juan; BUSQUETS, Xavier; CHRISTIAANSE, Ellen. Orchestration in ICT-enabled Business Networks: A Case in the Repairs Industry. **Bled eConference eltegration in Action**. Bled, Slovenia, paper 38, 2005.

ROGERS, Everett. **Diffusion of Innovations**, 5ª edição. Free Press. Nova Iorque, 2003.

SALAMONI, Isabel.; RÜTHER, Ricardo. Potencial Brasileiro da Geração Solar Fotovoltaica conectada à Rede Elétrica: Análise de Paridade de Rede. **IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído**, Ouro Preto, 2007.

STRUPEIT, Lars; PALM, Alvar. Overcoming barriers to renewable energy diffusion: business models for customer-sited solar photovoltaics in Japan, Germany and the United States. **Journal of Cleaner Production**, v. 123, n. 1, p. 124-136, 2016.

TEECE, D. J. Business Models, Business Strategy and Innovation. **Long Range Planning**, v. 43, n. 2-3, pp. 172-194, 2010.

THUMANN, Albert; WOODROOF, Eric. **Energy Project Financing: Resources and Strategies for success**. Fairmont Press, Estados Unidos, 2009.

WWF BRASIL. **Desafios e Oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil**:

recomendações para políticas públicas. WWF Brasil, Brasília, 2015.

WWF BRASIL. **Mecanismos de suporte para a inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira: modelos e sugestão para uma transição acelerada.** WWF Brasil, Brasília, 2015.

YAQOOT, Mohammed; DIWAN, Parag; KANDPAL, Tara. Review of barriers to the dissemination of decentralized renewable energy systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 58, p. 477-490, 2016.

YIN, Robert. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZHANG, Sufang. Innovative business models and financing mechanisms for distributed solar PV (DSPV) deployment in China. **Energy Policy**, v. 95, p. 458-467, 2016.