

Avaliação técnica-econômica do uso da energia solar fotovoltaica em um condomínio residencial no município de Vitória - Espírito Santo

Technical-economic evaluation of the use of photovoltaic solar energy in a residential condominium in the city of Vitoria - Espirito Santo

DOI:10.34117/bjdv8n10-318

Recebimento dos originais: 26/09/2022

Aceitação para publicação: 27/10/2022

Victor Nunes Antunes

Bacharel em Engenharia de Petróleo

Instituição: BGM Petróleo e Gás S.A.

Endereço: Avenida Carlos Moreira Lima, 667, Bento Ferreira, Vitória - ES,

CEP: 29050-671

E-mail: vnantunes.95@gmail.com

Leandra Altoé

Doutora em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Endereço: Rodovia Governador Mário Covas, Km 60, Bairro Litorâneo, São

Mateus - ES, CEP: 29932-540

E-mail: leandra.altoe@ufes.br

Antônio Augusto Martins Pereira Júnior

Mestre em Ciência dos Materiais

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Endereço: Avenida Horácio Macedo, 2030, Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ,

CEP: 21941-598

E-mail: antonio.cinetics@gmail.com

Carlos Freire dos Santos

Mestre em Engenharia Mecânica

Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Endereço: Rua Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba - PR,

CEP: 80215-901

E-mail: carlos.freire.oil@gmail.com

Belayne Zanini Marchi

Mestre em Ambiente Construído

Instituição: Instituto Militar de Engenharia

Endereço: Praça General Tibúrcio, 80, Urca, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 22290-270

E-mail: belayne@ime.eb.br

Daysianne Kessy Mendes Isidorio

Mestre em Ciência dos Materiais

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Endereço: Avenida Horácio Macedo, 2030, Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ,
CEP: 21941-598

E-mail: daysiannekessy@metalmat.ufrj.br

Filipe de Almeida Araújo

Mestre em Ciência dos Materiais

Instituição: Universidade Federal de São Carlos

Endereço: Rodovia Washington Luiz, S/N, Monjolinho, São Carlos - SP,
CEP: 13565-905

E-mail: filipe.almeida.araujo@gmail.com

Pablo Henrique Ataíde Oliveira

Mestre em Modelagem Computacional e Sistemas

Instituição: Instituto Federal do Norte de Minas Gerais

Endereço: Fazenda São Geraldo, S/N, Km 06, Januária - MG, CEP: 39480-000

E-mail: pablo.oliveira@ifnmg.edu.br

RESUMO

A prerrogativa econômica aliada ao apelo socioambiental tem difundido o conceito de edificações inteligentes, que visa o emprego de alternativas que beneficiam as finanças dos moradores e o meio ambiente. Objetivou-se com este estudo avaliar a viabilidade técnica-econômica do uso de um sistema solar fotovoltaico em um condomínio residencial no município de Vitória, no estado do Espírito Santo. O sistema fotovoltaico foi dimensionado com o *software* PVSyst e analisado por meio dos indicadores valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e *payback* simples, para os cenários de compra à vista e por financiamento bancário do sistema fotovoltaico. Encontrou-se VPL de R\$ 238.094,55, TIR de 21,16% ao ano e *payback* de 3,2 anos para a aquisição à vista; e VPL de R\$ 165.508,94, TIR de 12,43% ao ano e *payback* de 4,4 anos para aquisição por financiamento bancário. Para os dois cenários analisados, a instalação do sistema fotovoltaico se apresentou economicamente viável. Assim, projetos de energia solar tem o potencial de diminuir os custos dos consumidores por meio de uma alternativa de baixo impacto ambiental, contribuindo para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis e ecoeficientes.

Palavras-chave: eficiência energética, geração distribuída, setor residencial, sustentabilidade.

ABSTRACT

The economic prerogative combined with the socio-environmental appeal has spread the concept of smart buildings, which aims to employ alternatives that benefit the residents' finances and the environment. The objective of this study was to evaluate the technical-economic feasibility of using a photovoltaic solar system in a residential condominium in the municipality of Vitória, in the state of Espírito Santo. The photovoltaic system was dimensioned with the PVSyst software and analyzed using the net present value (NPV), internal rate of return (IRR) and simple payback indicators, for the cash purchase and bank financing scenarios of the photovoltaic system. It was found NPV of R\$ 238,094.55, IRR of 21.16% per year and payback of 3.2 years for the cash acquisition; and NPV of

R\$ 165,508.94, IRR of 12.43% per year and payback of 4.4 years for acquisition through bank financing. For the two scenarios analyzed, the installation of the photovoltaic system was economically viable. Thus, solar energy projects have the potential to reduce consumer costs through an alternative with low environmental impact, contributing to the development of more sustainable and eco-efficient cities.

Keywords: energy efficiency, distributed generation, residential sector, sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia (EPE, 2020), o consumo energético brasileiro será de aproximadamente 336 milhões de toneladas equivalentes de petróleo em 2029, este valor representa um aumento de 27,8% em relação ao ano de 2019. Com o intuito de suprir toda essa demanda, o país terá que diversificar a matriz energética nos próximos anos para reduzir a dependência da fonte hidráulica (PAIM et al., 2019).

A matriz elétrica brasileira apresentou uma participação de 84,8% de fontes renováveis em 2020, sendo esta porcentagem representada por 65,2% de energia hidráulica, 9,1% pela biomassa, 8,8% por energia eólica e apenas 1,7% por energia solar (EPE, 2021). Apesar disso, o Brasil recebe altos níveis de irradiação solar, com grande proporção de dias ensolarados, devido à sua posição geográfica. Assim sendo, o país é um candidato potencial para implantação de projetos que preconizem o uso de sistemas de geração de energia solar (CARDIO, 2021).

Em 2001, o Brasil passou por um grave racionamento de energia elétrica, decorrente de uma crise hídrica aliada à falta de investimentos no setor de geração de energia (BELAÇON, 2021). Além disso, nos anos de 2014 e 2015, algumas regiões brasileiras atravessaram por períodos de seca que impactaram a geração hidrelétrica (HUNT, STILPEN & FREITAS, 2018). Em 2021, o Ministério de Minas e Energia (MME) registrou o pior cenário hidrológico no país desde 1930, havendo o aumento dos custos da energia elétrica para os consumidores e o lançamento de um programa de incentivo à redução de consumo de energia elétrica (MME, 2021).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a Resolução Normativa n.º 482 em 2012, a qual criou um sistema de compensação de energia elétrica no país, onde unidades consumidoras com micro ou minigeração podem compensar o seu consumo, a partir de um balanço da energia injetada na rede e da energia consumida. Caso a produção exceda o consumo, ocorre a geração de créditos que podem ser utilizados nas próximas faturas (ANEEL, 2012). Essa resolução foi atualizada pela Resolução

Normativa n.º 687 (ANEEL, 2015) e pela Resolução Normativa n.º 786 (ANEEL, 2017a), as quais alteraram o tempo de uso dos créditos, a potência máxima contemplada, dentre outros parâmetros do sistema de compensação.

A implementação do sistema de compensação de energia elétrica fez aumentar o interesse por projetos de energia fotovoltaica no Brasil (CARSTENS & CUNHA, 2019). Porém, ainda há vários empecilhos para difusão da energia solar em território nacional, dentre eles, o custo de aquisição da tecnologia, que ainda é alto para a maioria das famílias brasileiras, somado às dificuldades de financiamento dos sistemas fotovoltaicos pelos interessados em gerar a própria energia elétrica (RIGO et al., 2019).

O setor residencial é o segundo maior consumidor de energia elétrica do Brasil, com uma participação de 27,6%, atrás apenas do setor industrial, que possui participação de 36,6% (EPE, 2021). Nos últimos 10 anos, houve um aumento de cerca de 32,7% no consumo residencial, enquanto a tarifa de energia elétrica para este setor apresentou um aumento de aproximadamente 75,8% (ANEEL, 2020). Salienta-se que estes fatores favorecem a instalação de sistemas de geração distribuída pelos consumidores residenciais no país.

Vários estudos têm indicado a viabilidade econômica do uso de energia fotovoltaica em condomínios residenciais no Brasil, os quais podem ser empregados para suprir parcialmente a demanda de cada domicílio ou as áreas de uso comum, podendo, neste último caso, reduzir as taxas de condomínio. Soares et al. (2020) analisaram a implementação de um sistema fotovoltaico em um condomínio residencial em Brasília e encontraram um tempo de retorno de capital de 3 anos e 11 meses. Ferreira e Pizzolato (2020), por sua vez, obtiveram um tempo de retorno de 4 anos e 3 meses para um sistema fotovoltaico destinado a um condomínio residencial no município de Juiz de Fora (MG). Já Coelho e Oliveira (2016) encontraram um tempo de retorno de 7 anos para instalação de um sistema solar fotovoltaico em um condomínio residencial na cidade de Maringá (PR).

A prerrogativa econômica aliada ao apelo socioambiental trouxe para as cidades o conceito de edificações inteligentes (*smart buildings*), que apresentam alternativas sustentáveis, dentre elas, projetos de coleta de águas pluviais e de reaproveitamento de águas residuais, emprego de equipamentos com alta eficiência energética e sistemas de geração de energia solar, que beneficiam o meio ambiente e as finanças dos moradores (GOMES et al., 2020). Neste contexto, objetivou-se analisar a viabilidade técnica-

econômica da aplicação de um sistema solar fotovoltaico em um condomínio residencial localizado no município de Vitória, no estado do Espírito Santo.

2 METODOLOGIA

O estudo de caso refere-se à implementação de microgeração fotovoltaica para atender o consumo de energia elétrica das áreas comuns de um condomínio residencial vertical, localizado em Vitória, capital do estado do Espírito Santo. Vitória localiza-se à uma latitude de 20°19'20" sul e uma longitude de 40°20'19" oeste. O edifício conta com 52 apartamentos, área comum com piscina, sauna, salão de festas, cabine de portaria, dois elevadores, três portões automáticos e sistema de monitoramento por câmeras.

A concessionária de distribuição de energia elétrica local é a EDP - Escelsa e o condomínio residencial é enquadrado na modalidade tarifária verde, ou seja, possui um valor de demanda único e valores diferenciados de consumo por horário de utilização, definidos como ponta e fora ponta. Na Tabela 1, apresenta-se o consumo e o valor da fatura da energia elétrica da área comum do condomínio no ano de 2019, o qual será foco deste estudo.

Tabela 1. Consumo e custo de energia elétrica da área comum do condomínio residencial

Mês	Consumo de energia elétrica (kWh)	Custo de energia elétrica (R\$)
Janeiro	3.203	2.478,12
Fevereiro	2.769	2.324,93
Março	2.852	2.400,53
Abril	2.610	2.113,98
Mai	2.973	2.353,19
Junho	2.556	2.119,26
Julho	2.596	2.142,66
Agosto	2.846	2.240,91
Setembro	2.556	1.986,43
Outubro	2.827	2.294,83
Novembro	2.697	2.134,72
Dezembro	2.804	2.145,40

Foram realizadas simulações de dimensionamento do sistema solar fotovoltaico conectado à rede com auxílio do *software* PVsyst, versão 6.88 (PVSYST, 2019), desenvolvido pela Universidade de Genebra na Suíça, que possibilita a simulação em diferentes níveis de complexidade.

O programa PVsyst conta com uma extensa base de dados de equipamentos, incluindo módulos fotovoltaicos e inversores, que podem ser selecionados pelo usuário. Os dados de entrada consideram fatores geográficos e climáticos, como latitude e longitude, e a orientação de instalação dos módulos. Neste estudo, foi considerado que os módulos fotovoltaicos seriam instalados orientados para o Norte, com inclinação igual à latitude do local. O *software* fornece o dimensionamento em resposta aos equipamentos selecionados, à irradiação solar e à temperatura máxima e mínima na região ao longo do ano, dentre outros parâmetros.

A previsão de demanda anual de energia elétrica foi realizada considerando o custo de disponibilidade, que se refere a um valor cobrado pelas concessionárias para que as unidades com geração distribuída possam injetar o excedente de energia na rede, previsto na legislação brasileira vigente.

Para realizar a análise de viabilidade econômica, utilizou-se os seguintes indicadores: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e *payback* simples. Estes indicadores foram aplicados em dois cenários comuns neste tipo de projeto: pagamento à vista (cenário A) e financiamento bancário (cenário B) do sistema fotovoltaico.

O orçamento do sistema solar fotovoltaico foi obtido a partir da cotação com uma empresa especializada que atua na região de realização do projeto. Considerou-se todos os custos iniciais necessários para a sua implementação, incluindo: painéis fotovoltaicos, inversores, estrutura para instalar o sistema fotovoltaico, necessidade de avaliação de um engenheiro eletricista, mão-de-obra para instalação e regulamentação burocrática junto a concessionária de distribuição de energia elétrica.

O valor presente líquido (VPL) pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa associado a ele (SILVA & FONTES, 2005). A taxa de juros empregada neste trabalho refere-se ao Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), acumulado de 2019, igual à 4,31% ao ano (IBGE, 2020). O VPL foi calculado a partir da Equação 1 (SILVA & FONTES, 2005).

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} \quad 1)$$

Onde VPL é o valor presente líquido (R\$); R_j é o valor atual das receitas (R\$); C_j é o valor atual dos custos (R\$); j é o período em que as receitas ou os custos ocorrem; n é o número de períodos ou duração do projeto; e i é a taxa de juros (% ao ano).

A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa mínima de atratividade que faz com que o valor presente líquido seja igual a zero, ou seja, a qual faz com que o valor atribuído as receitas futuras se igualem ao custo de investimento (OLIVEIRA, 1979). A TIR foi calculada por meio da Equação 2 (PEREIRA & ALMEIDA, 2008).

$$0 = \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+TIR)^n} - I_0 \quad (2)$$

Onde TIR é a taxa interna de retorno (% ao ano); C_n é o fluxo de caixa para o ano n (R\$ ao ano); n é o enésimo ano; N é o horizonte de planejamento (anos); e I_0 é o investimento inicial.

O *payback* simples diz respeito ao tempo necessário para que o projeto comece a dar retorno ao investidor. Este indicador foi calculado por meio da Equação 3 (FANTI et al., 2015).

$$Payback\ simples = \frac{C_i}{C_{liq}} \quad (3)$$

Onde *Payback simples* é o tempo de retorno do investimento (anos); C_i é o custo inicial (R\$); e C_{liq} é o fluxo de caixa líquido anual esperado (R\$/ano).

A análise de viabilidade econômica foi realizada considerando um horizonte de planejamento de 25 anos, o qual se refere a garantia dos painéis fotovoltaicos fornecida pelo fabricante, e tem sido o tempo de vida útil de projetos dessa natureza adotado pela Agência Nacional de Energia Elétrica em estudos de análise econômica (ANEEL, 2017b).

Além disso, para o cenário que diz respeito à aquisição do sistema fotovoltaico por financiamento, foi considerado um parcelamento de 60 meses no valor de R\$ 1.914,62, após consulta à uma instituição que realiza financiamentos de projetos de energia solar com atuação em Vitória (ES).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

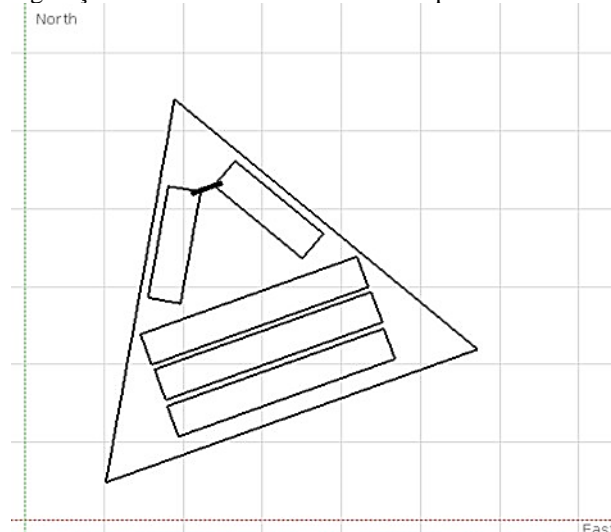
O consumo de energia elétrica da área comum do condomínio residencial analisado exigiria um sistema fotovoltaico com potência instalada de 22,4 kWp. A composição do kit fotovoltaico é descrita a seguir na Tabela 2.

Tabela 2. Composição do kit fotovoltaico para atender o condomínio residencial

Tipo	Produto	Quantidade
Painéis	Jinko JKM400M-72H-V	56
Cabos	6mm ² preto com proteção	180
Cabos	6mm ² vermelho com proteção UV	180
Conectores	Staubli Conector KIT PAR MC4 PV/6II UR	18
Inversores	Sungrow SG20KTL - 2 MPPT - 380V	1
Transformador	Transformador Trifásico Isolador 380/220V 25 kVA	1
Estruturas	Perfil SOL016 - 4200 MM	28
Estruturas	Grampo fixador intermediário 35/40MM	110
Estruturas	Grampo fixador final 40 MM	56
Estruturas	Kit prisioneiro aço inox 304 M10X200	84
Estruturas	Junção do perfil UP	27
Estruturas	Parafuso cabeça martelo M10X30	54
Estruturas	Porca sext flang DIN6923 M10	54

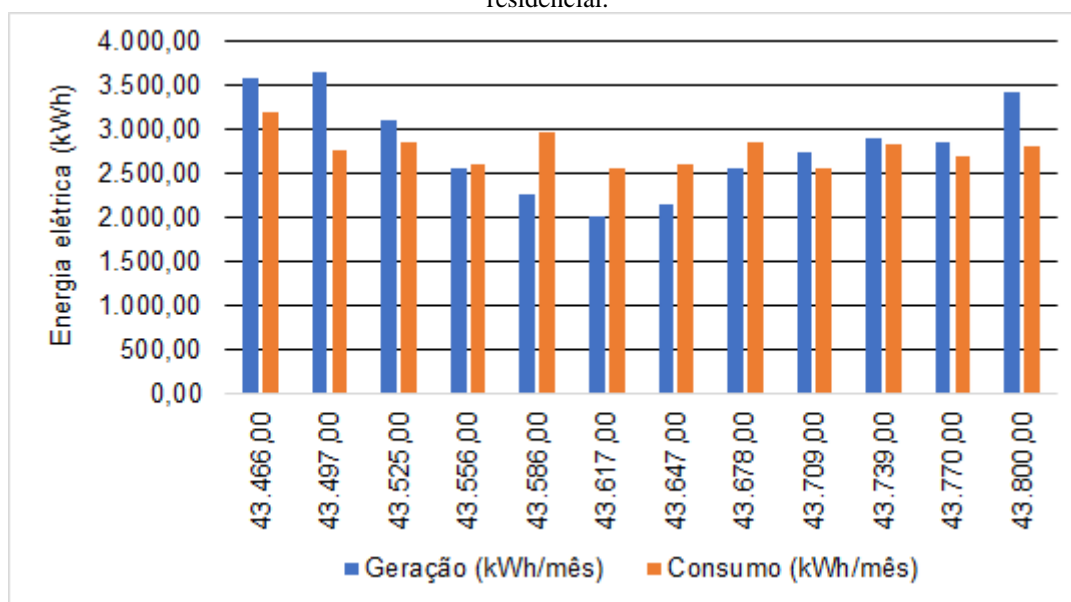
O projeto prevê a instalação de 56 painéis, divididos em quatro strings (sequência de painéis conectados em série) de 14 painéis, ocupando uma área de 112 m². Uma proposta de configuração do sistema solar fotovoltaico para ser instalado no telhado do condomínio é mostrada na Figura 1.

Figura 1. Configuração do sistema solar fotovoltaico para o condomínio residencial.



A relação da geração de energia elétrica pelo sistema solar fotovoltaico e o consumo da área comum do condomínio residencial é apresentada na Figura 2.

Figura 2. Geração de energia fotovoltaica e consumo de energia da área comum do condomínio residencial.



Houve um saldo anual positivo entre geração e consumo igual à 537 kWh, que pode ser convertido em créditos para uso nos próximos cinco anos, conforme previsto na legislação vigente. A partir do dimensionamento e do orçamento do sistema solar fotovoltaico, foi realizado o cálculo dos indicadores de viabilidade econômica, os quais são apresentados na Tabela 3. Vale lembrar que o cenário A diz respeito à aquisição do sistema fotovoltaico à vista, enquanto que o cenário B refere-se à aquisição do sistema fotovoltaico por meio de financiamento bancário.

Tabela 3. Custo de aquisição e indicadores econômicos do sistema fotovoltaico para o condomínio residencial

Indicadores	Cenário A	Cenário B
Orçamento	R\$ 81.255,00	R\$ 114.877,20
Valor Presente Líquido	R\$ 238.094,55	R\$ 165.508,94
Taxa Interna de Retorno	21,16 % ao ano	12,43% ao ano
Payback simples	3,2 anos	4,4 anos

É possível observar que o custo de aquisição do sistema fotovoltaico foi de 29,3% inferior no cenário A em relação ao cenário B. Ressalta-se que a taxa de juros da linha de financiamento influencia de modo relevante na composição do custo e, conseqüentemente, nos indicadores de viabilidade econômica. Assim, recomenda-se que os interessados em instalar projetos de energia fotovoltaica busquem por uma melhor linha de financiamento para seu perfil consumidor.

A análise econômica resultou em VPL positivo para os dois cenários estudados, ou seja, a instalação do sistema solar fotovoltaico para o condomínio residencial seria

viável considerando os dois casos. O VPL foi de 43,9% superior no cenário A comparado ao cenário B, uma diferença de R\$ 72.585,61.

Em relação a TIR, um projeto é considerado viável quando essa é maior que a taxa mínima de atratividade. Ao se considerar que o capital do condomínio fique retido em uma conta poupança, com rendimento igual à taxa SELIC, de 5,79% acumulada em 2019 (GOVERNO FEDERAL, 2021), o projeto seria viável para os dois cenários estudados, havendo maior rentabilidade para o cenário A, com uma diferença de 8,73%.

Quanto ao *payback* simples, houve um retorno de capital mais curto no cenário A em comparação ao cenário B, em aproximadamente um ano e dois meses. Uma vez que foi considerado um horizonte de planejamento de 25 anos para o projeto fotovoltaico, haveria um retorno de capital dentro do primeiro um quinto de vida útil para os dois casos.

Apesar do cenário de compra à vista apresentar maior atratividade para todos os indicadores estudados, vale ressaltar que o cenário de financiamento bancário se mostra como uma alternativa interessante para condomínios que não possuem capital em caixa. O parcelamento previsto em 60 meses, no valor de R\$ 1.914,62, é inferior ao valor médio de R\$ 2.227,91 pago mensalmente para suprir o consumo de energia elétrica da área comum do condomínio residencial estudado.

Os resultados deste estudo corroboram com outros na área que obtiveram indicadores econômicos positivos para projetos fotovoltaicos destinados à condomínios residenciais no Brasil (COELHO & OLIVEIRA, 2016; SOARES et al., 2020; FERREIRA & PIZZOLATO, 2020). Verificou-se que esses indicadores podem variar bastante a depender de fatores locais, como nível de irradiação solar e preço da tarifa de energia elétrica. Assim, é imprescindível realizar um estudo de viabilidade técnico-econômica antes da tomada de decisão sobre a instalação de sistemas de geração distribuída para buscar o cenário que melhor atenda os condôminos.

4 CONCLUSÃO

A implementação do sistema fotovoltaico para o condomínio residencial estudado se mostrou economicamente viável para os cenários de compra à vista e aquisição por financiamento bancário. Além disso, a migração para a energia solar promove, além da redução dos custos com energia elétrica, a valorização do imóvel, o que é interessante para os proprietários.

O projeto fotovoltaico apresentou VPL de R\$ 238.094,55, TIR de 21,16% ao ano e *payback* simples de 3,2 anos para a compra à vista; e VPL de R\$ 165.508,94, TIR de

12,43% ao ano e *payback* simples de 4,4 anos para aquisição por financiamento bancário. Ressalta-se que, apesar do primeiro cenário apresentar indicadores mais atrativos, o segundo permite que condomínios residenciais que não disponham de capital viabilizem a instalação dos sistemas fotovoltaicos.

Por fim, vale salientar os benefícios ambientais da geração distribuída por fontes renováveis, em especial, a redução das emissões de gases de efeito estufa. O uso de sistemas fotovoltaicos tem o potencial de diminuir os custos dos consumidores por meio de uma alternativa de baixo impacto ambiental, contribuindo, assim, para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis e ecoeficientes.

REFERÊNCIAS

ANEEL (2012). *Resolução Normativa n.º 482, de 17 de abril de 2012*. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Recuperado de: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>.

ANEEL (2015). *Resolução Normativa n.º 687, de 24 de novembro de 2015*. Altera a Resolução Normativa n.º 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST. Recuperado de: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>.

ANEEL (2017a). *Resolução Normativa n.º 786, de 17 de outubro de 2017*. Altera a Resolução Normativa n.º 482, de 17 de abril de 2012. Recuperado de: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2017786.pdf>.

ANEEL (2017b). *Atualização das projeções de consumidores residenciais e comerciais com microgeração solar fotovoltaicos no horizonte 2017-2024*. Recuperado de: http://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/Nota+T%C3%A9cnica_0056_PROJE%C3%87%C3%95ES+GD+2017/38cad9ae-71f6-8788-0429-d097409a0ba9.

ANEEL (2020). *Relatório de evolução das tarifas residenciais*. Recuperado de: <https://www.aneel.gov.br/relatorio-evolucao-tarifas-residenciais>.

BELAÇON, M. P. (2021). Brazil electricity needs in 2030: Trends and Challenges. *Renewable Energy Focus*, 36, 89-95. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ref.2021.01.001>.

CARDIO, L. G. T. (2021). Mitigating the risk of photovoltaic power generation: A complementarity model of solar irradiation in diverse regions applied to Brazil. *Utilities Policy*, 71, 101245. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2021.101245>.

CARTENS, D. D. S., CUNHA, S. K. (2019). Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil. *Energy Policy*, 125, 396-404. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.10.063>.

COELHO, G. A., OLIVEIRA, R. C. (2016). Viabilidade econômica do uso de painéis solares no condomínio horizontal Bela Vista: Um estudo de caso. *Revista Uninga Review*, 28 (3), 101-107. Recuperado de: <https://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/1889>.

EPE (2021). *Balanco Energético Nacional 2021: ano base 2020*. 2021. Recuperado de: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>.

EPE (2020). *Plano Decenal de Expansão de Energia 2029*. Energética. 2020. Recuperado de: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2029>.

FANTI, L. D., DIAS, T. D., LUCENA, L. P., REIS, R. A., NASCIMENTO, L. P. (2015).

O uso das técnicas de valor presente líquido, taxa interna de retorno e payback descontado: Um estudo de viabilidade de investimentos no grupo Breda LTDA. *Desafio Online*, 3 (1), 1141-1157. Recuperado de: <https://desafioonline.ufms.br/index.php/deson/article/view/1251>.

FERREIRA, J. L. C., PIZZOLATO, N. D. (2020). Análise econômica de um sistema fotovoltaico para condomínio – estudo de caso. *Revista de Trabalhos Acadêmicos*, 10, 1-15. Recuperado de: <http://www.revista.universo.edu.br/index.php?journal=1JUIZDEFORA2&page=article&op=view&path%5B%5D=8220>.

GOMES, J. A. P. et al. (2020). Smart cities: construção sustentável e edifícios inteligentes são tendências para o futuro. *Brazilian Journal of Development*, 6 (10), 76465-76484. doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-172>.

GOVERNO FEDERAL (2021). *Taxa de Juros Selic*. Recuperado de: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/orientacao-tributaria/pagamentos-e-parcelamentos/taxa-de-juros-selic>.

HUNT, J. D., STILPEN, D., FREITAS, M. A. V. (2018). A review of the causes, impacts and solutions for electricity supply crises in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 88, 208- 222. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.030>.

IBGE (2020). *Estatísticas econômicas*. Recuperado de: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/26619-em-dezembro-ipca-foi-de-1-15-e-acumulou-alta-de-4-31-em-2019>.

MME (2021). *MME e EPE lançam cartilha sobre a situação hídrica e o impacto na geração de energia elétrica*. Recuperado de: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-e-epe-lancam-cartilha-sobre-a-situacao-hidrica-e-o-impacto-na-geracao-de-energia-eletrica>.

OLIVEIRA, A. (1979). Método da taxa interna de retorno: caso de taxas múltiplas. *Revista de Administração de Empresas*, 19 (2), 87-90. doi: <https://doi.org/10.1590/S0034-75901979000200005>.

PAIM, M. A. et al. (2019). Evaluating regulatory strategies for mitigating hydrological risk in Brazil through diversification of its electricity mix. *Energy Policy*, 128, 393-401. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.064>.

PEREIRA, W. A; ALMEIDA, L. S. (2008). Método manual para cálculo da taxa interna de retorno. *Revista Objetiva*, 4(64), 1-13.

PVSYST (2019). *Software PVSyst V 6.88*. Recuperado: <https://www.pvsyst.com/download-pvsyst>.

RIGO, P. D. et al. (2019). Is the success of small-scale photovoltaic solar energy generation achievable in Brazil? *Journal of Cleaner Production*, 240, 1-15. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118243>.

SILVA, M. L., FONTES, A. A. (2005). Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra. *Revista Árvore*, 29(6), 931-936. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000600012>.

SOARES, P. M. et al. (2020). Avaliação econômica e técnica de um sistema conectado à rede: estudo de caso de condomínio na cidade de Brasília, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 6 (6), 35113-35136. doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-159>