

VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA EM PROCESSOS DE INOVAÇÃO: UM ESTUDO COMPARATIVO PARA INSTALAÇÃO DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR EM RESIDÊNCIAS

Jaqueline Andressa Finckler Bald

jaqueline.bald@unioeste.br
Universidade Estadual do Oeste
do Paraná - UNIOESTE, Marechal
Cândido Rondon, PR, Brasil.

Eliana Cunico

elianacunico@gmail.com
Universidade Estadual do Oeste
do Paraná - UNIOESTE, Marechal
Cândido Rondon, PR, Brasil.

Silvana Anita Walter

silvanaanita.walter@gmail.com
Universidade Estadual do Oeste
do Paraná - UNIOESTE, Marechal
Cândido Rondon, PR, Brasil.

RESUMO

O Brasil se destaca pela incidência de radiação solar em todo o seu território, fator que tem estimulado a difusão da energia fotovoltaica. O **objetivo** deste estudo consiste em analisar a viabilidade técnica e financeira da substituição de energia elétrica pela energia fotovoltaica, diante das atuais condições da legislação e das mudanças previstas para residências urbanas. A abordagem teórica está baseada nos processos de inovação pela lente da hélice-tripla, além de discutir conceitos sobre análise de viabilidade para projetos de modernização. A **metodologia** classifica-se como qualitativa e descritiva, e utilizou para a coleta de dados a pesquisa documental e bibliográfica. Os principais **resultados** apresentam análises com base em técnicas de orçamento de capital, comprovando a viabilidade de utilização da energia fotovoltaica em todos os cenários. Como principal contribuição quanto à originalidade, o artigo oferece um conjunto de dados, ferramentas de análise e discussão com a teoria que permite ao leitor compreender como tais análises podem ser replicadas em outros cenários.

Palavras Chaves: Análise de viabilidade; energia fotovoltaica; projetos de modernização.

1. INTRODUÇÃO

A inovação é um processo discutido desde o início do século XX, e tem se mostrado um fator determinante para o desenvolvimento econômico de empresas, tanto no setor público como em instituições privadas. Ter a capacidade de inovar se torna um diferencial competitivo para as empresas, abre novos mercados, além de desafiar a capacidade de aprendizagem e adaptação (Silva, Floriani e Hein, 2018). Inovar refere-se a novas maneiras de realizar processos, com tecnologias disponíveis para criar produtos inovadores, novos processos de produção e novos modelos de aprender (Porter, 1999).

Pode-se afirmar que inovação é um processo de mudança contínua, que resulta da busca pelo novo, seja para atender necessidades e desejos ou para utilizar de forma mais correta e consciente os recursos naturais, tecnológicos e econômicos disponíveis (Moreira e Queiroz, 2007). Segundo Hashi e Stojic (2010), todas as atividades que se destinam a conduzir e implementar novas tecnologias, bem como atuar no melhoramento de produtos ou serviços, são inovações. De acordo com a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2017), devem ser levados em consideração fatores científicos, tecnológicos, organizacionais, financeiros e comerciais

De forma precursora, Schumpeter (1988) apresentou o conceito de inovação como a força central no dinamismo do sistema capitalista, enfatizando a importância das grandes empresas no desenvolvimento econômico mediante a sua capacidade de inovação. Seguindo a ideia de inovação até aqui destacada, este artigo propõe a perspectiva do modelo de hélice-tripla, a qual, segundo Philippi e Martins (2014), diz respeito à relação entre universidades, indústria e governo, no estudo e viabilização de novos projetos de inovação. Neste modelo, a ampliação dos papéis de cada setor aumenta a possibilidade de ações inovadoras e favorece o crescimento regional (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000; Dalmarko *et al.*, 2012; Philippi e Martins, 2014).

No que se refere a processos de inovação e melhoria contínua de sistemas, pode-se destacar que o setor elétrico está em um ambiente de constantes inovações, o que eleva a concorrência, até então em posse de empresas estatais, como é o caso da Companhia Paranaense de Energia Elétrica - COPEL. A busca por fontes de energia limpa tem crescido muito e alterado esse cenário (Farret, 2010). Diante da necessidade de novas formas de produção de energia, a energia solar, tecnicamente definida como fotovoltaica, é uma das alternativas mais promissoras para atender à demanda necessária ao desenvolvimento humano (Santos, 2018; Souza Jr *et al.*, 2019). A energia fotovoltaica, mais especificamente, é obtida por meio da conversão direta da luz solar em eletricidade. Os raios solares são absorvidos pelas placas

fotovoltaicas produzidas por materiais semicondutores. A intensidade do calor gera a energia elétrica (Cepel, 2017).

Com o avanço da tecnologia e melhoramento dos semicondutores de energia fotovoltaica, o seu custo foi reduzido, tornando-se atrativo e viável em muitos casos de implantação. O custo do *watt* de energia produzido passou de US\$ 79,67 para US\$ 0,36 em quarenta anos (Dantas e Pompermyer, 2018). O número de instalações de sistemas de energia fotovoltaica cresceu nos últimos anos e, segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), houve no Brasil um aumento de 145% de instalações dessa natureza, passando de 10.000 em abril de 2017, para 24.514 em abril de 2018 (ANEEL, 2018). E, uma vez que a geração de tecnologias, como a energia fotovoltaica, depende de desenvolvimento de novos e aprofundados estudos, o papel da universidade como agente de pesquisa, e do governo como agente financiador e propulsor, é essencial.

Estudos anteriores relacionados à viabilidade da instalação dos sistemas fotovoltaicos demonstram, segundo Shayan, Oliveira e Camargo (2006), que o custo proveniente da geração solar ainda é maior do que a implementação de uma pequena central hidroelétrica. Porém, o custo de energia gerada pelo sistema solar durante sua vida útil se mostra dez vezes mais eficiente para sistemas isolados. Atualmente, estudos apontam que os sistemas fotovoltaicos possuem um potencial de crescimento no país (Dantas e Pompermyer, 2018). De acordo com Santos (2016), a instalação de sistemas geradores de energia fotovoltaica se mostrou viável para o setor residencial, especificamente em um condomínio com quatro unidades consumidoras de energia. Como diferencial, este estudo analisa a viabilidade da instalação dos geradores fotovoltaicos em residências urbanas, nos casos em que há apenas uma unidade consumidora de energia.

Diante desse contexto, busca-se responder com este estudo se: **é viável, técnica e financeiramente, a substituição da energia elétrica pela energia fotovoltaica em uma residência urbana?** Para responder à questão, o objetivo geral consiste em analisar a viabilidade técnica e financeira da substituição de energia elétrica pela energia fotovoltaica, diante da atual legislação e das mudanças previstas para residências urbanas.

Além desta introdução, a segunda seção apresenta a fundamentação teórica. A terceira seção descreve o método de pesquisa, detalhando os procedimentos executados para atingir os objetivos propostos. Na quarta seção são apresentados e discutidos os resultados. O estudo se encerra com as considerações finais contendo as conclusões alcançadas, as limitações e as recomendações para estudos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A inovação sob a lente da hélice-tripla

O processo de inovação tem se mostrado um fator determinante de competitividade e progresso do setor empresarial, assumindo papel de destaque na sua gestão, como forma de indicador de desenvolvimento socioeconômico regional (Terra *et al.*, 2018). Schumpeter (1988) reconhece a possibilidade de haver inovação radical, que pode ser definida como aquela que produz modificação fundamental nas atividades desenvolvidas por uma organização, podendo se tratar de invenções ou inovação incremental, e implicam em pequenas modificações e melhorias em práticas rotineiras. Os conceitos definidos aplicam-se tanto a produtos como a serviços (Schumpeter, 1988).

A partir da visão disruptiva proposta por Schumpeter, outros autores como Leydesdorff e Etzkowitz (2000) propuseram modelo como o da hélice-tripla, que se baseia na interação entre universidade, indústria e governo. Segundo Etzkowitz (2005), a abordagem da hélice-tripla demonstra o papel fundamental que o agrupamento das três hélices possui para que a inovação realmente aconteça.

A Figura 1 apresenta a hélice-tripla, de modo que os atores envolvidos passaram a ter um papel maior no desenvolvimento tecnológico e de inovação regional (Coutinho e Silva, 2017). A primeira versão do modelo de hélice-tripla é chamada de "Triple Helix I". Nela, o Estado se sobrepõe às demais hélices, que são a universidade e o governo. Na segunda versão, "Triple Helix II", as três esferas são distintas e separadas por fortes limites, onde vigora uma política de "laissez-faire". A terceira versão, o "Triple Helix III", apresenta uma maior inter-relação entre universidade, indústria e governo, onde a universidade é o centro de estudos e desenvolvimento de inovações (Etzkowitz, 2005).

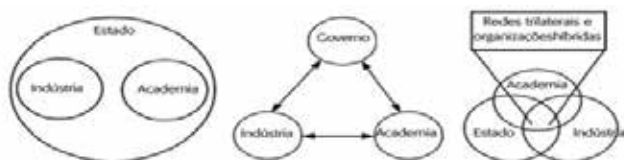


Figura 1. Representações dos estágios de desenvolvimento da hélice tripla

Fonte: Elaborado a partir de Dossa e Segatto (2010).

Segundo Eberhart e Pascuci (2014), a relação entre os três atores (universidade, governo e indústria) faz analogia a uma hélice, pois, ao se movimentarem de forma sincronizada, obterão maior eficiência no desenvolvimento social e econômico. Nesse modelo, a universidade atua como produtora de conhecimento para geração de inovação, a em-

presa é responsável pela criação dos produtos ou serviços e o governo atua na contribuição com recursos e incentivos fiscais para viabilizar o desenvolvimento de novas tecnologias (Eberhart e Pascuci, 2014). O modelo hélice tripla é utilizado para investigar diferentes contextos de inovação, como no caso da inovação da geração de energia solar como fonte alternativa e renovável. Neste estudo, o modelo será utilizado para análise da viabilidade de instalação dos sistemas de energia solar fotovoltaica em residências.

Energia fotovoltaica

O setor elétrico vem sofrendo modificações ao longo do tempo, seguindo o processo de inovação e melhoria contínua. Isso se comprova a partir de consulta a conteúdos publicados por diversos autores, como no caso de Santos (2008), em que o modelo de geração de energia elétrica mais utilizado no país provém, em sua grande maioria, das usinas hidrelétricas. A busca por fontes de energia limpa vem instigando a procura e o desenvolvimento de fontes alternativas de geração energética, sendo uma delas a energia fotovoltaica (Villalva, 1983).

A energia solar fotovoltaica é obtida por meio de materiais semicondutores, que ao absorverem o calor solar o transforma em energia elétrica (Santos, 2016). Segundo Carvalho, Abreu e Neto (2017), a implementação dos sistemas fotovoltaicos de geração de energia pode se tornar viável se levarmos em conta três fatores: 1) as altas tarifas de energia residencial; 2) a disponibilidade de radiação solar; 3) a redução significativa no valor dos painéis solares.

No Brasil, a incidência de radiação solar é alta em todas as regiões, o que favorece os sistemas de energia fotovoltaica e demonstra que o setor tem se tornado favorável ao crescimento (Amaral, 2018). Santos (2016) elenca que a energia solar fotovoltaica possui diversas vantagens, sendo as principais delas: a) sua obtenção é de forma estática e silenciosa, não causando impactos ambientais; b) é uma fonte de energia renovável; c) é uma excelente opção de energia, se avaliada a questão logística de distribuição, uma vez que a energia é produzida no mesmo local de seu consumo, reduzindo custos de transmissão; d) prazos de instalação são curtos, além de apresentar um alto grau de confiabilidade dos sistemas e baixo índice de manutenção (Santos, 2016).

Do ponto de vista legal, a ANEEL aprovou em 2012 a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, a fim de promover a produção de energia por fontes renováveis. A normativa estabelece condições para o acesso à micro e minigeração distribuída em residências urbanas e rurais, além de comércios e indústria, por meio de sistemas de distribuição interligadas às concessionárias que administram as redes (ANEEL, 2012).

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (2018), o setor residencial é responsável por 28,9% de toda a energia consumida no Brasil. Portanto, a utilização de sistemas fotovoltaicos está diretamente relacionada à capacidade de descentralização da produção elétrica, ou seja, o consumidor de energia elétrica passa a produzir sua própria energia por meio das placas fotovoltaicas instaladas no telhado de sua residência ou alguma edificação disponível (Dassi *et al.*, 2015).

Para Miranda (2013), pode-se relacionar a capacidade de produção caseira à isenção ou redução de cobrança pela energia consumida na residência, e que tenha sido produzida pelo sistema. A questão, em termos de ampliação do número de unidades residenciais com a energia fotovoltaica, esbarra no custo de implantação, na comprovação de viabilidade e na disponibilidade de oferta do serviço. A disponibilidade é variável em cada localidade. O custo de implantação e a análise de viabilidade são discutidos a seguir.

Análise de viabilidade para projetos de modernização

Conforme mencionado anteriormente, o Brasil possui altos índices de radiação solar, o que configura uma ampla possibilidade de aproveitamento deste fator para a utilização da geração de energia elétrica por meio dos sistemas de energia fotovoltaica (SOUZA Jr. *et al.*, 2019). Contudo, para o mesmo autor, antes de realizar a instalação de sistemas de energia fotovoltaica, torna-se necessário um estudo de viabilidade econômica e financeira devido ao alto custo inicial de implantação dos sistemas captadores que transformam o calor solar em energia elétrica.

Para tal análise de investimento, são propostos alguns métodos de verificação, como: *Payback* Descontado, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). A base da análise desses métodos pauta-se na comparação com a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) formulada a partir da expectativa resultante do custo de oportunidade, da liquidez e do risco (Greca *et al.*, 2014; Dalfovo *et al.*, 2019).

Inicialmente, o levantamento do investimento de capital permite ao proprietário identificar o volume mínimo que deverá ser gasto para atender às suas exigências. Segundo Bordeaux-Rêgo *et al.* (2010), durante o processo de investimento de capital, é realizada a análise dos recursos disponíveis para implementação do novo sistema, bem como onde esses recursos serão alocados para que o projeto seja viabilizado. O custo aplicado no projeto deve ser menor do que os benefícios econômicos e financeiros que ele fornecerá, caso contrário, o projeto poderá ser considerado inviável (Bordeaux-Rêgo *et al.*, 2010). Para Gitman (2010), o investimento de capital é um desembolso de fundos que a empresa faz, a fim de produzir benefícios a longo prazo. Os

motivos mais comuns para sua realização são a expansão de operações, substituição ou reforma de ativos imobilizados e obtenção de algum benefício a longo prazo.

Para a avaliação da viabilidade econômica e financeira de um projeto de investimento, a realização do fluxo de caixa é fundamental (Lemes Jr. *et al.*, 2002). Seguindo a ideia dos mesmos autores, a empresa cria um sistema que gera um banco de dados com informações sobre: a) a vida econômica do projeto; b) o custo do capital e a taxa de retorno exigida; c) as entradas de caixa incrementais do projeto; e d) as respostas dos concorrentes ao projeto.

De acordo com Greca *et al.* (2014), para a realização dos cálculos para a análise da viabilidade de investimentos, é necessário definir a TMA com o valor mínimo que o investimento deve alcançar para que seja considerado viável. A TMA é utilizada como parâmetro para realização dos cálculos do VPL e TIR, para que possa ser realizada a comparação dos resultados e posterior aceitação ou rejeição de um projeto de investimento (Greca *et al.*, 2014).

Após definida a TMA, para saber se um projeto é viável ou não, é necessária a realização da análise do tempo de retorno do investimento, mensurado pelo *Payback* Descontado (Souza Jr. *et al.*, 2019). Segundo Lemes Jr. *et al.* (2002), o *payback* é uma das ferramentas mais utilizadas nas tomadas de decisão de investimentos de longo prazo. Para cálculo do *payback* determina-se um período, no qual o investimento de um projeto deve ser recuperado. Se o retorno acontecer até esse período, o projeto é aceito. Sendo superior ao período, o projeto é rejeitado (Gitman, 2010). Esse modelo surgiu como correção do *payback* simples, que não considera o valor do dinheiro no tempo (LEMES Jr. *et al.*, 2002).

O VPL trata do valor das entradas líquidas do caixa menos o valor presente das saídas de caixa para investimento, descontadas ao custo do capital da empresa (Lemes Jr. *et al.*, 2002). Segundo Gitman (2010), o VPL é igual ao valor das entradas de caixa menos o investimento inicial (Equação 1). Outro método de cálculo utilizado na viabilização de projetos de investimento é a TIR. Para Lemes Jr. *et al.* (2002), a TIR é a taxa de retorno responsável por igualar o fluxo de caixa de saídas da empresa ao de entradas. Ela depende somente dos fluxos de caixa de certo investimento, dispensando a utilização de outras taxas. De acordo com Assaf Neto e Lima (2010), para avaliar a proposta de investimento de um projeto, o cálculo da TIR requer o conhecimento do dispêndio de capital e dos fluxos de caixa líquidos incrementais gerados pela decisão. Portanto, pode-se afirmar que, quanto maior a TIR, melhor será o projeto, ou seja, o projeto é recomendado se a taxa calculada for maior que o retorno exigido, definindo assim que ele agrega valor econômico, conforme equação 2 (Assaf Neto e Lima, 2010). O Quadro 1 resume ambas as equações.

Quadro 1. Equações TIR e VPL

VPL – Equação 1	TIR – Equação 2
$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - FC_0$ <p>VPL: Valor Presente Líquido; FC: Fluxo de Caixa; t: momento em que o fluxo de caixa ocorreu; i: taxa de desconto (ou taxa mínima de atratividade); n: período</p>	$0 = \sum_{n=1}^{n \& TIR} \frac{FC_t}{(1+TIR)^n}$ <p>TIR: Taxa Interna de Retorno; FCt: Fluxo de Caixa líquido no momento n; n: duração do projeto</p>

Fonte: Elaborado com base em Assaf Neto e Lima (2010).

Diante do mencionado sobre os cálculos e considerações necessários para viabilizar um projeto, pode-se observar que sua implementação requer, muitas vezes, altos investimentos, o que envolve também alguns riscos. A análise de cenários surge como um método que considera diversos resultados possíveis para obter um senso em relação ao retorno de um investimento (Gitman, 2010). Para Solomon e Pringle (1981), a análise de cenários envolve probabilidades condicionais. Por meio dela, o retorno esperado, ou o valor presente líquido de um projeto, pode ser examinado, auxiliando na tomada de decisão (Morais *et al.*, 2018). Essa técnica se torna útil para fornecer noções de variabilidade do retorno em reação a variações de algum resultado fundamental, empregando diversos resultados possíveis (cenários), como as entradas de caixa, para fornecer a quem deseja tomar a decisão em relação a um projeto de investimento, uma noção entre o que se espera do retorno e o que realmente poderá obter dele (Gitman, 2010). A seguir, a metodologia apresenta o desenvolvimento da pesquisa empírica e da análise dos dados.

3. METODOLOGIA

Quanto à abordagem do problema, a presente pesquisa pode ser classificada como qualitativa, pois de acordo com Richardson (1999), este tipo de metodologia descreve a complexidade de determinado problema, analisa a interação de variáveis, compreende e classifica processos dinâmicos vividos por grupos sociais. Neste estudo, a análise qualitativa será aplicada aos benefícios obtidos a partir de uma nova tecnologia de geração de energia. A pesquisa é descritiva sempre que permitir descrever, identificar, relatar e comparar dados (Raupp e Beuren, 2009). No presente estudo, essa etapa se caracteriza por descrever informações da coleta de dados e, também, discutir as análises feitas para substituição da energia elétrica convencional pela energia solar fotovoltaica, a partir de ferramentas financeiras de tomada de decisão.

Nesta pesquisa analisou-se a viabilidade de instalação de placas fotovoltaicas, geradoras de energia solar, em uma residência específica na cidade de Marechal Cândido Rondon - Pr. A escolha se deu a partir do critério comparativo, considerando uma instalação com pagamento do investimento à vista e outro financiado. Para tanto, os dados foram analisados com a finalidade de averiguar a energia consumida pela residência, bem como a economia gerada na conta de luz posteriormente à instalação dos sistemas fotovoltaicos, e o tempo de retorno do valor investido para aquisição.

Os instrumentos técnicos utilizados foram a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental com fonte secundária que, de acordo com Raupp e Beuren (2009), refere-se a documentos que ainda não foram analisados ou que podem reorganizar informações de acordo com as necessidades do estudo. Para essa etapa de levantamento, foram coletados orçamentos das empresas instaladoras dos sistemas como fonte do investimento. Além disso, foi realizado o levantamento do custo da energia elétrica consumido na residência, a fim de demonstrar a economia de custos gerado pelo novo sistema implantado, complementado pela legislação vigente. O Quadro 2 apresenta o roteiro metodológico.

Quadro 2. Roteiro Metodológico

Roteiro de pesquisa documental	Itens que compõem cada etapa
1º Levantamento do investimento inicial	Módulo fotovoltaico; Inversor fotovoltaico; Monitoramento Solar; Estrutura metálica de fixação dos módulos; Cabo CC Condumax Solarmax Flex SN; Par de conector MC4; Protetor de Surto DPS; Disjuntor MDWH - B32-2.
2º Levantamento da economia de energia	Histórico de consumo de energia.
3º Levantamento dos Custos	Eventuais custos de manutenção; Custos com seguro contra danos do sistema.
4º Despesas com Instalação	Serviços de instalação elétrica e mecânica; Conexão do sistema gerador à concessionária local; Comissionamento do sistema; Liberação, consulta e projeto junto à concessionária local; Aprovação do projeto junto aos órgãos e agentes reguladores (COPEL, ENERGISA, ANEEL, ONS).
5º Impostos incidentes sobre aquisição do sistema fotovoltaico	PIS/COFINS: 9,25%

Fonte: Os próprios autores (2019).

A coleta de dados ocorreu entre maio e julho de 2019. Foi selecionada uma residência localizada no município de Marechal Cândido Rondon para o levantamento de informações técnicas sobre a instalação do sistema fotovoltaico. Para a coleta de dados, foi levantado o orçamento realizado pela empresa MM2, situada na cidade de Marechal Cândido Rondon de acordo com a demanda energética da residência. Por meio do orçamento, foi possível analisar os itens que compõem o investimento inicial do projeto, no qual estão incluídos: módulo fotovoltaico, inversor fotovoltaico, monitoramento solar, estrutura metálica de fixação dos módulos, cabos condutores, par de conectores, protetor de surto e disjuntor.

Com o levantamento do histórico de consumo da residência é possível apurar a economia que o sistema fotovoltaico gerou ao consumidor. O levantamento teve o objetivo de averiguar ocasionais custos provenientes da manutenção dos sistemas que contemplam a manutenção preventiva de limpeza das placas e verificação das conexões elétricas anualmente, para garantir eficiência em seu funcionamento. As despesas geradas pela instalação do sistema fotovoltaico (instalação, ligação da rede e liberação do sistema) estão incluídas no projeto fornecido pela empresa. Não estão incluídos no projeto possíveis reforços no telhado da residência onde serão instaladas as placas. Quanto aos impostos incidentes sobre a fatura de energia, o proprietário da residência é isento do pagamento de ICMS e IPI, sendo obrigatório o pagamento do PIS/COFINS com alíquota de 9,25% ao mês. A seguir, os principais resultados são apresentados.

4. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Na Tabela 1 observa-se os dados de entrada do projeto, que representam o investimento inicial. As taxas apresentadas representam o valor correspondente ao padrão executado pela COPEL em acordo vigente com as empresas. Os dados técnicos foram obtidos pela empresa responsável pelo orçamento. A depreciação foi considerada, embasada pela WEG, fabricante dos equipamentos.

A Tabela 2 demonstra a redução da potência da geração de energia. Essa redução ocorre anualmente, gradativamente e, ao final dos 25 anos, a capacidade de geração de energia do módulo fotovoltaico fica em 80,7%. Ao realizar o investimento, é importante verificar que, ao final dos 25 anos, haverá essa diferença de 20% na capacidade de geração de energia do sistema. O consumo de energia da concessionária a partir desse período tende a aumentar. A Tabela 2 apresenta a geração de energia dos módulos, bem como as receitas que a implementação do sistema gerará, que corresponde à economia que o proprietário terá com a energia elétrica. Além disso, constam os fluxos de caixa anual e acumulado, representando a economia gerada durante os 25

anos em que os módulos do ápice vão perdendo potencial energético. Diante dos dados apresentados pela empresa, foi possível definir uma TMA em função de atuais taxas de mercado, a fim de calcular TIR, VPL e *payback* descontado, o que atende à proposta de Greca *et al.* (2014) como métodos imprescindíveis para saber se o projeto é viável.

Tabela 1. Dados de entrada do projeto

Irradiação solar	5,00	KWh/m². Dia
Taxa Mínima COPEL	50	KWh
Tarifa Normal	R\$ 0,79	/KWh
Tarifa Compensada	R\$ 0,70	/KWh
Reajuste Médio da Tarifa	7%	Ao ano
Consumo Direto	60	%
Consumo Compensado	40	%
Potência do Gerador	6,75	WKp
Performance do Sistema	80%	-
Energia Gerada	9.720	KWh/ano
Degradação (2º ao 25º)	0,60%	Ao ano
Degradação 1º ano	2,50%	-
Manutenção	0,40%	Ao ano
Reajuste OPEX	1%	Ao ano

Fonte: Os próprios autores (2019).

A TMA que, segundo Greca *et al.* (2014), é utilizada para comparar o retorno do investimento, foi definida em 1,53% a.m. (decorrente de 0,35% - poupança em 18/06/2019; 0,70% - risco assumido; e 0,48% - perda de liquidez). Ao realizar a conversão para taxa anual, obteve-se um parâmetro de 19,98% a.a., que foi utilizado para cálculo do retorno dos orçamentos. Uma vez que o investimento aplicado à poupança teria, em média, um rendimento de 4,28% a.a., considera-se que a TMA é adequada, em função do valor investido e do risco assumido.

Porém, se considerarmos que o investimento para as instalações dos módulos fotovoltaicos, hoje, é de R\$ 25.886,00 e que se tenha como retorno os fluxos de caixa prometidos anualmente, conforme apresentado na Tabela 2, a uma taxa de 19,98% ao ano, o investimento demoraria em torno de 4 anos e 2 meses para se pagar. No orçamento, a empresa apresenta que o tempo de retorno é de apenas 3 anos e 7 meses, mas para isso se utiliza de uma TMA de apenas 9% a.a., ou seja 0,72% a.m., o que na prática não condiz com a realidade de mercado.

O cálculo do VPL demonstra que, além de recuperar o investimento feito, o proprietário pode ainda obter um retorno devido à sua economia de R\$ 2.728,08 acima dos 19,98% da TMA. Consequentemente, chegou-se a uma TIR de 32,33% a.a., o que condiz com o que a empresa vende. Dessa forma,

Tabela 2. Geração e Retorno de Investimento

Geração				Receitas		Fluxo de Caixa	
Ano	Ano/Kw	Tarifa		Mensal	Anual	FC anual	FC acumulado
0	-	R\$ 0,70	R\$ 0,79	-	-R\$ 25.886,00	-R\$ 25.886,00	-R\$ 25.886,00
1	9.720,00	R\$ 0,70	R\$ 0,79	R\$ 73,04	R\$ 6.876,48	R\$ 6.772,94	-R\$ 19.113,06
2	9.477,00	R\$ 0,75	R\$ 0,85	R\$ 596,82	R\$ 7.161,79	R\$ 7.057,21	-R\$ 12.055,85
3	9.420,14	R\$ 0,80	R\$ 0,90	R\$ 634,50	R\$ 7.614,02	R\$ 7.508,40	-R\$ 4.547,45
4	9.363,62	R\$ 0,86	R\$ 0,97	R\$ 674,57	R\$ 8.094,80	R\$ 7.988,12	R\$ 3.440,67
5	9.307,44	R\$ 0,92	R\$ 1,04	R\$ 717,16	R\$ 8.605,91	R\$ 8.498,16	R\$ 11.938,83
6	9.251,59	R\$ 0,98	R\$ 1,11	R\$ 762,44	R\$ 9.149,27	R\$ 9.040,44	R\$ 20.979,27
7	9.196,08	R\$ 1,05	R\$ 1,19	R\$ 810,58	R\$ 9.726,90	R\$ 9.616,99	R\$ 30.596,26
8	9.140,90	R\$ 1,12	R\$ 1,27	R\$ 861,75	R\$ 10.340,98	R\$ 10.229,97	R\$ 40.826,23
9	9.086,06	R\$ 1,20	R\$ 1,36	R\$ 916,15	R\$ 10.993,79	R\$ 10.881,67	R\$ 51.707,90
10	9.031,54	R\$ 1,29	R\$ 1,45	R\$ 973,98	R\$ 11.687,79	R\$ 11.574,55	R\$ 63.282,45
11	8.977,35	R\$ 1,38	R\$ 1,55	R\$ 1.035,46	R\$ 12.425,56	R\$ 12.311,18	R\$ 75.593,63
12	8.923,49	R\$ 1,47	R\$ 1,66	R\$ 1.100,82	R\$ 13.209,86	R\$ 13.094,34	R\$ 88.687,97
13	8.869,95	R\$ 1,58	R\$ 1,78	R\$ 1.170,30	R\$ 14.043,63	R\$ 13.926,96	R\$ 102.614,93
14	8.816,73	R\$ 1,69	R\$ 1,90	R\$ 1.244,17	R\$ 14.929,99	R\$ 14.812,14	R\$ 117.427,07
15	8.763,83	R\$ 1,80	R\$ 2,04	R\$ 1.322,69	R\$ 15.872,24	R\$ 15.753,21	R\$ 133.180,28
16	8.711,25	R\$ 1,93	R\$ 2,18	R\$ 1.406,16	R\$ 16.873,90	R\$ 16.753,69	R\$ 149.933,97
17	8.658,98	R\$ 2,07	R\$ 2,33	R\$ 1.494,89	R\$ 17.938,73	R\$ 17.817,32	R\$ 167.751,29
18	8.607,02	R\$ 2,21	R\$ 2,50	R\$ 1.589,23	R\$ 19.070,70	R\$ 18.948,08	R\$ 186.699,37
19	8.555,38	R\$ 2,37	R\$ 2,67	R\$ 1.689,50	R\$ 20.274,04	R\$ 20.150,19	R\$ 206.849,56
20	8.504,05	R\$ 2,53	R\$ 2,86	R\$ 1.796,10	R\$ 21.553,25	R\$ 21.428,16	R\$ 228.277,72
21	8.453,03	R\$ 2,71	R\$ 3,06	R\$ 1.909,43	R\$ 22.913,10	R\$ 22.786,76	R\$ 251.064,48
22	8.402,31	R\$ 2,90	R\$ 3,27	R\$ 2.029,89	R\$ 24.358,68	R\$ 24.231,07	R\$ 275.295,55
23	8.351,89	R\$ 3,10	R\$ 3,50	R\$ 2.157,95	R\$ 25.895,38	R\$ 25.766,50	R\$ 301.062,05
24	8.301,78	R\$ 3,32	R\$ 3,75	R\$ 2.294,08	R\$ 27.528,94	R\$ 27.398,77	R\$ 328.460,82
25	8.251,97	R\$ 3,55	R\$ 4,01	R\$ 2.438,79	R\$ 29.265,46	R\$ 29.133,99	R\$ 357.594,81

Fonte: Os próprios autores (2019).

segundo a ideia de Morais *et al.* (2018), é possível analisar que nesse cenário, o investimento é viável, contudo, se paga em maior tempo do que a empresa anuncia. A Tabela 3 resume os resultados da TMA, VPL, TIR e *payback* descontado, obtidos por meio dos cálculos financeiros.

Tabela 3. Resultados dos cálculos financeiros

TMA	19,98% a.a.
VPL	R\$ 21.124,04
TIR	32,33% a.a.
Payback Descontado	3 anos e 7 meses (9% de remuneração do retorno) e 4 anos e 2 meses (19,98% de remuneração do capital de retorno)

Fonte: Os próprios autores (2019).

Em outro cenário, a Tabela 4 demonstra a geração e retorno do investimento, considerando que o sistema de geração de energia fotovoltaico será adquirido pelo proprietário por meio de um financiamento, onde são levados em consideração o valor investido, os juros pagos, o retorno e os benefícios que o projeto irá oferecer a longo prazo (Gitman, 2010).

Considerando o valor financiado de R\$ 25.886,00 (valor do sistema instalado), sendo que a taxa de juros contratada é de 1,09% a.m. e o prazo para pagamento é de 60 meses, ao final deste prazo, o montante pago pelo proprietário ao banco credor será de R\$ 42.145,20.

Para a análise destes dados utilizou-se, igualmente à análise anterior, tomando como base a TMA de 19,98% ao ano. Levando em consideração a TMA apresentada pela empresa contratada (9% a.a.) e os fluxos de caixa prometidos, o investimento se paga em 5 anos e 6 meses. Porém, utilizando-se da taxa real anual obtida de 19,98% a.a., esse investimento se paga em 6 anos e 4 meses. Nesse cenário, obteve-se um VPL de R\$ 4.864,84 a mais do que se o valor fosse investido na TMA. De acordo com os cálculos, encontra-se uma TIR de 21,81% a.a., superando a base comparativa de 19,98% a.a., corroborando a literatura de Assaf Neto e Lima (2010), na qual quanto maior a TIR, melhor para o investidor. Nesse caso, constata-se que, ao precisar financiar o uso dessa tecnologia, o investidor paga os juros e perde retorno do seu capital, mas não deixa de ganhar em economia das despesas com a conta de energia, conforme expõe a Tabela 4.

Tabela 4. Geração e retorno do investimento com financiamento

Geração				Receitas		Fluxo de Caixa	
Ano	Ano/Kw	Tarifa		Mensal	Anual	Anual	Acumulado
0	—	R\$ 0,70	R\$ 0,79		-R\$ 42.145,20	-R\$ 42.145,20	-R\$ 42.145,20
1	9.720,00	R\$ 0,70	R\$ 0,79	R\$ 573,04	R\$ 6.876,48	R\$ 6.772,94	-R\$ 35.372,26
2	9.477,00	R\$ 0,75	R\$ 0,85	R\$ 596,82	R\$ 7.161,79	R\$ 7.057,21	-R\$ 28.315,05
3	9.420,14	R\$ 0,80	R\$ 0,90	R\$ 634,50	R\$ 7.614,02	R\$ 7.508,40	-R\$ 20.806,65
4	9.363,62	R\$ 0,86	R\$ 0,97	R\$ 674,57	R\$ 8.094,80	R\$ 7.988,12	-R\$ 12.818,53
5	9.307,44	R\$ 0,92	R\$ 1,04	R\$ 717,16	R\$ 8.605,91	R\$ 8.498,16	-R\$ 4.320,37
6	9.251,59	R\$ 0,98	R\$ 1,11	R\$ 762,44	R\$ 9.149,27	R\$ 9.040,44	R\$ 4.720,07
7	9.196,08	R\$ 1,05	R\$ 1,19	R\$ 810,58	R\$ 9.726,90	R\$ 9.616,99	R\$ 14.337,06
8	9.140,90	R\$ 1,12	R\$ 1,27	R\$ 861,75	R\$ 10.340,98	R\$ 10.229,97	R\$ 24.567,03
9	9.086,06	R\$ 1,20	R\$ 1,36	R\$ 916,15	R\$ 10.993,79	R\$ 10.881,67	R\$ 35.448,70
10	9.031,54	R\$ 1,29	R\$ 1,45	R\$ 973,98	R\$ 11.687,79	R\$ 11.574,55	R\$ 47.023,25
11	8.977,35	R\$ 1,38	R\$ 1,55	R\$ 1.035,46	R\$ 12.425,56	R\$ 12.311,18	R\$ 59.334,43
12	8.923,49	R\$ 1,47	R\$ 1,66	R\$ 1.100,82	R\$ 13.209,86	R\$ 13.094,34	R\$ 72.428,77
13	8.869,95	R\$ 1,58	R\$ 1,78	R\$ 1.170,30	R\$ 14.043,63	R\$ 13.926,96	R\$ 86.355,73
14	8.816,73	R\$ 1,69	R\$ 1,90	R\$ 1.244,17	R\$ 14.929,99	R\$ 14.812,14	R\$ 101.167,87
15	8.763,83	R\$ 1,80	R\$ 2,04	R\$ 1.322,69	R\$ 15.872,24	R\$ 15.753,21	R\$ 116.921,08
16	8.711,25	R\$ 1,93	R\$ 2,18	R\$ 1.406,16	R\$ 16.873,90	R\$ 16.753,69	R\$ 133.674,77
17	8.658,98	R\$ 2,07	R\$ 2,33	R\$ 1.494,89	R\$ 17.938,73	R\$ 17.817,32	R\$ 151.492,09
18	8.607,02	R\$ 2,21	R\$ 2,50	R\$ 1.589,23	R\$ 19.070,70	R\$ 18.948,08	R\$ 170.440,17
19	8.555,38	R\$ 2,37	R\$ 2,67	R\$ 1.689,50	R\$ 20.274,04	R\$ 20.150,19	R\$ 190.590,36
20	8.504,05	R\$ 2,53	R\$ 2,86	R\$ 1.796,10	R\$ 21.553,25	R\$ 21.428,16	R\$ 212.018,52
21	8.453,03	R\$ 2,71	R\$ 3,06	R\$ 1.909,43	R\$ 22.913,10	R\$ 22.786,76	R\$ 234.805,28
22	8.402,31	R\$ 2,90	R\$ 3,27	R\$ 2.029,89	R\$ 24.358,68	R\$ 24.231,07	R\$ 259.036,35
23	8.351,89	R\$ 3,10	R\$ 3,50	R\$ 2.157,95	R\$ 25.895,38	R\$ 25.766,50	R\$ 284.802,85
24	8.301,78	R\$ 3,32	R\$ 3,75	R\$ 2.294,08	R\$ 27.528,94	R\$ 27.398,77	R\$ 312.201,62
25	8.251,97	R\$ 3,55	R\$ 4,01	R\$ 2.438,79	R\$ 29.265,46	R\$ 29.133,99	R\$ 341.335,61

Fonte: Os próprios autores (2019).

A Tabela 5 apresenta os resultados da TMA, VPL, TIR e *payback* descontado, obtidos por meio dos cálculos financeiros.

Tabela 5. Resultados dos cálculos financeiros

TMA	19,98% a.a.
VPL	R\$ 4.864,84
TIR	21,81% a.a.
Payback Descontado	5 anos e 6 meses (9% de remuneração do retorno) e 6 anos e 4 meses (19,98% de remuneração do capital de retorno)

Fonte: Os próprios autores (2019).

Além dos valores informados pela empresa prestadora do serviço, na prática, a pesquisa revelou que há custos em aquisição de um seguro da residência, uma vez que há risco de eventos climáticos e danos elétricos avariarem por completo o equipamento. Outro custo presente reflete a necessidade de higienizar, ao menos duas vezes por ano, o telhado da residência, em função de que o acúmulo de poeira pode diminuir a eficiência das placas ou limitar a vida útil do equipamento. Assim, para finalizar, este estudo propõe

um cenário que considera também essas duas variáveis. De acordo com Solomon e Pringle (1981), novas probabilidades de valores podem auxiliar na tomada de decisão sobre a implementação de um novo sistema.

Portanto, considerando que o custo anual da higienização seria de R\$ 600,00 (R\$ 300,00 cada uma), e que o custo do seguro adicional da residência seja cotado em média, no valor de R\$ 300,00 ao ano, temos as receitas e fluxos de caixa apresentados na Tabela 6. De acordo com a TMA de 19,98% a.a., o investimento apresenta um VPL de R\$ 407,75 e TIR de 20,13% a.a., ou seja, o retorno é maior do que a TMA, tornando o investimento viável (Greca *et al.*, 2014). Já o *payback* descontado, no caso desse cenário, apresenta um retorno do investimento em 8 anos e 5 meses. O fluxo de caixa anual e acumulado apresentaram uma redução de valor por considerar os dois novos valores, porém, não deixa de representar uma economia na conta de energia do consumidor.

A Tabela 7 apresenta os resultados da TMA, VPL, TIR e *payback* descontado, obtidos por meio dos cálculos financeiros, para os três cenários propostos.

Tabela 6. Geração e retorno com financiamento considerando seguro e taxa de limpeza

Geração				Receitas		Fluxo de Caixa	
Ano	Ano/Kw	Tarifa		Mensal	Anual	Anual	Acumulado
0	-	R\$ 0,70	R\$ 0,79	-	-R\$ 42.145,20	-R\$ 42.145,20	-R\$ 42.145,20
1	9.720,00	R\$ 0,70	R\$ 0,79	R\$ 573,04	R\$ 5.976,48	R\$ 5.483,01	-R\$ 36.662,19
2	9.477,00	R\$ 0,75	R\$ 0,85	R\$ 596,82	R\$ 6.261,79	R\$ 5.270,42	-R\$ 31.391,77
3	9.420,14	R\$ 0,80	R\$ 0,90	R\$ 634,50	R\$ 6.714,02	R\$ 5.184,46	-R\$ 26.207,31
4	9.363,62	R\$ 0,86	R\$ 0,97	R\$ 674,57	R\$ 7.194,80	R\$ 5.096,98	-R\$ 21.110,33
5	9.307,44	R\$ 0,92	R\$ 1,04	R\$ 717,16	R\$ 7.705,91	R\$ 5.008,31	-R\$ 16.102,02
6	9.251,59	R\$ 0,98	R\$ 1,11	R\$ 762,44	R\$ 8.249,27	R\$ 4.918,77	-R\$ 11.183,25
7	9.196,08	R\$ 1,05	R\$ 1,19	R\$ 810,58	R\$ 8.826,90	R\$ 4.828,62	-R\$ 6.354,63
8	9.140,90	R\$ 1,12	R\$ 1,27	R\$ 861,75	R\$ 9.440,98	R\$ 4.738,11	-R\$ 1.616,53
9	9.086,06	R\$ 1,20	R\$ 1,36	R\$ 916,15	R\$ 10.093,79	R\$ 4.647,46	R\$ 3.030,94
10	9.031,54	R\$ 1,29	R\$ 1,45	R\$ 973,98	R\$ 10.787,79	R\$ 4.556,88	R\$ 7.587,81
11	8.977,35	R\$ 1,38	R\$ 1,55	R\$ 1.035,46	R\$ 11.525,56	R\$ 4.466,53	R\$ 12.054,35
12	8.923,49	R\$ 1,47	R\$ 1,66	R\$ 1.100,82	R\$ 12.309,86	R\$ 4.376,58	R\$ 16.430,93
13	8.869,95	R\$ 1,58	R\$ 1,78	R\$ 1.170,30	R\$ 13.143,63	R\$ 4.287,17	R\$ 20.718,10
14	8.816,73	R\$ 1,69	R\$ 1,90	R\$ 1.244,17	R\$ 14.029,99	R\$ 4.198,42	R\$ 24.916,53
15	8.763,83	R\$ 1,80	R\$ 2,04	R\$ 1.322,69	R\$ 14.972,24	R\$ 4.110,45	R\$ 29.026,98
16	8.711,25	R\$ 1,93	R\$ 2,18	R\$ 1.406,16	R\$ 15.973,90	R\$ 4.023,34	R\$ 33.050,32
17	8.658,98	R\$ 2,07	R\$ 2,33	R\$ 1.494,89	R\$ 17.038,73	R\$ 3.937,19	R\$ 36.987,51
18	8.607,02	R\$ 2,21	R\$ 2,50	R\$ 1.589,23	R\$ 18.170,70	R\$ 3.852,07	R\$ 40.839,59
19	8.555,38	R\$ 2,37	R\$ 2,67	R\$ 1.689,50	R\$ 19.374,04	R\$ 3.768,05	R\$ 44.607,64
20	8.504,05	R\$ 2,53	R\$ 2,86	R\$ 1.796,10	R\$ 20.653,25	R\$ 3.685,18	R\$ 48.292,82
21	8.453,03	R\$ 2,71	R\$ 3,06	R\$ 1.909,43	R\$ 22.013,10	R\$ 3.603,50	R\$ 51.896,32
22	8.402,31	R\$ 2,90	R\$ 3,27	R\$ 2.029,89	R\$ 23.458,68	R\$ 3.523,06	R\$ 55.419,38
23	8.351,89	R\$ 3,10	R\$ 3,50	R\$ 2.157,95	R\$ 24.995,38	R\$ 3.443,90	R\$ 58.863,28
24	8.301,78	R\$ 3,32	R\$ 3,75	R\$ 2.294,08	R\$ 26.628,94	R\$ 3.366,03	R\$ 62.229,31
25	8.251,97	R\$ 3,55	R\$ 4,01	R\$ 2.438,79	R\$ 28.365,46	R\$ 3.289,48	R\$ 65.518,79

Fonte: Os próprios autores (2019).

Tabela 7. Resumo dos cálculos financeiros apresentados anteriormente

Cálculos	C1 – À vista	C2 – Com financiamento	C3 - Com seguro e financiamento
TMA	19,98% a.a.	19,98% a.a.	19,98% a.a.
VPL	R\$ 21.124,04	R\$ 4.864,84	R\$ 407,75
TIR	32,33% a.a.	21,81% a.a.	20,13% a.a.
Payback Descontado	4 anos e 2 meses	6 anos e 4 meses	8 anos 5 meses

Fonte: Os próprios autores (2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar a viabilidade técnica e financeira da substituição de energia elétrica pela energia fotovoltaica, diante das atuais condições da legislação e das mudanças previstas para residências urbanas. O objetivo foi considerado atendido, uma vez que a análise foi realizada por meio da comparação de aquisição dos equipamentos de energia fotovoltaica à vista e financiados, obtendo-se o resultado de viabilidade nos dois casos. O cenário financiado também foi observado por meio da análise de cenários com

acréscimo de valores como seguros e limpeza anual das placas. Em todos eles, a viabilidade foi comprovada.

Em um primeiro cenário a aquisição do equipamento de energia fotovoltaica foi à vista e obteve-se um VPL de R\$ 21.124,04, TIR de 32,33% a.a. e o *payback* descontado apresenta um retorno do investimento em 4 anos e 2 meses, caracterizando-o como viável. Contudo, quanto ao tempo de retorno do investimento apresentado no orçamento, a empresa instaladora promete 3 anos e 7 meses, o que difere da realidade apurada.

Em um segundo cenário, sendo utilizado o mesmo orçamento, foi considerado que a aquisição seria por meio de um financiamento, no qual o proprietário irá pagar parcelas fixas durante 60 meses e juros de 1,09% a.m. Neste cenário, obteve-se um VPL de R\$ 4.864,84, TIR de 21,81% a.a. e *payback* descontado apresenta um tempo de retorno de 6 anos e 4 meses. O investimento, apesar de apresentar menor retorno, pode ser considerado como viável.

O terceiro cenário analisado considerou o investimento financiado com o acréscimo de seguro e limpeza das placas instaladas. Neste cenário, o VPL é de R\$ 1.150,60, a TIR 20,41% a.a. e o *payback* descontado apresenta um tempo de retorno de 8 anos e 2 meses. Neste contexto, o projeto se apresenta viável, porém, com um retorno menor do que nos cenários anteriores. Contudo, devido ao alto custo de aquisição do equipamento, é importante levar em consideração tais variáveis, uma vez que problemas elétricos e relacionados ao clima podem ocasionar a perda total do equipamento. Conclui-se, portanto, que o investimento realizado pelo proprietário da residência em questão é viável, de acordo com os parâmetros de cálculos utilizados.

Teoricamente, a análise da hélice tripla se confirmou, dado que a universidade é como fonte de pesquisa básica técnica e, neste caso, proponente deste estudo de viabilidade; as empresas se apresentam como produtoras e instaladoras das placas fotovoltaicas; e o governo assume seu papel como regulador e incentivador fiscal no desenvolvimento de leis que assegurem a produção da energia fotovoltaica em residências.

Como limitações, na presente pesquisa não foram considerados custos de manutenção dos equipamentos, uma vez que não há padronização para tal necessidade. Os orçamentos para investimento foram realizados em apenas uma empresa e, sobretudo, o estudo foi aplicado a uma única residência. Neste estudo não foram levadas em consideração possíveis cobranças de taxas sobre a energia solar gerada em casa, que vem sendo estudadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL que, caso sejam aprovadas, poderão ocasionar redução da viabilidade.

O método de estudo desta pesquisa pode ser aplicado a outros estudos de viabilidade técnica e econômica, em outros contextos ou utilizados como forma de acrescentar outras técnicas de análise financeira. Como contribuição gerencial, o estudo evidencia que há potencial de expansão para a atividade, havendo valor na difusão de tais informações.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. F. P. (2018). *Análise das viabilidades técnica e econômica da energia solar fotovoltaica*. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade. Disponível em: <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/835>. Acesso em: 15 de abr. 2019.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. (2018). *Informações Técnicas*. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/informacoestecnicas//asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracaodistribuidaintroduc1/656827?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Finformacoestecnicas%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_CegkWaVJWF5E%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2. Acesso em: 18 mar. 2019.
- _____. *Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012*. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2019.
- ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G. (2010). *Fundamentos da administração financeira*. São Paulo: Atlas.
- BORDEAUX-RÊGO, R.; PAULO, G. P.; SPRITZER, I. M. P. A.; ZOTES, L. P. (2010). *Viabilidade econômico-financeira de projetos*. 3. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.
- CARVALHO, F. I. A.; ABREU, M. C. S.; CORREIA NETO, J. F. (2017). “Financial alternatives to enable distributed microgeneration projects with photovoltaic solar power”. *Revista de Administração Mackenzie*, v. 18, n. 1, p. 120-147. São Paulo.
- CEPEL-Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. (2019). *Energia Solar*. Disponível em: http://www.cepel.br/pt_br/linhas-de-pesquisa/menu/energia-solar-1.htm. Acesso em: 14 abr. 2019.
- COUTINHO, G. A. S.; SILVA, A. V. da. (2017). “Inovação tecnológica, relação universidade-empresa e modelo teórico da Hélice Tripla”. In: SIMPÓSIO DE METODOLOGIAS ATIVAS: INOVAÇÕES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA E SUPERIOR, BLUCHER EDUCATION PROCEEDINGS, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: Blucher. p. 36-48. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/inovao-tecnologica-relao-universidade-empresa-e-modelo-teorico-da-hlice-tripla-25381>. Acesso em: 14 abr. 2019.
- DALFOVO, W. C. T.; ZILIO, P. C.; SORNBERGER, G. P.; REDIVO, A. (2019). “A viabilidade econômica da implantação de energia solar fotovoltaica para a redução dos custos com energia elétrica das famílias com diferentes níveis de renda: Uma Análise para a Região Norte de Mato Grosso”. *Sociedade, Contabilidade e Gestão*, v. 14, n. 3, p. 118-143.
- DALMARCO, G.; ZAWISLAK, P. A.; KARAWJCZYK, T. C. (2012). *Fluxo de conhecimento na interação universidade-empresa: uma abordagem complementar*. In: XXXVI ENCONTRO DA

- ANPAD- ENANPAD. 2014, Rio de Janeiro. Anais [...] Rio de Janeiro.
- DANTAS, S. G.; POMPERMAYER, F. M. (2019). *Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico*. Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. - Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 1990. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8400>. Acesso em: 25 de mar. 2019.
- DASSI, J. A.; ZANIN, A.; BAGATINI, F. M.; TIBOLA, A.; BARI-CHELLO, R.; MOURA, G. D. de. (2015). *Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil*. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS. Foz do Iguaçu. Anais[...]. Foz do Iguaçu/Pr.
- DOSSA, A. A.; SEGATTO, A. P. (2010). "Pesquisas cooperativas entre universidades e institutos públicos no setor agropecuário brasileiro: um estudo na Embrapa". *Revista de Administração Pública*. v. 44, n. 6. Rio de Janeiro, Nov./Dez.
- EBERHART, M. E.; PASCUCI, L. (2019). "O processo decisório e suas implicações na cooperação universidade, empresa e governo: um estudo de caso". *Revista GUAL*, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 221-242, maio 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/1983-4535.2014v7n2p221>. Acesso em: 24 mar. 2019.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt>. Acesso em: 25 mar. 2019.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. (2000). "The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations". *Research Policy*, v. 29, n. 2, p. 109-123.
- FARRET, F. A. (2010). *Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica*. 2. ed. Santa Maria: UFSM.
- GITMAN, L. J. (2010). *Princípios de administração financeira*. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- GRECA, F. M.; BARDDAL, R. L.; RAVACHE, S. C.; SILVA, D. G.; CATAPAN, A.; MARTINS, P. F. (2014). "Análise de um projeto de investimento para minimização de quebras de estoque com a utilização da metodologia multi-índices e da simulação de Monte Carlo". *GEINTEC – Revista Gestão, Inovação e Tecnologia*. v. 4, n. 3, p. 1092 – 1107.
- HASHI, I.; STOJICIC, N. (2013). "The impact of innovation activities on firm performance using a multi-stage model: Evidence from the Community Innovation Survey 4". *Research Policy*, v. 42, p. 353-366.
- LEMES JR., A. B.; RIGO, C. M.; CHEROBIM, A. P. M. S. (2002). *Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras*. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus.
- MIRANDA, R. F. C. (2013). *Análise da inserção de geração distribuída de energia solar fotovoltaica no setor residencial brasileiro*. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- MORAIS, M. O.; PINTO, A. C. F.; KLOTZLE, M. C. (2018). "Análise de cenários na experiência do BNDES: Integrando a gestão do risco operacional com a mensuração do capital". *Revista Contabilidade & Finanças - USP*, v. 29, n. 77, p. 283-296, 2018.
- MOREIRA, D. A.; QUEIROZ, A. C. S. (2007). *Inovação organizacional e tecnológica*. São Paulo: Thomson Learning.
- OCDE/Eurostat. (1997). *OCDE Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data - Oslo Manual*. Paris.
- PHILIPPI, D. A.; MARTINS, C. B. (2014). *Cooperação Tecnológica entre Universidade e Empresa e a Inovação Sustentável*. In: XXXVIII ENCONTRO DA ANPAD- ENANPAD, 2014, Rio de Janeiro. Anais [...] Rio de Janeiro.
- PORTER, M. E. (1999). *Competição = On competition: estratégias competitivas essenciais*. Rio de Janeiro: Campus.
- RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. (2006). *Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais*. In: BEUREN, Ilse Maria (org.). *Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade*. 3.ed. São Paulo: Atlas.
- RICHARDSON, R. J. (1999). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3. ed. São Paulo: Atlas.
- SANTOS, M. A. dos. (2016). *Dimensionamento e retorno de investimento de geração de energia solar residencial: um estudo de caso no município de Lagoa Santa – MG*. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Mudanças Climáticas, Projetos Sustentáveis e Mercado de Carbono do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias) -Universidade Federal do Paraná, Curitiba- Pr.
- SANTOS, R. S dos. (2008). *Conservação de energia: uma ferramenta para analisar o aproveitamento de energia solar em instalações residenciais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista. São Paulo- SP.
- SANTOS, R. C dos. (2018). *Geração distribuída Brasil: perspectivas para a expansão da energia solar*. Escola Nacional de Administração Pública (ENAP). Brasília, 2018. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3547>. Acesso em: 14 de abril de 2019.
- SCHUMPETER, J. A. (1988). *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Nova Cultural.
- SHAYANI, R. A.; OLIVEIRA, M.; CAMARGO, I. (2006). *Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO (CBPE), 2006, Brasília. Anais [...]. Brasília-DF.
- SILVA, A.; FLORIANI, R.; HEIN, N. (2018). "Influência do desempenho econômico-financeiro nas inovações tecnológicas

de empresas brasileiras de capital Aberto da construção civil". *Revista de Administração da UFSM*, v. 11, n. 4, p. 939-954, 2018.

SOLOMON, E.; PRINGLE, J. J. (1981). *Introdução a administração financeira*. 1. ed. São Paulo: Atlas.

SOUZA JÚNIOR, A. J.; GHILARDI, W. J.; MADRUGA, S. R.; ALVARENGA, S. M. (2019). "Energia solar em organizações militares: Uma Análise da Viabilidade Econômico-Financeira". *NAVUS - Revista de Gestão e Tecnologia*, v. 9, n. 1, p. 63-73.

STAKE, R. E. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

TERRA, E. A. F.; PALMA, M. A. M; HORA, H. R. M. da.; LIRA, R. A.; MATTOS, M. C. de. (2018). "O modelo da tripla hélice e o desenvolvimento regional: um estudo de caso sobre o setor metalmecânico em Campos dos Goytacazes/RJ". *LINKSCIENCEPLACE- Interdisciplinary Scientific Journal*, v.5, n.4, p.1-17. Disponível em: <http://revista.srvroot.com/linkscienceplace/index.php/linkscienceplace/article/view/567>. Acesso em: 4 abr. 2019.

VILLALVA, M. G. (1983). *Energia solar fotovoltaica*. 2. ed. Saraiva.

Recebido: 4 set. 2020

Aprovado: 26 jul. 2021

DOI: 10.20985/1980-5160.2021.v16n2.1672

Como citar: Bald, J.A.F., Cunico, E., Walter, S.A. (2021). Viabilidade técnica e financeira em processos de inovação: um estudo comparativo para instalação de sistemas de energia solar em residências. *Revista S&G* 16, 2. <https://revistasg.emnuvens.com.br/sg/article/view/1672>