

PLATAFORMAS DE FINANCIAMENTO P2P: ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS DISTRIBUÍDOS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

P2P Financing Platforms: Economic Feasibility Analysis of Distributed Photovoltaic Solar Energy Systems

Adilson GIOVANINI
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
adilson.economia@gmail.com

Helberte João França ALMEIDA
Universidade Federal de Santa Catarina
helberte.almeida@ufsc.br

Kleverton Costa Oliveira SAATH
Programa de Pós Graduação em Economia (PPGECO)
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
klevertonsaath1995@hotmail.com

RESUMO

Objetivo: O termo Economia Compartilhada é empregado pela literatura especializada para identificar a forma como a internet, os smartphones e os aplicativos estão modificando a dinâmica da economia mundial. Por sua vez, é de conhecimento comum que o Brasil é altamente dependente da matriz de energia hidrelétrica e Termelétrica, embora exista um grande potencial para se investir em energias solares. Neste cenário, o presente estudo busca identificar se o empréstimo P2P pode ser uma fonte de financiamento para a compra dos painéis solares. Para tanto, utiliza-se da abordagem de análise de investimentos (TIR, VPL, Payback, ROE) para avaliar a viabilidade econômica. Os resultados obtidos mostram que os investimentos são viáveis em diferentes cenários. Portanto, governos, empresários e consumidores podem unir forças e solucionar um dos maiores problemas do crescimento econômico nos anos recentes.
PALAVRAS-CHAVE: Energia solar. Fotovoltaica. Empréstimo P2P. Viabilidade Financeira.

ABSTRACT

Objective: The term Shared Economy is used by the specialized literature to identify how the Internet, smartphones and applications are changing the dynamics of the world economy. On the other hand, it is common knowledge that Brazil is highly dependent on the hydroelectric and thermoelectric energy matrix, although there is a great potential to invest in solar energy. In this scenario, the present study seeks to identify if the P2P loan can be a source of financing for the purchase of solar panels. To this end, we use the investment analysis approach (IRR, NPV, Payback, ROE) to assess economic viability. The results show that the investments are viable in different scenarios. Therefore, governments, entrepreneurs and consumers can join forces and solve one of the biggest problems of economic growth in recent years.
KEYWORDS: Photovoltaic solar energy. P2P loan. Financial Feasibility.

Classificação JEL: Q40; Q42; Q48

Recebido em: 01-08-2019. Aceito em: 17-02-2020.

1 INTRODUÇÃO

A economia compartilhada tem possibilitado diversas transformações na sociedade e uma das que mais se destaca é o surgimento das plataformas digitais de empréstimo pessoa a pessoa - *peer-to-peer* (P2P). Esta modalidade de empréstimos está crescendo de forma acelerada, e diversas plataformas digitais de empréstimos P2P têm surgido em diferentes países. Ademais, nos anos recentes, verifica-se o interesse da literatura especializada em abordar a temática. O resultado de tal conjuntura é evidenciado pelas elevadas taxas de expansão desta nova forma de financiamento e pelo número de artigos publicados que teve um aumento considerável (MILNE; PARBOTEEAH, 2016; SCHOR; FITZMAURICE, 2015; TASCA, 2016; RICHARDSON, 2015; CARROLL; BELLOTT, 2015; MITREÇA-NIESTRÓJ, 2013; YUM et al., 2012).

Nos empréstimos P2P uma plataforma digital faz a correspondência entre os agentes superavitários e os agentes deficitários, substituindo os intermediários financeiros (OWYANG et al., 2013). O segredo do elevado crescimento destas plataformas se encontra nas taxas de juros cobradas, inferiores às praticadas pelo sistema financeiro tradicional (bancos, financeiras). Cabe ressaltar que estas plataformas se utilizam das novas tecnologias de comunicação para conectar diretamente os agentes superavitários e deficitários, eliminando a necessidade de intermediários financeiros. Portanto, as ferramentas tradicionais de avaliação dos empréstimos são substituídas por métricas digitais baseadas na reputação e por algoritmos sofisticados de monitoramento, o que reduz os custos de monitoramento, resultando em maior competitividade destas plataformas.

É de conhecimento comum que a matriz energética brasileira encontra-se concentrada em poucas fontes de energia, sendo sensível à ocorrência de problemas hídricos, mostrando a clara necessidade de medidas que promovam a diversificação e aumento na produção de energia elétrica. Neste contexto, a produção distribuída de energia solar fotovoltaica representa uma possível alternativa de diversificação da matriz energética, a qual o investimento inicial elevado é um dos principais fatores que restringe o crescimento da produção de energia solar distribuída em território nacional. Os empréstimos P2P poderiam ser utilizados para criar uma plataforma digital especializada no financiamento de painéis solares voltado para todos os perfis de consumidores.

Este artigo possui como objetivo mostrar que o desenvolvimento de um novo modelo de financiamento energético para o Brasil, através da criação de um mercado P2P voltado

para o financiamento da aquisição de painéis solares é uma possibilidade de geração de energia e este é um investimento viável. Para alcançar os objetivos propostos, o presente estudo utilizar-se-á de estatísticas descritivas para apresentar a atual matriz energética do Brasil e sua evolução nos anos recentes, bem como da metodologia de análise de investimentos para mostrar que o empreendimento proposto apresenta uma taxa de retorno atrativa.

Em suma, os resultados encontrados para cidades catarinenses – Lages, Chapecó, São Miguel do Oeste, Fraiburgo e Concordia – e uma cidade do nordeste brasileiro - Campina Grande¹- mostram a viabilidade do sistema proposto mesmo em um cenário conservador. Desta forma, as taxas internas de retorno da produção partilhada de energia solar fotovoltaica se encontram próximas à 14% em Santa Catarina, sendo superiores a 15% em Campina Grande. Portanto, mesmo que o aplicativo cobre uma taxa de administração de 1% sobre o montante de capital emprestado, com o financiamento de apenas 300 empreendimentos, a taxa interna de retorno é de 33,58%, sendo necessários apenas 3,53 anos para retirar o capital investido, evidenciando-se a sua elevada viabilidade.

Além desta introdução, o presente estudo encontra-se estruturado em mais quatro seções. A seção dois traz uma revisão da literatura de economia compartilhada e das plataformas de empréstimo P2P. Por sua vez, a seção três apresentará a metodologia de análise de investimentos adotada no presente estudo. Posteriormente, a seção quatro mostra uma análise descritiva do mercado brasileiro de energia e também expõe os resultados obtidos para a análise de investimentos. Por fim, a seção cinco apresenta as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Economia Compartilhada e Empréstimos *peer-to-peer* (P2P)

Nos anos recentes, observa-se o surgimento de um modelo de produção e consumo, o qual recebeu diferentes nomenclaturas da literatura especializada: “*economia compartilhada*” (Shirky, 2012); “*economia mesh*” (Gansky, 2010), “consumo colaborativo” (Botsman & Rogers, 2009); “consumo conectado” (Dubois; Schor & Carfagna, 2014); “capitalismo baseado em multidões” (Sundararajan, 2016); “elancing” (Aguinis & Lawal,

¹ A cidade de Campina Grande foi escolhida como contrafactual, pois se encontra entre as cidades brasileiras com maior índices de radiação solar.

2013); “gig economy” (Mulcahy, 2016); “platform economy” (Parker; Van Alstyne & Choudary, 2016). Assim, cada uma destas denominações olha para uma dimensão específica deste novo padrão de consumo, buscando avaliar os impactos das novas tecnologias sobre a dinâmica econômica contemporânea.

Apesar de não existir um consenso sobre a melhor denominação, estudiosos da nova economia digital começaram a se reunir em torno do termo economia compartilhada, dado que o mesmo consegue capturar os aspectos centrais das transformações provocadas pelas novas tecnologias (Belk (2014); Frenken e Schor (2017)).

Na literatura de economia compartilhada é possível encontrar seis fatores que contribuíram para o crescimento do compartilhamento, a saber: **1) a emergência das novas tecnologias de comunicação:** com o surgimento das tecnologias digitais e da internet os bens e serviços se tornaram mais acessíveis. Deste modo, o custo de aquisição dos bens digitais se reduziu, fazendo com que estes se tornassem abundantes. Segundo Rifkin (2016) a difusão das tecnologias relacionadas à indústria 4.0 (internet das coisas, big data, inteligência artificial, impressora 3D, *cyber-physical systems*) está reduzindo significativamente o custo de produção e aquisição de bens pelos consumidores, fazendo com que o seu custo marginal se aproxime de zero. Estas tecnologias estão fazendo com que a lógica da compra seja substituída pela lógica do compartilhamento.

2) A adoção de hábitos mais sustentáveis: gradualmente as pessoas estão se conscientizando de que precisam adotar hábitos que tenham um menor impacto sobre a disponibilidade dos recursos existentes. Esta conscientização crescente faz com que elas sejam cada vez mais receptivas a inovações sustentáveis (SCHOR; FITZMAURICE, 2016; BRADSHAW; BROOK, 2014).

3) A nova mentalidade característica da geração Y: esta geração se desenvolveu em uma época de grandes avanços tecnológicos, prosperidade econômica, ambiente altamente urbanizado e imediatamente após a instauração do domínio da virtualidade como sistema de interação social (BULL, 2010; RIFKIN, 2016). A internet, os smartphones e as redes sociais fizeram esta geração desenvolver uma capacidade elevada em estabelecer relações pessoais próximas, ainda que à distância, permitindo compartilhar bens e serviços através das redes digitais (RIFKIN, 2016). A geração Y possui um comportamento de consumo mais consciente, voltado para o compartilhamento de experiências em detrimento da simples acumulação de bens (BULL, 2010; RIFKIN, 2016).

4) A crise internacional de 2008: esta resultou em restrição do acesso aos bens e serviços, o que criou um campo fértil para a aplicação das novas tecnologias voltadas à

viabilização do acesso aos produtos. Em particular, surgiu uma nova percepção, de que as novas tecnologias podem ser utilizadas para promover o emprego mais efetivo e racional dos bens que se encontram subutilizadas (MARSHALL, 2015). O resultado foi o desenvolvimento de aplicativos que possibilitam o compartilhamento de bens e serviços através de plataformas digitais (SHIRKY, 2012; FRENKEN; SCHOR, 2017; BOTSMAN, 2017). Com a emergência da economia compartilhada, o pensamento tradicional segundo o qual os bens deveriam ser adquiridos foi substituído por uma nova abordagem. Portanto, as pessoas estão aprendendo a valorizar o acesso e a experiência em detrimento da posse (BELK, 2014; BOTSMAN; ROGERS, 2009).

5) A eliminação dos intermediários: a maior facilidade de comunicação possibilitada pelos smartphones significa que as pessoas podem comercializar bens e serviços diretamente através das plataformas digitais, sem a necessidade de intermediários. Este processo barateia o bem final e aumenta a rentabilidade dos produtores (BOTSMAN, 2017). Como resultado, negócios com baixa rentabilidade podem se tornar viáveis com a aplicação de novas tecnologias que reduzem o número de intermediários.

6) A redução da assimetria de informação: os aplicativos disponibilizam as informações para o usuário em tempo real, possibilitando a oferta de novos bens e serviços (SUNDARARAJAN, 2016). Como exemplo, se tem o AirBnb, que através de um mapa mostra os apartamentos que se encontram para alugar em determinada região; o Waze, que fornece informações em tempo real sobre o trânsito, e o BlablaCar, que reúne as pessoas que possuem carro com as que desejam pegar uma carona.

As plataformas compartilhamento têm gerado uma ampla gama de produtos e serviços em diferentes categorias econômicas, um destes serviços é o financiamento *peer-to-peer* (P2P). No modelo tradicional de financiamento, os agentes que desejam adquirir um empréstimo precisam recorrer a um intermediário financeiro que capta recursos dos agentes superavitários e empresta para os agentes deficitários, reduzindo o risco incorrido pelos agentes superavitários, através da cobrança de um *spread* sobre a transação, o que eleva a taxa de juros praticada. Por sua vez, nos empréstimos *peer-to-peer* (P2P), uma plataforma digital faz a correspondência entre os agentes superavitários (emprestadores) e os agentes deficitários (pessoas ou empresas que buscam empréstimos), substituindo o intermediário financeiro (BOTSMAN, 2017).

Desta forma, a vantagem dos empréstimos P2P para o agente deficitário são as menores taxas de juros, a menor burocracia e a maior velocidade de concessão do

empréstimo (LEE; LEE, 2012; OWYANG et al., 2013; LIU, 2015; LENZ, 2016). Já os agentes superavitários conseguem obter taxas maiores de retorno, por causa da eliminação dos intermediários financeiros (MITREÇA-NIESTRÓJ, 2016). Portanto, os agentes superavitários contam com a possibilidade de escolher para qual agente vão emprestar o seu dinheiro, com base em informações referentes à reputação passada dos agentes deficitários, no qual o histórico passado é utilizado para definir a taxa de juros do tomador de empréstimo (MILNE; PARBOTEEAH, 2016).

No Brasil, a permissão para a atuação das empresas de empréstimos P2P foi divulgada pelo Banco Central em 26 de Abril de 2018, através da Resolução nº 4.656. Assim, o Banco Central habilitou as empresas de empréstimos P2P (*fintechs*) a atuarem como **Sociedades de empréstimos entre pessoas** (SEP), podendo emprestar um limite máximo de R\$ 15.000,00 por pessoa (BRASIL, 2018). Ademais, estas instituições trabalham, principalmente, com recursos exclusivos de capital próprio e possuem como finalidade conceder empréstimos, financiamentos ou direitos creditórios através de plataformas eletrônicas. As maiores empresas de crédito P2P no Brasil são: Nexoos, Biva, BancaClub. Tutu Digital e Kavod Lending.

2.2 Produção, Geração e distribuição de energia descentralizada

Os sistemas de produção centralizada de energia possuem muitos clientes localizados dentro de uma área ampla (um país), sendo a produção realizada por grandes usinas que operam de acordo com um mecanismo de coordenação centralizada. Por outro lado, os sistemas energéticos descentralizados são constituídos por muitos geradores de energia de pequena escala – até 200 kW (GREEN; NEWMAN, 2017). A geração distribuída através de microrredes (GDM) consiste na geração de energia por pequenos produtores individuais próximos ao local de consumo ou no próprio estabelecimento consumidor. Neste sistema, a energia excedente produzida por pequenas unidades individuais é vendida à distribuidora local, sendo posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica dessa mesma unidade consumidora, ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade e área de concessão (BRASIL, 2017).

O número de projetos sobre produção distribuída de energia aumentou consideravelmente nos últimos anos (ZHANG, 2017; PARAG, SOVACOOOL, 2016). Este sistema é mais viável e mantém os lucros do comércio de energia dentro das comunidades locais. Eles também incentivam os investimentos em usinas de geração renovável e equilibram localmente a oferta e a demanda (JIMENO et al, 2011; MENGELKAMP et al,

2017, LEŠIC, 2017; KOU; LIANG, 2017; COELHO et al., 2017). Portanto, este sistema reduz o investimento necessário em sistemas de distribuição e resultam em menores perdas de energia ao longo do sistema de transmissão (JIMENO et al, 2011) e em menor necessidade de gerenciamento de falhas de congestionamento e distribuição (KUZNETSOVA et al, 2014), sendo mais ecológico do que a produção centralizada (FRANKE et al 2005).

A operação da GDM exige sistemas de informação inovadores responsáveis por integrar os participantes do mercado de uma maneira amigável e abrangente (SCHLEICHER-TAPPESE, 2012). Assim, é necessário a utilização de um design operacional mais eficiente (ZHANG, 2016), sem o qual a produção de energia se torna inviável (BOROOJENI, 2017).

A literatura de GDM é extensa com diferentes autores buscando contribuir para a utilização de plataformas digitais com diferentes mecanismos de financiamento como instrumento para a criação de mercados locais de produção de energia distribuída. Deste modo, Lamparter et al. (2010) apresentam uma plataforma de mercado flexível que coordena consumidores e fornecedores de energia. Blouin e Serrano (2001) propõem um mercado local que realiza a combinação aleatória e descentralizada de compradores e vendedores. Block et al. (2008) defendem um mecanismo de leilão combinatório duplo responsável por definir o preço e a alocação da energia produzida localmente, ao passo que Vytelingum et al. (2010) apresentam um leilão duplo contínuo, o qual considera o nível de congestionamento das linhas de transmissão ao precificar a energia. Por sua vez, Zhang et al. (2017) desenvolvem uma plataforma de comercialização de energia baseado em quatro camadas e utilizam a teoria dos jogos para avaliar o seu funcionamento; Liu et al. (2017) propõem um sistema local de compartilhamento de energia, e por fim, Sorin et al.(2019) criam um sistema multi-bilateral que possibilita o comércio de energia com diferenciação de produtos.

Nos anos mais recentes, a literatura também passou a defender a criação de mercados de energia distribuída baseados em Blockchain. Esta tecnologia permite que a produção e comercialização distribuída de energia com maior privacidade, confiança e segurança (MENGELKAMP et al 2017; SIKORSKI; HAUGHTON; KRAFT, 2017; GREEN; NEWMAN, 2017; GREEN; NEWMAN, 2017). Entre os principais avanços nessa área se destacam: Mihaylov et al. (2014) e Mohan et al. (2015), que sugeriram a criação de uma nova moeda virtual com valor de mercado determinado centralmente pelo operador do sistema de distribuição. Por sua vez, Aitzhan e Svetinovic (2016) introduziram uma

plataforma descentralizada de negociação anônima de energia. Sikorski et al. (2017) e Aitzhan e Svetinovic (2018) demonstraram que a tecnologia blockchain pode estabelecer mercados seguros e anônimos de eletricidade. E, por fim, Li et al. (2018) desenvolveram uma plataforma baseada em Blockchain com um sistema próprio de crédito.

Por outro lado, também existe a literatura que faz críticas ao Blockchain, entre as quais se destacam: o elevado consumo de energia desta tecnologia, que contradiz os princípios de sustentabilidade da GDM; a necessidade de desenvolvimento de Blockchains computacionalmente mais eficientes, que utilizem uma quantidade mínima de dados (O'DWYER; MALONE, 2014); e, a presença de problemas de coordenação entre os produtores e consumidores (MORSTYN et al, 2018; KANG et al, 2017).

No Brasil, a microgeração de energia elétrica opera através do sistema de geração distribuída que foi regulamentada em 2012 pela ANEEL. Assim, esta aprovou duas Resoluções Normativas, a nº 482 e a nº 517, que estabelecem as condições gerais e definem o sistema de compensação de energia elétrica (*net metering*). A Resolução Normativa da ANEEL nº 687/15 complementa a resolução nº 482/12, estabelecendo que abaixo de 75 kW é microgeração e acima de 75 kW, até 5 MW é minigeração, sendo a produção distribuída através de microgeração e minigeração válida para qualquer fonte renovável disponível. Se enquadram nestas modalidades os imóveis individuais, condomínios, cooperativas e consórcios. Com o objetivo de dar celeridade ao processo de formalização dos empreendimentos, a ANEEL determinou que o prazo máximo para a ligação de conexões de microgeração à rede deve ser de 34 dias, a contar do dia da solicitação.

Ademais, a literatura de produção distribuída de energia apresenta elevado número de artigos que propõem diferentes mecanismos de comercialização e distribuição. Porém, estudos que busquem resolver um dos maiores entraves ao crescimento da produção distribuída de energia, a saber: o elevado investimento inicial necessário é bastante carente. Deste modo, a literatura de economia compartilhada mostra que as plataformas de financiamento *peer-to-peer* representam uma opção factível de financiamento para microempreendedores locais. Portanto, este artigo utiliza a metodologia de análise de investimentos para avaliar a viabilidade do desenvolvimento de uma plataforma digital especializada no financiamento de projetos de produção distribuída de energia solar fotovoltaica.

3 METODOLOGIA: ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

De acordo com CASAROTTO (2007), um estudo econômico pode confirmar a viabilidade de projetos tecnicamente corretos. Portanto, a análise de viabilidade econômico-financeira representa uma avaliação de um investimento ou projeto, constatando se o mesmo atingirá seus objetivos. Existem inúmeras técnicas para realizar essa avaliação e, quanto maior a empresa, em geral, estas escolhem as técnicas mais sofisticadas, com mais informações, permitindo assim menores chances de erro (COSTA, 2010). As técnicas de viabilidade aqui apresentadas, serão as utilizadas no estudo.

3.1 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Caso um projeto não dê o mínimo de retorno exigido pelo investidor, e não obtém ganhos financeiros, não faz sentido realizá-lo. A Taxa mínima de atratividade (TMA) representa esse mínimo de retorno demandado para sua motivação a investir, em outras palavras, o investidor ao fazer a análise, opta no mínimo por uma taxa de retorno igual ao de outra aplicação com o mesmo nível de risco. Portanto, a TMA é uma taxa utilizada para avaliar a viabilidade de um investimento, comparando com a taxa de retorno de outras aplicações financeiras alternativas e seus graus de risco, já que a aplicação em determinado projeto faz, conseqüentemente, perder as outras oportunidades de investimento do dinheiro (COSTA, 2010).

3.2 Valor Presente Líquido (VPL)

Outro método de análise da viabilidade de investimentos para tomada de decisões é o Valor Presente Líquido (VPL). Este é obtido pela diferença entre o valor presente dos benefícios líquidos de caixa, previstos para cada período de tempo do projeto e o valor presente do investimento. Desta forma, este é um instrumento muito importante por considerar o valor do dinheiro num horizonte de tempo para avaliar o investimento. Ademais, quando se tem um determinado dinheiro hoje e quer saber quanto valerá daqui a um determinado período de tempo, considerando uma determinada taxa, é a capitalização ou valor futuro, o contrário seria a descapitalização, ou valor presente. O VPL é dado por:

$$VPL = -FC^0 + \frac{FC1}{(1+i)^1} + \frac{FC2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+i)^n}, \quad (1)$$

no qual FC denota o Fluxo de caixa, i a taxa de juros e n o período de tempo.

Para uma análise econômico-financeira de um empreendimento, o cálculo do VPL pode resultar positivo, negativo ou igual a zero. Caso o resultado seja negativo, sinaliza que não vale a pena ser realizado o projeto e se conclui pela inviabilidade. Por sua vez, o VPL sendo positiva, a rentabilidade do projeto é superior a mínima exigida (TMA), logo o projeto é viável e gera um lucro positivo no final do empreendimento. Por fim, caso o cálculo do VPL for igual a zero é indiferente.

3.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa interna de Retorno é uma das medidas utilizadas para a viabilidade de um empreendimento. A TIR é a taxa de desconto que zera, em determinado momento do tempo, o valor presente dos recebimentos com o dos pagamentos previstos de caixa, ou seja, iguala anulando todas as entradas com todas as saídas. Este indicador é amplamente utilizado como um método para analisar investimentos ou na comparação entre mais de um projeto de investimento (COSTA E ATTIE, 1990). A TIR é denotada por:

$$0 = -FC^0 + \frac{FC1}{(1+TIR)} + \frac{FC2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+TIR)^n} \quad (2)$$

3.4 Payback

O prazo de retorno do investimento inicial, conhecido como *Payback*, é o período de tempo necessário para recuperar o investimento, isto é, para se obter o dinheiro investido inicialmente de volta (as semanas, meses, anos etc.). Este apresenta como vantagem, o método mais simples, que os anteriormente destacados, para calcular a viabilidade de um projeto (COSTA, 2010). O cálculo do *Payback* de um projeto é basicamente o somatório dos valores dos fluxos de caixas acumulados, até que essa soma seja igual ao valor do investimento inicial. Portanto, este indicador apresenta uma forma de medir o risco do investimento, já que quanto mais líquido é o investimento, menor será o *Payback*, e conseqüentemente, menos arriscado (COSTA, 2010).

3.5 ROE

O ROE é um indicador que tem como objetivo analisar e medir a capacidade que uma empresa tem para gerar valor para o negócio e para investidores, a partir dos recursos que a própria empresa possui. O ROE permite entender o rendimento da empresa, além do lucro líquido apresentando por ela ao longo do ano. Este indicador é dado por:

$$ROE = \text{Lucro Líquido} \div \text{Patrimônio Líquido} \quad (3)$$

4 RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Panorama atual do consumo e produção de energia solar em território brasileiro

A presente subseção traz uma contextualização da produção e consumo de energia elétrica no Brasil, assim, a Tabela 1 mostra o consumo de energia elétrica em janeiro de 2019. Estes dados são utilizados para dimensionar o tamanho do mercado consumidor de Energia elétrica. No total existem 83.683 mil unidades consumidoras de energia elétrica, sendo 71.870 mil unidades residenciais, cuja tarifa média mensal é de R\$ 529,00. Apenas na Agricultura são 4.718 mil unidades consumidoras.

Tabela 1 – Caracterização do mercado consumidor nacional, janeiro de 2019

Classe de Consumo	Consumo (mil MWh)	Receita (mil R\$)	Unidades Consumidoras (milhares)	Tarifa Média (Em R\$)
		33126		
Comercial, Serviços e Outras	6464	98	5786	513
Consumo Próprio	40	20680	9	514
		40007		
Iluminação Pública	1305	2	101	307
		10915		
Industrial	2324	28	516	470
		62904		
Poder Público	1207	6	582	521
		68744		
Residencial	12986	30	71870	529
		5962		
Rural	1603	09	4488	372
Rural Aquicultura	25	6133	7	248
		17402		
Rural Irrigante	576	3	224	302
Serviço Público		41087		
(água, esgoto e saneamento)	1058	8	100	388
Serviço Público (tração				
elétrica)	61	25500	0	416

Fonte: ANEEL

Por sua vez, a tabela 2 apresenta os empreendimentos produtores de energia elétrica, desta maneira, pode-se observar que existe 7.430 estabelecimentos, com capacidade de 164 GW de potência instalada, sendo 40% termelétricas e 33% de energia solar. Porém, a maioria da energia elétrica nacional, 60,17%, é proveniente de uma única fonte, usinas Hidrelétricas, e oriunda de termelétricas: 24%. Portanto, estes dados evidenciam o baixo grau de diversificação da matriz energética nacional, sendo cerca de 85% da energia oriunda destas duas fontes. Apenas 1,26% da produção de energia elétrica é proveniente de Centrais Geradoras de energia Solar Fotovoltaica.

Tabela 2 - Empreendimentos em operação e potência utilizada, 2019

Fonte	Quantidade	Percentual	Potência (kW)	Percentual
Central Geradora Hidrelétrica	699	9%	710.854	0,43%
Central Geradora Undi-elétrica	1	0%	50	0,00%
Central Geradora Eólica	611	8%	14.988.893	9,14%
Pequena Central Hidrelétrica	425	6%	5.179.256	3,16%
Central Geradora Solar	2.46	33%	2.074.002	1,26%
Fotovoltaica	9			
Usina Hidrelétrica	217	3%	98.698.211	60,17%
Usina Termelétrica	3.00	40%	40.401.760	24,63%
Usina Termonuclear	2	0%	1.990.000	1,21%
Total	7.43	100	164.043.02	
	0	%	6	100%

Fonte: ANEEL, Atualizado em: 17/04/2019

Já a Tabela 3 mostra os empreendimentos produtores de energia elétrica em construção em território nacional, desta forma, verifica-se que 44,39% dos empreendimentos são Termelétricas; 26,34% são Centrais Geradoras Eólicas e 16,10% são Pequenas Centrais Hidrelétricas. A construção de usinas Geradoras de energia elétrica Solar Fotovoltaica permanece limitada, respondendo por apenas 8,78% dos empreendimentos. Em termos de capacidade instalada, as usinas em construção são predominantemente Termelétricas, 51,94%; seguidas por Usinas Termonucleares, 16,99%, e Centrais Geradoras Eólicas, 12,14%. As Centrais Geradoras Solares Fotovoltaicas respondem por apenas 6,17% da potência instalada em construção. Estes resultados mostram que o potencial brasileiro de produção de energia solar fotovoltaica permanece subutilizado.

Tabela 3 - Empreendimentos em Construção, 2019

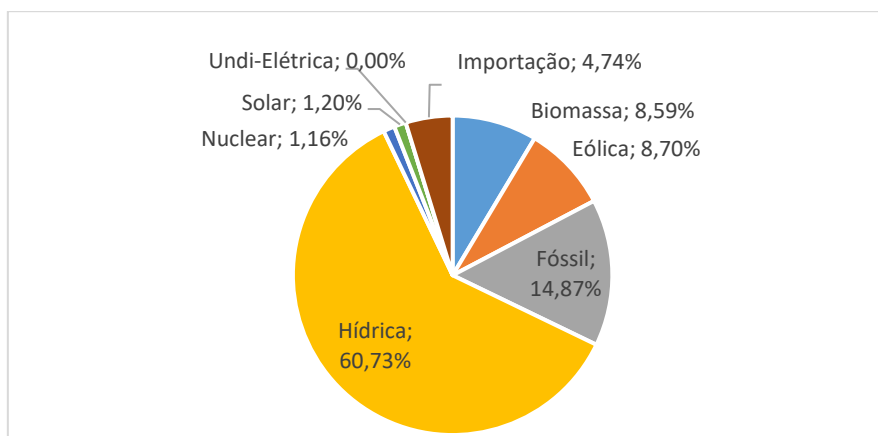
Tipo	Quantidade	Percentual	Potência (kW)	Percentual
Central Geradora Hidrelétrica	4	1,95%	8.512	0,11%
Central Geradora Eólica	54	26,34%	964.400	12,14%
Pequena Central Hidrelétrica	33	16,10%	394.979	4,97%
Central Geradora Solar Fotovoltaica	18	8,78%	490.234	6,17%
Usina Hidrelétrica	4	1,95%	609.780	7,68%
Usina Termelétrica	91	44,39%	4.126.150	51,94%
Usina Termonuclear	1	0,49%	1.350.000	16,99%

Total	205	100,00%	7.944.055	100,00%
-------	-----	---------	-----------	---------

Fonte: ANEEL, Atualizado em: 17/04/2019

Com efeito, a matriz energética do Brasil apresenta elevada concentração da produção em fontes hídricas, 60,73%, seguida pelas fontes fósseis, 14,87%. Apenas 1,20% da produção nacional de energia é baseada em fontes solares (Gráfico 1).

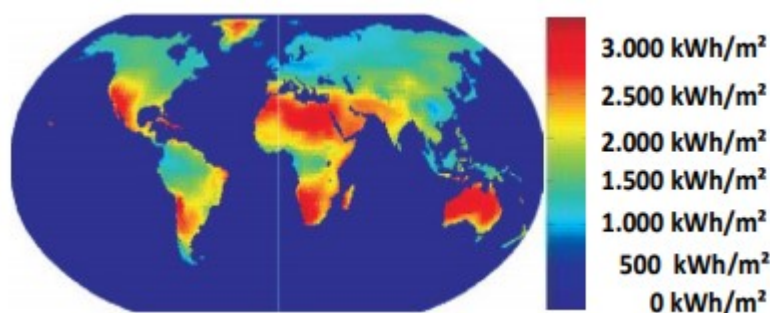
Gráfico 1 – Matriz energética brasileira, 2019



Fonte: ANEEL

Cabe ressaltar que embora seja baixo o número de iniciativas voltadas para a produção de energia solar, o Brasil se encontra entre os países com maior potencial de produção, maior do que os potenciais individuais de Estados Unidos, China e Alemanha. A Figura 1, extraída de MME (2017), mostra o montante de irradiação solar no mundo. O potencial brasileiro é elevado, a Região Nordeste apresenta os maiores valores de irradiação solar, com a maior média e a menor variabilidade anual entre todas as regiões geográficas. As demais regiões também contam com elevada irradiação solar, sendo que a irradiação média anual brasileira varia entre 1.200 e 2.400 kWh/m²/ano.

Figura 1 - Irradiação solar global



Fonte: Brasil (2017)

A Tabela 4 mostra a evolução na potência instalada (em kW) através da geração distribuída, discriminado por fonte. A última coluna desta tabela identifica a taxa média anual de crescimento da potência instalada no período 2014-2018. Todas as fontes registraram avanço na potência instalada, exceto Usinas Eolielétricas, com recuo de 14%. Entre as fontes com maior crescimento se destacam as Termelétricas, 209%, e a Fotovoltaica, 201%. Em 2018, a potência instalada em energia Fotovoltaica é de 199.524 kW, representando 91% da potência instalada total energia distribuída, enquanto a Termelétrica equivale à 10.020 kW, 5% da capacidade de produção.

Tabela 4 - Evolução na capacidade instalada de geração de energia elétrica distribuída

Fonte	2014	2015	2016	2017	2018	Percentual 2018	Taxa de crescimento
Eolielétrica	52	63	5038	5118	29	0%	-14%
Hidrelétrica	825	9	4624	36079	9880	5%	86%
Fotovoltaica	2426	10746	50174	122884	199524	91%	201%
Termelétrica	110	2134	10241	11537	10020	5%	209%
Total Geral	3412	12952	70076	175618	219454	100%	183%

Fonte: ANEEL

Em 2014 (Tabela 5) existiam apenas 300 usinas de energia distribuída, mas em 2018 passam a existir 17.482 usinas. A grande maioria das Usinas que surgiram neste período, quase 100%, eram responsáveis pela produção de energia solar fotovoltaica. Com efeito, em 2014 existiam apenas 285 usinas produtoras de energia distribuída solar fotovoltaica com registro na ANEEL, ao passo que em 2018 passam a existir 17.424 usinas.

Tabela 5 - Evolução na quantidade de usinas de geração de energia elétrica distribuída

Fonte	2014	2015	2016	2017	2018	Percentual 2018
Eolielétrica	12	22	9	7	4	0%
Hidrelétrica	1	1	11	29	17	0%
Fotovoltaica	285	1438	6630	13601	17424	100%
Termelétrica	2	8	29	39	37	0%
Total Geral	300	1469	6679	13676	17482	100%

Fonte: ANEEL

Diante destes resultados, pode-se constatar que apesar da produção de energia solar no Brasil ainda ser pouco expressiva em comparação à capacidade instalada total, a mudança no marco legal conseguiu gerar uma estrutura de incentivo mais favorável a esta fonte de energia. Porém, a pouca expressividade da produção nacional frente ao elevado potencial indica que o país ainda carece de medidas favoráveis à esta fonte. O cenário recente de crise hídrica e de aumento nas tarifas públicas apenas reforça este diagnóstico.

Atualmente existem três fatores favoráveis à adoção de políticas voltadas para a diversificação na matriz nacional de produção de energia, a saber: i) O aumento das tarifas de energia no período 2012-2018. Os dados disponibilizados pela ANEEL mostram que neste período o reajuste médio do preço da energia no país foi de 44%, acima da inflação de 36%; ii) O avanço da tecnologia de produção dos equipamentos, que fez o preço de produção de energia solar fotovoltaica cair em cerca de 80% na última década². Atualmente, o custo de instalação de quatro painéis solares com capacidade de geração de 1,25 megawatt (o suficiente para suprir as necessidades de uma família de quatro pessoas) é de R\$ 15 mil. Em 2015, era de R\$ 30 mil; iii) A substituição dos veículos movidos a combustão por veículos elétricos.

Além desses fatores, é importante pontuar que o Brasil possui um grande problema relacionado ao baixo nível de investimento e à baixa capacidade de produção, que não consegue fazer frente à expansão da demanda. Em plena crise econômica, entre 2014 e 2017, ocorreram apagões e problemas hídricos que restringiram a capacidade de oferta de energia. Como a tendência é que o país volte a crescer nos próximos anos, a demanda por energia também se elevará, o que somado ao crescimento das novas tecnologias energointensivas (internet das coisas, indústria 4.0, utilização de aplicativos, carros elétricos, blockchain, entre outras) deve resultar em aumento considerável na demanda por energia. De modo que a expansão na capacidade de produção de energia se coloca como um pré-requisito para que o país volte a crescer, sob o risco de se repetir o cenário de escassez observado no período recente.

4.2 Análise de viabilidade de produção de energia solar fotovoltaica

O custo de um sistema de energia solar fotovoltaico depende principalmente do tamanho e da complexidade da instalação. Com o intuito de instruir quanto aos preços, foi

²<https://www.terra.com.br/noticias/dino/energia-solar-atinge-crescimento-historico-no-brasil,b338ce48bc6f7176de6523095b1fe4eddow4ba64.html>

realizada uma pesquisa com base nos valores de mercado (para pessoa física) de 2018³. A grande variação de preço entre os fornecedores está relacionada à qualidade dos componentes utilizados, o tamanho da empresa e a complexidade da instalação.

A Tabela 6 apresenta os investimentos médios na produção de energia solar, já incluindo a instalação, projeto, homologação e o equipamento necessário, de acordo com pesquisa feita junto as 4.500 empresas cadastradas no Portal Solar, em julho de 2018. Conforme se observa, uma casa pequena, habitada por apenas 2 pessoas gasta em média 1,32 quilowatts, de modo que o investimento necessário para a produção própria de energia solar é de R\$ 10.673,36. Já uma casa com 3 a 4 pessoas possui um gasto médio de 2,64 quilowatts, demandando um investimento de R\$, 17.570,00. Uma casa média, 4 pessoas, requer um investimento de R\$ 20.320,00 e uma casa grande, com 5 pessoas, um investimento de R\$ 32.410,00.

Tabela 6 – Investimento em energia Solar Fotovoltaica Residencial, discriminado por classes de tamanho da residência

Tamanho	Consumo (Kwp)	Investimento, em R\$
Casa pequena: 2 pessoas	1,32	10.673,36
Casa média: 3 pessoas	2,64	17.570,00
Casa média: 4 pessoas	3,3	20.320,00
Casa grande: 5 pessoas	6,6	32.410,00

Fonte: Portal Solar

O elevado investimento inicial necessário é um dos fatores que restringe a produção distribuída de energia solar em território nacional, sendo reforçado pela carência de financiamentos para pessoas físicas. A grande maioria das linhas de financiamento existentes é para pessoas jurídicas, existindo um viés nas linhas de financiamento, as quais são favoráveis à centralização da produção. Como resultado, a produção própria de energia solar, fator que poderia contribuir para aumentar a quantidade ofertada de energia, permanece limitada.

A análise de investimento realizada possui como objetivo identificar a viabilidade de instalação de um sistema de produção distribuída de energia fotovoltaica em uma casa média, com quatro pessoas, cujo investimento inicial necessário é de R\$ 22.000,00, com capacidade de produção de 3.3kWp. Desta forma, a análise de investimento realizada

³ Estes preços são aproximados, com instalação e projeto, assumindo a utilização de componentes de qualidade.

possui como parâmetros a instalação de um sistema de produção com capacidade de geração de 12.000 Kwh e cuja taxa de perda de eficiência é de 0,70% ao ano. A eficiência considerada do sistema é de 80%, isto é, ocorre um desperdício de 20% de energia ao longo do sistema utilizado. O dimensionamento do investimento necessário foi realizado com base em dados sobre o consumo de energia elétrica de uma família típica brasileira.

Por fim, a análise baseia-se em dados obtidos através de pesquisa por amostragem, elaborada pelo PROCEL/Eletróbrás em 5625 residências, distribuídas em 18 Estados e o Distrito Federal, no ano de 2005, abrangendo 85,5% do território nacional. A referida pesquisa calculou o consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro considerando os seguintes equipamentos: refrigerador, freezer, ar condicionado, televisor, iluminação, aparelho de som, microcomputador, ferro elétrico, lava roupa, lava louça, secadora de roupa, forno micro-ondas, forno elétrico e torneira elétrica.

O consumo de energia foi calculado para duas épocas do ano, verão e inverno. Isso foi possível porque o uso de ar condicionado e chuveiro elétrico, equipamentos que são influenciados pelo clima, foi apresentado separadamente para as duas estações. Observou-se que o consumo médio de energia elétrica nas residências brasileiras foi de 152,2 kWh/mês, mas há grande variação no país. A região Sul apresentou o maior consumo residencial entre as regiões geográficas brasileiras atingindo o valor de 273,1 kWh/mês no verão e 261,3 kWh/mês no inverno. O menor consumo foi registrado na região Norte com 96,5 kWh/mês no verão e 81,0 kWh/mês no inverno. Na Zona Bioclimática 1 (temperaturas mais baixas), o consumo médio no verão atingiu 310,6 kWh/mês e no inverno 280,7 kWh/mês. As residências localizadas na Zona 7 (temperaturas mais altas) consomem em média 86,9 kWh/mês e 104,4 kWh/mês, respectivamente, no verão e no inverno.

A análise de investimentos é realizada para seis cidades, cinco cidades de diferentes regiões de Santa Catarina – Lages, Chapecó, São Miguel do Oeste e Concordia – e uma cidade do nordeste – Campina Grande, na Paraíba, utilizada como referência, pois se encontra na região com índices mais elevados de irradiação solar. O painel solar considerado possui 1956 mm x 992 mm de dimensão, com área de 1,94 m² e taxa de eficiência de 16,75%. A segunda linha da Tabela 7 mostra as taxas de irradiação, em Kwh.dia.ano, das cidades consideradas. A cidade de Campina Grande possui radiação de 5,33 Kwh.dia.ano, sendo seguida por São Miguel do Oeste, 4,86 Kwh.dia.ano e Chapecó, 4,83 Kwh.dia.ano. Por outro lado, as cidades com menor irradiação são Lages, 4,44 Kwh.dia.ano, e Fraiburgo, Kwh.dia.ano.

Tabela 7 - Dimensionamento do investimento necessário

	Lages	Chapecó	São Miguel do Oeste	Fraiburgo	Concordia	Campina Grande - PB
Radiação Solar	4,44	4,83	4,86	4,57	4,82	5,33
Painéis	285	262	260	277	262	237
Área	553,00	508,37	504,49	537,48	508,37	459,86
Investimentos	196.650	180.781	179.400	191.130	180.780	163.530

Fonte: Elaboração própria

Os dados referentes ao montante de irradiação são utilizados para identificar o número de painéis necessários para a produção de 120.000 KWh a. a. Segundo ALVES (2016), o montante de energia gerada pelos painéis é obtido através da equação:

$$E_m = n \cdot n_{ds} \cdot c_{mm} \cdot A \cdot n_{sistema} \cdot n_{painel}, \quad (4)$$

sendo E_m a geração mensal de energia; n é o número de painéis; n_{ds} é o número de dias ensolarados no mês; c_{mm} é a radiação solar mensal média; A é a área; $n_{sistema}$ é a eficiência do sistema e n_{painel} é a eficiência do painel.

De acordo com ALVES (2016), o número de painéis é obtido por:

$$n = \frac{c_s}{r_{ma} \cdot n_{ds} \cdot n_{painel} \cdot n_{sistema}}, \quad (5)$$

no qual c_s é o consumo de energia anual; r_{ma} é a maior média anual de radiação solar; n_{ds} é o número de dias ensolarados; A é a área do painel fotovoltaico; n_{painel} é a eficiência do painel fotovoltaico; e $n_{sistema}$ é a eficiência geral do sistema.

Em Campina Grande, a cidade com maior irradiação, são necessários 237 painéis, ao passo que em Lages, menor radiação, é preciso de 285 painéis. Assim, a área necessária para a produção de energia em Campina Grande é de apenas 459,86 m², ao passo que em Lages é de 553,00 m². Já o investimento necessário (Tabela 8) foi calculado tendo-se como referência um painel da marca Jinko solar 325w, cujo custo é de R\$ 690,00 o painel (com taxa de câmbio de 3,73 R\$/US\$). Também foram considerados os diferentes componentes necessários para a produção distribuída de energia. Dados estes parâmetros, em Campina Grande é preciso de um investimento de apenas R\$ 163.530,00, enquanto em Lages, R\$ 196.650,00. A cidade de Santa Catarina com menor investimento é São Miguel do Oeste, R\$ 179.400,00.

Tabela 8 – Investimento necessário no sistema de produção de energia distribuída

	Lages	Chapecó	S. Miguel do Oeste	Fraiburgo	Concordia	Campina Grande
Valor dos painéis	196.650	180.780	179.400	191.130	180.780	163.530
Inversor Fronius Symo 20.0-3	4	4	4	4	4	4
	8600	8600	8600	8600	8600	8600
Proteção cc (string box) e proteção ca*	6900	6900	6900	6900	6900	6900
Estrutura para fixação em alumínio	21060	21060	21060	21060	21060	21060
Conectores mc4	460	460	460,8	460	460	460
Cabo solar 6 mm2/1 kv	5600	5600	5600	5600	5600	5600
Projeto elétrico e regularização	10900	10900	10900	10900	10900	10900
Serviço de montagem	38600	38600	38600	38600	38600	38600
Fundo de garantia 5%	16.438	15.645	15.576	16.162	15.645	14.782
Valor do metro quadrado de área	5.530	5.083	5.044	5.374	5.083	4.598
Total do investimento	350.739	333.629	332.141	344.788	333.629	315.031

Fonte: Elaboração própria, *cc: corrente contínua, ca: corrente alternada.

A Tabela 9 apresenta os coeficientes técnicos considerados na análise de viabilidade. A taxa anual de depreciação ou perda de eficiência do sistema é de 0,70%. O valor da energia foi fixado em R\$ 0,50/KWh. O custo anual de manutenção equivale à 1% do investimento realizado. A taxa mínima de Atratividade (TMA) para o cálculo do Valor Presente Líquido é de 10%, sendo considerado um cenário alternativo com taxa mínima de atratividade equivalente à taxa Selic. A tributação total paga é de 9,25%, equivalente à 7,6% de COFINS e 1,65% de PIS.

Tabela 9 – Coeficientes técnicos utilizados

Taxa de depreciação	0,70%	Isento de ICMS para geração de até 1 MW	
Valor da energia KWh	0,5	PIS	1,65%
Taxa de manutenção anual	1%	CONFINS	7,60%
TMA	10%	Remuneração do Capital	10,00%
Selic	6,50%	Imposto (ICMS+ PIS + CONFIS)	9,25%

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 10 consolida os resultados encontrados para a análise de investimento, sendo considerado um horizonte de investimento de 25 anos. A Taxa interna de retorno obtida para Campina Grande é de 15,46%, enquanto a TIR para São Miguel do Oeste, cidade catarinense melhor posicionada, é de 14,56% e Lages, pior posicionamento, 13,68%. Por outro lado, o Valor Presente Líquido é positivo tanto para o cenário em que o custo de oportunidade é dado pela taxa Selic quanto para o cenário em que o custo de oportunidade é de 10%, evidenciando a vantagem do investimento em energia solar.

Tabela 10 – Resultados da Análise de investimento

	Lages	Chapecó	São Miguel do Oeste	Fraiburgo	Concordia	Campina Grande - PB
TIR	13,68%	14,49%	14,56%	13,96%	14,49%	15,46%
VPL (selic)	586.172	588.292	588.476	586.909	588.292	590.597
VPL (10%)	438.906	440.474	440.610	439.451	440.474	442.177
ROE	3%	4%	14%	13%	14%	15%
PAYBACK	7,64	7,24	7,21	7,50	7,24	6,81

Fonte: Elaboração própria

Já o Payback é de 6,81 anos para Campina Grande, 7,21 anos para São Miguel do Oeste e 7,64 anos para Lages. Isto é, apesar da viabilidade do investimento este se caracteriza pelo elevado prazo de amadurecimento, levando um período elevado para que o investidor consiga retirar o investimento realizado. Ademais, o ROE varia entre 13% e 15%, dependendo da cidade considerada, evidenciando que apesar do longo prazo de amadurecimento do investimento, o retorno é moderado. Em outras palavras, a viabilidade do investimento em energia solar depende do custo de oportunidade dos investidores. No cenário atual, em que a taxa Selic é de 6,5% e em que os títulos do governo pagam entre 5% e 9% de remuneração a energia solar se mostra atrativa. Porém, se a taxa Selic se elevar para patamares mais elevados, como por exemplo 14,5%, valor atingido em setembro de 2015, o investimento em energia solar se mostra pouco atrativo.

Assim, para os consumidores é vantajoso recorrer à empréstimos peer to peer para financiar um sistema de energia solar se a taxa de juros permanecer relativamente baixa. Nas circunstâncias atuais, uma taxa de retorno de 10% em um sistema peer to peer é atrativa para os investidores e vantajosa para os consumidores, cuja taxa interna de retorno do investimento é superior à 13% para todas as regiões consideradas. No entanto, se a

taxa de juros se elevar os empréstimos peer to peer para instalação de sistemas de energia solar distribuída deixam de ser atrativos.

Já para a análise de viabilidade do aplicativo foram levantados os preços cobrados pelas empresas especializadas na produção de aplicativos, sendo solicitado o orçamento para a elaboração de um aplicativo com criptografia avançada e elevado padrão de segurança. Também foram levantados os custos de contratação de uma empresa especializada na realização de auditoria relacionada à produção de novos aplicativos. A pesquisa de mercado realizada indicou que o custo de elaboração de um aplicativo com os requisitos necessários se encontra em torno de R\$ 150.000,00. Já o serviço de auditoria especializada custa em torno de R\$ 20.000,00. Os demais custos relacionados à construção de um espaço fixo (sala comercial) de funcionamento da empresa e demais despesas iniciais de abertura e funcionamento foram orçadas em R\$ 50.000,00. De modo que o custo inicial de funcionamento é de R\$ 220.000,00. Definindo-se ainda que 10% da receita total da empresa será destinada ao pagamento das despesas correntes e ao investimento em campanhas de marketing.

A Tabela 11 mostra os resultados obtidos para a análise de viabilidade do aplicativo com base nos parâmetros descritos no parágrafo acima, sendo o período considerado de 25 anos. Os cálculos foram realizados considerando-se o caso mais pessimista, isto é, o financiamento peer-to-peer de um sistema de produção distribuída de energia no Município de Lages SC. No total foram considerados seis cenários diferentes, com diferente número de residências produtoras. No cenário mais pessimista, o aplicativo é utilizado em apenas 50 residências, enquanto no cenário otimista é utilizado em 300 residências.

Tabela 11 - Análise de viabilidade, elaboração de um aplicativo

Indicador	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
N. residências	50	100	150	200	250	300
TIR	2,19%	9,73%	16,05%	22,00%	27,82%	33,58%
VPL (Selic)	65.621	56.551	8.723	300.895	423.067	545.239
VPL (Remuneração 10%)	92.738	3.658	85.422	174.502	263.582	352.662
ROE	5%	10%	16%	21%	26%	31%
PAYBACK	21,20	10,60	7,07	5,30	4,24	3,53

Fonte: Elaboração própria

Posteriormente, também se verifica na tabela 11, que no primeiro cenário, o investimento não se mostra vantajoso, sendo o TIR de apenas 2,19%, com VPL de R\$ - 65.621,00 caso o custo de oportunidade seja dado pela taxa Selic. Caso o aplicativo seja utilizado para financiar 100 empreendimentos de produção distribuída de energia o TIR se eleva para 9,73% e o VPL passa a ser positivo, R\$ 56.551,00. Já se o aplicativo alcançar 300 sistemas de produção de energia distribuída o TIR se eleva para 33,58%, sendo o VPL de R\$ 545.239,00. O Payback e o ROE também se mostram atrativos no cenário mais otimista, 3,53 anos e 31%, demonstrando a viabilidade do investimento.

Em suma, os cálculos realizados mostram que existe amplo espaço para a elaboração de aplicativos voltados para o financiamento da construção de sistemas de produção distribuída de energia solar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente digitalização das atividades produtivas e a facilidade de comunicação em tempo real, propiciada pelos smartphones, estão modificando o modo como as transações econômicas são realizadas. Assim, verifica-se a difusão de uma nova lógica produtiva voltada para o acesso, em detrimento da posse, denominada economia compartilhada. Este novo modelo de negócios está criando oportunidades baseado em três fatores: i) eliminação dos intermediários; ii) redução da assimetria de informação; e iii) maior capacidade de monitoramento dos agentes.

Entre as novas possibilidades geradas pela economia compartilhada, uma das que se destaca é a criação das plataformas de empréstimos peer to peer (P2P). Estas plataformas estão surgindo simultaneamente em diversos países, e crescem de forma exponencial, sendo o seu sucesso explicado pelas menores taxas de juros praticadas devido à eliminação dos intermediários financeiros. Por sua vez, o Brasil apresenta uma matriz energética altamente dependente da hidrelétrica ou termétrica, sendo a matriz solar fotovoltaica subaproveitada. Um dos motivos desta subutilização é o alto custo inicial para instalar os painéis solares. Neste cenário, o presente estudo verificou se a plataforma de empréstimo P2P voltado para o financiamento de sistemas de produção distribuída de energia solar fotovoltaica seria um retorno economicamente viável. Para tanto, utilizou-se da abordagem de análise de investimentos.

Os resultados encontrados mostraram que as taxas de retorno da produção distribuída de energia solar se encontram em torno de 14% em Santa Catarina. No cenário atual, em que os títulos do governo pagam no máximo 8% de retorno, existe margem para o surgimento de aplicativos que ofereçam taxas de retorno mais atrativas para os investidores, e por outro lado, reduzindo os valores pagos em energia elétrica pelos consumidores.

Os cenários considerados para a análise de viabilidade do aplicativo demonstraram que mesmo em um cenário conservador, no qual a taxa de administração seja de apenas 1% sobre o montante de capital financiado, em que sejam financiados somente 300 unidades, o aplicativo é viável em termos financeiros. Assim, a taxa de interna de retorno é de 33,58%, sendo necessários somente 3,53 anos para retirar o capital investido.

O presente estudo possuiu caráter exploratório, não sendo o seu objetivo propor uma solução definitiva para o problema energético brasileiro, mas apenas apontar uma possível alternativa de matriz energética e sua viabilidade de implementação. Portanto, o governo poderia adotar políticas públicas de incentivo as novas matrizes energéticas, para que empresários (risco de apagão) e consumidores (aumento na conta de luz) não sejam reféns das atuais matrizes.

REFERÊNCIAS

AGUINIS, H.; LAWAL, S. O. **ELancing: A review and research agenda for bridging the science–practice gap**. *Human Resource Management Review*, v. 23, n. 1, p. 6-17, 2013.

Aitzhan, N. Z.; Svetinovic, D. **Security and privacy in decentralized energy trading through multi-signatures, blockchain and anonymous messaging streams**. *IEEE Trans. Depend. Sec. Comput*; <http://dx.doi.org/10.1109/TDSC.2016.2616861>, 2016.

AITZHAN, N. Z.; SVETINOVIC, D. **Security and privacy in decentralized energy trading through multi-signatures, blockchain and anonymous messaging streams**. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, v. 15, n. 5, p. 840-852, 2018.

ALVES, G. H. **Projeto e análise da viabilidade econômica da instalação de painéis fotovoltaicos no setor industrial**. (Monografia de graduação) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

BELK, R. **You are what you can access: Sharing and collaborative consumption** online. *Journal of business research*, v. 67, n. 8, p. 1595-1600, 2014.

Block, C.; Neumann, D.; Weinhardt, C. **A market mechanism for energy allocation in micro-chp grids**. In: *Proceedings of the 41st annual Hawaii international conference on system sciences*. IEEE; 172–172, 2008.

Blouin, M. R.; Serrano, R. A. **Decentralized market with common values uncertainty: non-steady states**. Rev Econ Stud; 68(2):323–46, 2001.

BOTSMAN, R. **Who Can You Trust? How Technology Brought Us Together—and Why It Could Drive Us Apart**. Penguin UK, 2017.

BOTSMAN, R.; ROGERS, R. **O que é meu é seu: como o consumo colaborativo vai mudar o nosso mundo**. Bookman Editora, 2009.

BRASIL. **Energia solar no Brasil e no Mundo**. Ministério de Minas e Energia (MME) Fonte: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/17+-+Energia+Solar+-+Brasil+e+Mundo+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29/4b03ff2d-1452-4476-907d-d9301226d26c;jsessionid=41E8065CA95D1FABA7C8B26BB66878C9.srv154>, acesso em: 17 de abril de 2019, 2017.

BRASIL. **Resolução nº 4.656**. Banco Central do Brasil, disponível em: https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/downloadNormativo.asp?arquivo=/Lists/Normativos/Attachments/50579/Res_4656_v1_O.pdf, acesso em: 15 de abril de 2019, 2018.

CARROLL, J. M.; BELLOTTI, V. **Creating value together: The emerging design space of peer-to-peer currency and exchange**. In: **Proceedings of the 18th ACM conference on computer supported cooperative work & social computing**. ACM. p. 1500-1510, 2015.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKKE, B.H. **Análise de investimentos**. 10^a. ed., São Paulo: Atlas, 2007.

Coelho, V. N.; Cohen, M. W.; Coelho I. M.; Liu, N.; Guimarães, F. G. **Multi-agent systems applied for energy systems integration: state-of-the-art applications and trends in microgrids**. Appl Energy;187:820–32, 2017.

Companhia de Valores Mobiliários (CVM). Cenário da poupança e dos investimentos dos brasileiros. Disponível em: http://www.cvm.gov.br/export/sites/cvm/menu/investidor/estudos/pesquisas/20181002_estudo_spc_cenario_da_poupanca_e_dos_investimentos_dos_brasileiros.pdf, acesso em: 15 de abril de 2009.

COSTA JR., Newton C. A. **Análise de Investimentos**. 2010.

COSTA, P. H. S.; ATTIE, E. V. **Análise de projetos de investimento**. 3ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1990.

DUBOIS, E.; SCHOR, J.; CARFAGNA, L. **Connected consumption: A sharing economy takes hold**. Rotman Management, v. 1, p. 50-55, 2014.

Franke, M.; Rolli, D.; Kamper, A.; Dietrich, A.; Geyer-Schulz, A. **Lockemann, P. Impacts of distributed generation from virtual power plants**. In: **Proceedings of the 11th annual international sustainable development research conference**, vol. 1, p. 12, 2005.

Frenken, K.; Schor, J. **Putting the sharing economy into perspective.** *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 23, 3-10. 2017.

GANSKY, L. **The mesh: Why the future of business is sharing.** Penguin, 2010.

Green J.; Newman, P. **Citizen utilities: the emerging power paradigm.** *Energy Policy*;105:283–93, 2017.

Jimeno, J.; Anduaga, J.; Oyarzabal, J.; de Muro, A. G. **Architecture of a microgrid energy management system.** *Euro Trans Electr Power* ;21(2):1142–58, 2011.

KANG, J. et al. **Enabling localized peer-to-peer electricity trading among plug-in hybrid electric vehicles using consortium blockchains.** *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, v. 13, n. 6, p. 3154-3164, 2017.

Kou, P.; Liang, D.; Gao, L. **Distributed EMPC of multiple microgrids for coordinated stochastic energy management.** *Appl Energy*;185:939–52, 2017.

Kuznetsova, E. Li Y. F; Ruiz, C.; Zio, E. **An integrated framework of agent-based modelling and robust optimization for microgrid energy management.** *Appl Energy*;129:70–88, 2014.

Lamparter, S.; Becher, S.; Fischer, J. G. **An agent-based market platform for smart grids.** In: *Proceedings of the 9th international conference on autonomous agents and multiagent systems*;p. 1689–96, 2010.

LEE, E.; LEE, B. **Herding behavior in online P2P lending: An empirical investigation.** *Electronic Commerce Research and Applications*, v. 11, n. 5, p. 495-503, 2012.

LENZ, R. **Peer-to-peer lending: opportunities and risks.** *European Journal of Risk Regulation*, v. 7, n. 4, p. 688-700, 2016.

Lesic, V.; Martincevic, A.; Vasak, M. **Modular energy cost optimization for buildings with integrated microgrid.** *Appl Energy*;197:14–28, 2017.

LI, Z. et al. **Consortium blockchain for secure energy trading in industrial internet of things.** *IEEE transactions on industrial informatics*, v. 14, n. 8, p. 3690-3700, 2018.

LIU, D. et al. **Friendships in online peer-to-peer lending: Pipes, prisms, and relational herding.** *Mis Quarterly*, v. 39, n. 3, p. 729-742, 2015.

LIU, N. et al. **Energy-sharing model with price-based demand response for microgrids of peer-to-peer prosumers.** *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 32, n. 5, p. 3569-3583, 2017.

MENGELKAMP, E. et al. **Designing microgrid energy markets: A case study: The Brooklyn Microgrid.** *Applied Energy*, v. 210, p. 870-880, 2018.

Mihaylov, M.; Jurado, S.; Avellana, N.; Van Moffaert, K, A. **Virtual currency for trading of renewable energy in smart grids**. In: 11th International conference on the European energy Market (EEM). IEEE; 2014. p. 1–6, 2014.

MILNE, A.; PARBOTEEAH, P. **The business models and economics of peer-to-peer lending**. 2016.

MITRĘGA, N. K. **The Sharing Economy and Collaborative Finance-Outline of the Problems**. Studia Ekonomiczne, v. 173, p. 13-25, 2013.

Mohan, V.; Singh, J.G.; Ongsakul, W. **An efficient two stage stochastic optimal energy and reserve management in a microgrid**. Appl Energy;160:28–38, 2015.

MORSTYN, T. et al. **Using peer-to-peer energy-trading platforms to incentivize prosumers to form federated power plants**. Nature Energy, v. 3, n. 2, p. 94, 2018.

MULCAHY, D. **The gig economy: The complete guide to getting better work, taking more time off, and financing the life you want**. Amacom, 2016.

O'Dwyer K. J.; Malone, D. **Bitcoin mining and its energy footprint**. In: 25th IET Irish signals systems conference 2014 and 2014 China-Ireland international conference on information and communications technologies (ISSC 2014/CIICT 2014); p. 280–285, 2014.

OWYANG, J.; TRAN, C.; SILVA, C. **The collaborative economy**. Altimeter, United States, 2013.

Parag, Y.; Sovacool B. K. **Electricity market design for the prosumer era**. Nature Energy;1:16032, 2016.

PARKER, G. G.; VAN ALSTYNE, M.; CHOUDARY, S. P.; FOSTER, J. **Platform revolution: How networked markets are transforming the economy and how to make them work for you**. New York: WW Norton, 2016.

RIFKIN, J. **Sociedade com custo marginal zero**. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda, 2016.

Schleicher, T. R. **How renewables will change electricity markets in the next five years**. Energy Policy;48:64–75, 2012.

SCHOR, J. B.; FITZMAURICE, C. J.. **Collaborating and connecting: the emergence of the sharing economy**. Handbook of research on sustainable consumption, v. 410, 2015.

SHIRKY, C. **Lá vem todo mundo: o poder de organizar sem organizações**. Zahar, 2012.

Sikorski, J. J.; Haughton, J. Kraft, M. **Blockchain technology in the chemical industry: machine-to-machine electricity market**. Appl Energy;195:234–46, 2017.

SORIN, E.; BOBO, L.; PINSON, P. **Consensus-based approach to peer-to-peer electricity markets with product differentiation**. IEEE Transactions on Power Systems, v. 34, n. 2, p. 994-1004, 2019.

TASCA, P. et al. **Banking beyond banks and money**. AG, Switzerland: Springer International Publishing, 2016.

Vytelingum, P.; Ramchurn, S. D.; Voice, T. D.; Rogers, A.; Jennings, N. R. **Trading agentes for the smart electricity grid**. In: Proceedings of the 9th international conference on autonomous agents and multiagent systems: volume 1. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems. p. 897–904, 2010.

YUM, H.; LEE, B.; CHAE, M. **From the wisdom of crowds to my own judgment in microfinance through online peer-to-peer lending platforms**. Electronic Commerce Research and Applications, v. 11, n. 5, p. 469-483, 2012.

ZHANG, C. et al. **A bidding system for peer-to-peer energy trading in a grid-connected microgrid**. Energy Procedia, v. 103, p. 147-152, 2016.

ZHANG, C. et al. **Review of existing peer-to-peer energy trading projects**. Energy Procedia, v. 105, p. 2563-2568, 2017.