

# ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE PLACAS SOLARES EM UM ESTABELECIMENTO COMERCIAL NA CIDADE DE TRÊS LAGOAS, MATO GROSSO DO SUL

**Gabriel dos Santos Dias**

Graduando em Engenharia de Produção,  
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

**Henrique Augusto Rocha Mendes**

Graduando em Engenharia de Produção,  
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

**Vitória Fonseca Fogo**

Graduanda em Engenharia de Produção,  
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

**Paulo Vitor Pereira**

Mestre em Matemática – UFMS;  
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

## RESUMO

A energia solar fotovoltaica ainda é uma fonte pouco explorada no Brasil, mas esta realidade vem sendo modificada, devido à redução do custo de implantação e aumento significativo da tarifa energética nos últimos anos, tornando-se cada vez mais uma opção promissora e sustentável. O presente estudo objetivou analisar a viabilidade econômica da energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética em um estabelecimento comercial na cidade de Três Lagoas, Mato Grosso do Sul. Para tal, realizou-se pesquisa de campo, bibliográfica e entrevista com duas empresas que comercializam placas solares, para obtenção de dados sobre a instalação, funcionamento, durabilidade e custos de implantação. Para a análise da viabilidade econômica da energia solar fotovoltaica utilizamos conceitos de economia como o *payback* descontado, o valor presente líquido, a taxa interna de retorno e o valor anual uniforme equivalente.

**PALAVRAS-CHAVE:** viabilidade econômico-financeira; energia solar fotovoltaica; custos; sustentabilidade.

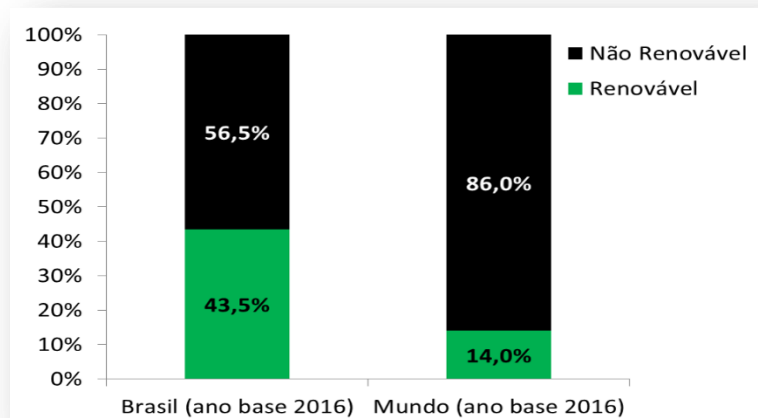
## 1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é essencial para a vida. Com isso, a produção em larga escala é de grande importância para atender a população. Nesse sentido, é significativa a preocupação econômica e ambiental em relação à seleção de uma fonte para se gerar energia, visto que impactos no meio ambiente podem ser uma grande consequência (Dutra et al., 2013).

Segundo os dados do Balanço Energético Nacional (BEN), pode-se observar que a matriz energética do Brasil é mais renovável do que a mundial. Essa é uma

característica importante, pois as fontes não renováveis de energia são as maiores responsáveis pela emissão de gases no efeito estufa (JARDIM, 2007). O Gráfico 1 mostra a comparação do consumo de energia não renovável e renovável no Brasil e no Mundo.

**Gráfico1. Comparativo de consumo de energia no Brasil e no Mundo.**



Fonte: Extraído de Ben (2016).

Em 2017, a matriz elétrica brasileira era composta por hidráulica (65,2%); gás natural (10,5%); solar e eólica (6,9%); carvão (4,1%); nuclear (2,6%) e petróleo e derivados (2,5%). De acordo com esses dados, verifica-se que a energia solar tem papel menos significativo na produção de energia elétrica dentre as demais, necessitando de maiores incentivos para aumentar a participação desta forma de energia na matriz elétrica do Brasil (EPE, 2017).

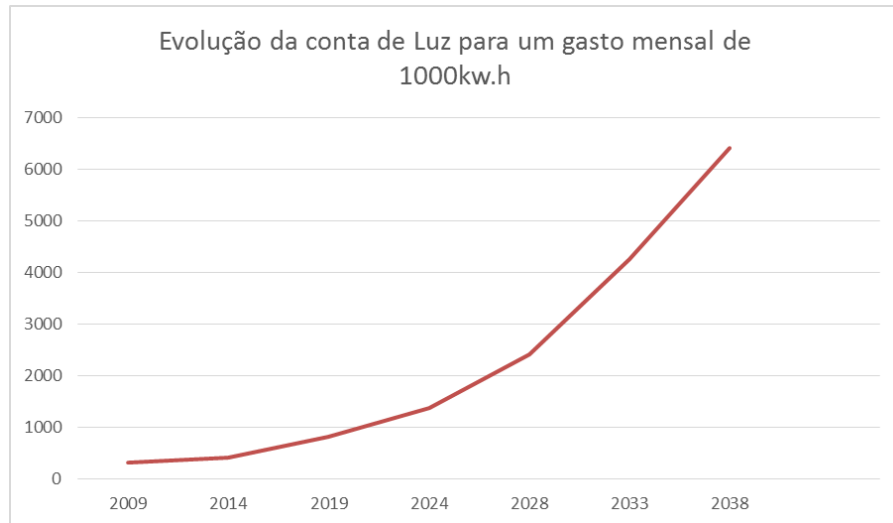
A energia solar destaca-se por ser uma forma limpa, sem danos a natureza, e por ser uma fonte de energia renovável e inesgotável que se utiliza dos raios solares, cujo impacto ambiental é menor do que o de uma usina hidrelétrica, nuclear ou termelétrica, gerando assim grande confiabilidade para reduzir custos de consumo à longo prazo e uma ótima alternativa que ainda pode ser muito explorada e aproveitada (GREENPEACE, 2013).

Com o aumento do custo na conta de energia elétrica devido a um custo maior na produção e aumento do valor de imposto pago (consequentemente), uma possibilidade de investimento a fim de obter uma fonte de energia independente e gerar economia (diminuindo ou até zerando a conta) é o projeto de instalação de uma unidade de geração de energia elétrica fotovoltaica (SANTOS et al., 2015, p. 3).

O Gráfico 2 mostra a evolução da tarifa de luz no período de 2009-2038, com os valores do preço por Kw.h corrigidos pela inflação e IGPM prováveis (com

base nos índices dos últimos anos).

**Gráfico 2. Evolução da tarifa de luz, de 2009-2038.**



Fonte: Elaborado pelos autores.

No entanto, esse estudo tem a finalidade de analisar e apresentar a viabilidade econômica da implantação de energia solar em um estabelecimento comercial na cidade de Três Lagoas, Mato Grosso do Sul.

## 1.1 Sistema de Energia Solar

O Sol é uma fonte de energia que traz benefícios a terra através de luz e calor. O sistema de energia fotovoltaica se beneficia desta luz para transformá-la em eletricidade através de células fotovoltaicas. Este sistema é composto por painéis fotovoltaicos e de equipamentos para conversão desta energia de corrente contínua para alternada, quando o uso é domiciliar (SANTOS et al., 2015, p. 3).

O sistema de energia solar é constituído de alguns componentes, como painéis solares, inversor solar, quadro de distribuição e relógio de luz bidirecional. Os mesmos estão descritos a seguir.

### 1.1.1 Painéis Solares

Painéis solares são instalados na cobertura e conectados ao inversor solar. O painel solar reage com a luz proveniente do sol e produz energia fotovoltaica.

### 1.1.2 Inversor Solar

A energia fotovoltaica gerada através dos painéis solares é convertida em

energia elétrica pelo inversor solar.

### 1.1.3 Quadro de Distribuição

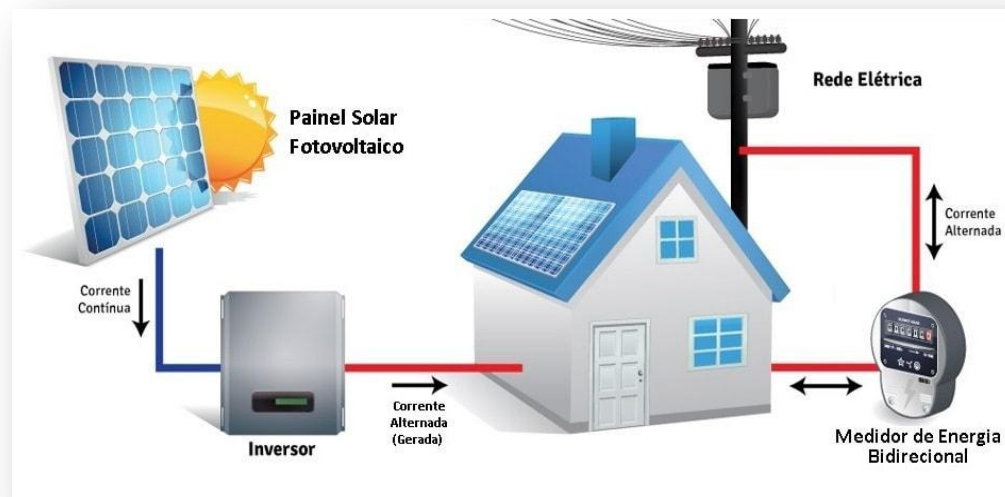
Após a conversão, a energia é fornecida para o imóvel através do quadro de distribuição.

### 1.1.4 Relógio de Luz Bidirecional

O relógio de luz convencional é substituído por um “bidirecional”, que é capaz de medir tanto a energia consumida, como também a que foi gerada em excesso pelo sistema fotovoltaico.

Uma ilustração esquemática do funcionamento do sistema de energia solar encontra-se na Figura 1.

**Figura 1. Ilustração esquemática do funcionamento do sistema de energia solar.**



**Fonte:** Extraído de New Energy Brasil (2019).

## 1.2 Créditos de Energia

Um dos empecilhos na geração de energia fotovoltaica é que existe um período em que a produção atinge um pico (diurno) e existe o período noturno, onde a produção cai a zero, porém o consumo não é nulo. Sabe-se também que se tivesse que armazenar essa energia gerada durante o dia para utilizá-la a noite, teria um alto custo, por isso, quando a energia produzida excede a quantidade de energia consumida, a mesma volta para a rede da distribuidora gerando “créditos” para serem utilizados quando a incidência solar é inexistente ou insuficiente para suprir o consumo.

Estes créditos podem ser utilizados num período de 5 anos, e podem ser abatidos em até cinco CPFs ou contas de endereços diferentes vinculados ao proprietário do sistema fotovoltaico, por exemplo, ele poderá cadastrar alguém de sua família, outra residência de sua propriedade, etc, desde que sejam da mesma distribuidora de energia.

## **2 OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho é mostrar a viabilidade econômica da instalação de um sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica a partir da solar integrado a um estabelecimento comercial e o comparativo do consumo que pode ser suprido por meio da aplicação deste método.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Realizou-se pesquisa de campo, bibliográfica e entrevistas com a empresa responsável por instalação de placas solares, para a obtenção de informações sobre o funcionamento e viabilidade da implantação desse procedimento.

Inicialmente, foram coletados dados diretamente no estabelecimento sobre a quantidade e variedade de equipamentos existentes e seus consumos específicos em relação a uma média estimada de período de funcionamento mensal.

O local de estudo para implantação do sistema fotovoltaico foi a sorveteria/cafeteria “Açaí da Hora”, localizada na cidade de Três Lagoas, no estado de Mato Grosso do Sul.

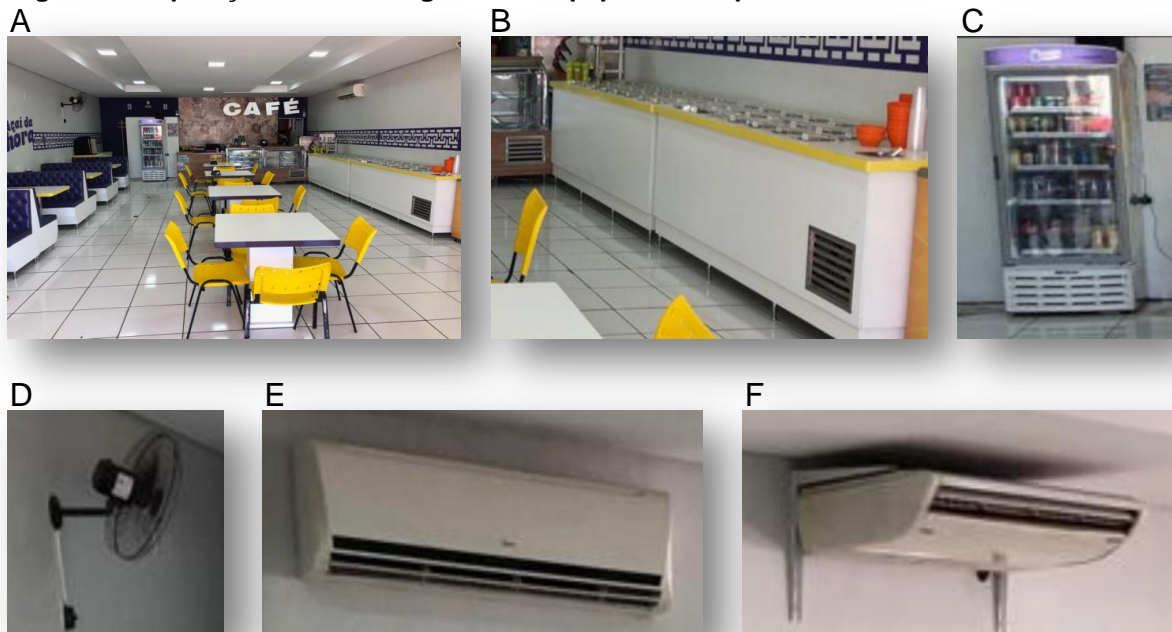
## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Equipamentos Eletrônicos Presentes no Estabelecimento**

O estabelecimento possui alguns equipamentos eletrônicos que são utilizados em situações adversas de clima e tempo (aparelhos de ar condicionado, ventiladores, lâmpadas para a iluminação do local) e outros equipamentos que permanecem em funcionamento durante período integral (congeladores e geladeiras).

A Figura 2 apresenta a disposição interna do estabelecimento e alguns equipamentos presentes no local.

**Figura 2. Disposição interna e alguns dos equipamentos presentes no estabelecimento.**



A. Interior da sorveteria/cafeteria. B. Congeladores horizontais. C. Geladeira vertical. D. Ventilador de parede. E. Aparelho 1 de ar condicionado. F. Aparelho 2 de ar condicionado.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

#### 4.2 Cálculo da Potência Gerada Pelos Painéis Fotovoltaicos

Para calcular a potência gerada pelos painéis, foi necessário ter conhecimento sobre as propriedades solares presentes no local. Portanto, foram realizados estudos solarimétricos, no qual buscaram fornecer informações como dados de radiação e irradiação solar do município no qual se encontra o estabelecimento. O Gráfico 3 ilustra os dados de radiação (Gráfico 3A) e de irradiação (Gráfico 3B) solares da cidade de Três Lagoas.

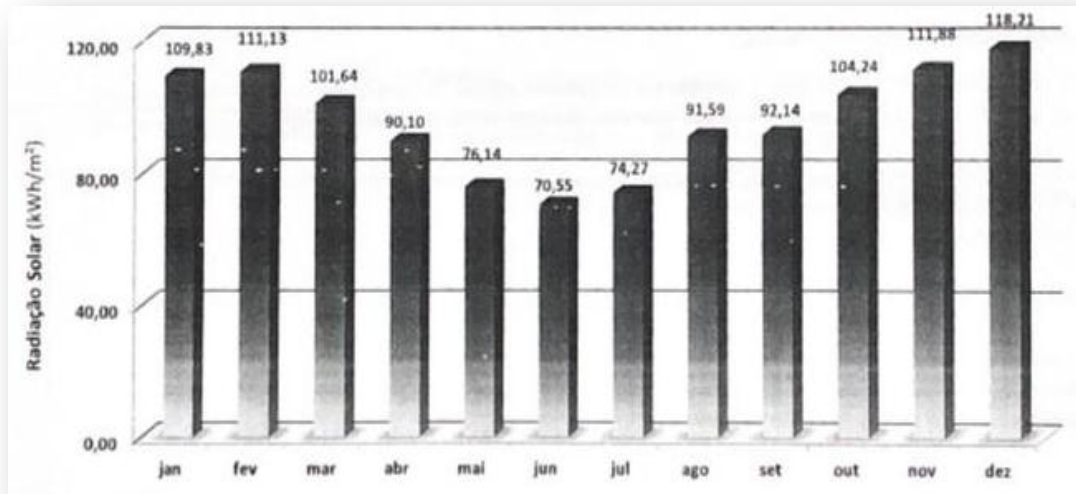
No entanto, não foram consideradas as condições da vizinhança do local para a instalação do sistema e que possam levar a uma revisão da produção elétrica devido ao sombreamento dos módulos tais como árvores ou edificações próximas.

O consumo de energia elétrica médio, mensal e anual, foi determinado a partir das contas de energia do período de janeiro a dezembro de 2018 (Tabela 1). A média de consumo mensal neste período foi de 3.186,00 kWh, já o consumo anual neste período foi de 38.232,00 kWh.

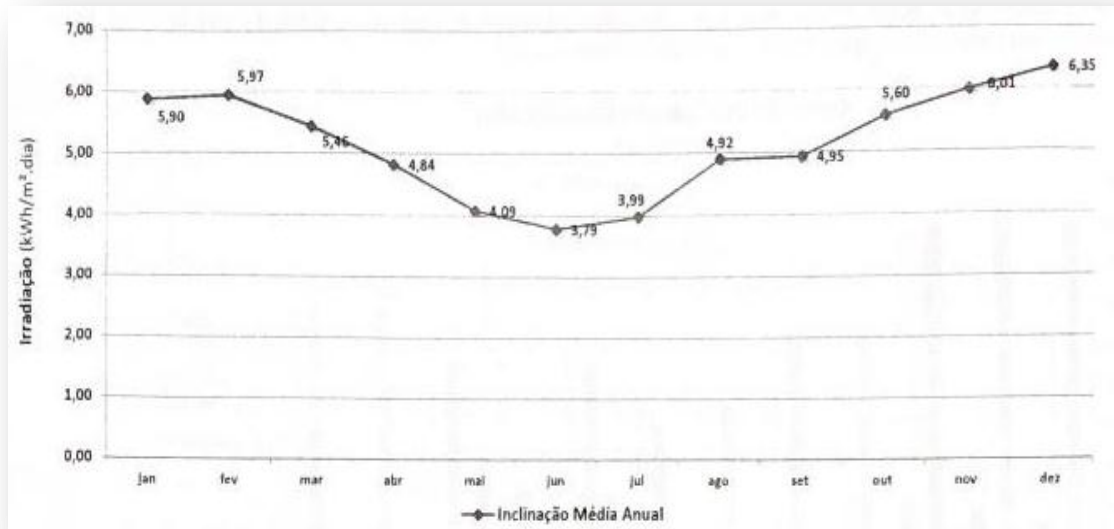
É possível notar na Tabela 1 que o consumo foi elevado entre os meses de janeiro a maio, atingindo o ápice em fevereiro. Isso se deve ao fato da elevação climática sofrida durante os meses de verão, o que gera a necessidade de climatização do ambiente, elevando assim os gastos de energia elétrica.

Gráfico 3. Radiação (A) e irradiação (B) solares no Município de Três Lagoas.

A



B



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 1. Consumo total anual e médio mensal.

Mês	Consumo Elétrico (KWh/mês)
Jan	4409
Fev	4660
Mar	4462
Abr	3112
Mai	3171
Jun	2303
Jul	2010
Ago	2826
Set	1373
Out	2870
Nov	3504
Dez	3532
<b>TOTAL</b>	<b>38.232,00</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>3.186,00</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base nos dados informados sobre consumo elétrico e na radiação solar local foi necessário um sistema fotovoltaico de 29.480 Wp de potência. Para a instalação desse sistema foi necessário uma área de aproximadamente 194 m<sup>2</sup>. Este sistema estima-se gerar em média 38,3 Mwh por ano.

A simulação considera que os módulos fotovoltaicos instalados estejam voltados para o norte verdadeiro e com uma inclinação adequada, a qual corresponde à latitude da localização escolhida.

#### 4.3 Investimento dos Equipamentos Para Instalação do Sistema

Com bases nos dados coletados, o sistema oferecido para o estabelecimento foi composto pelos equipamentos descritos no Quadro 1.

**Quadro 1. Equipamentos necessários para o sistema.**

PRODUTO	QUANTIDADE
Módulo Fotovoltaico de 335 Wp Policristalino	88 unds
Inversor Solar Conectado à rede de 25 kW de Potência (Grid- Tie)	1 und
Cabo Solar PVI- F 6,00 mm <sup>2</sup> Preto 1 kV	400 mts
Kit de montagem para telhado metálico tipo escama	-----
StringBox CC+ CA	1 und
Conector MC4 (Par)	10 unds
Suporte para fixação dos módulos fotovoltaicos, metálico ou cerâmico	88 unds
Material Elétrico	-----
Mão de obra de instalação	1 und
Projeto executivo e Regularização	1 und
Assessoramento na instalação da usina solar fotovoltaica	1 und
Sistema de aterramento para proteção do inversor solar	1 und
Transformador Isolador de 25 kW de potência	1 und
Monitoramento WIFI asolar	1 und

**Fonte:** Próprios Autores.

#### 4.4 Capacidade de Geração do Sistema Fornecido

Em relação ao sistema fornecido, constituído por 88 unidades de módulos fotovoltaicos de 335 Wp cada, é possível que o sistema forneça, por mês, a quantidade de energia representada na Tabela 2.

Pode-se notar que a geração de energia é maior nos meses do ano que apresentam a temperatura mais elevada por conta da maior incidência solar produzida nos respectivos meses, no qual é justamente o período de maior consumo realizado pelo estabelecimento.

Deste modo, comparando as Tabelas 1 e 2, percebe-se que a energia elétrica total produzida pelo sistema foi 0,18% maior que a consumida ao longo do ano.

**Tabela 2. Geração do sistema fotovoltaico.**

Mês	Geração do sistema FV (KWh/mês)
Jan	3652,57
Fev	3695,91
Mar	3380,18
Abr	2996,35
Mai	2532,04
Jun	2346,31
Jul	2470,13
Ago	3043,87
Set	3064,45
Out	3466,85
Nov	3720,67
Dez	3931,16
TOTAL	<b>38.302,48</b>
MÉDIA	<b>3.191,87</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

#### 4.5 Análise da Viabilidade Econômica do Projeto

Após analisar a fatura de energia elétrica consumida do estabelecimento, foi possível perceber no Gráfico 2, que o valor do kWh pago para a fornecedora era de R\$ 0,82. Esta cobrança é referente à utilização da rede da empresa para transportar a energia entre a geração e o consumidor final.

A Tabela 3 apresenta o fluxo de caixa projetado para o período de 10 anos, enquanto o Gráfico 4 mostra o retorno do investimento, ao longo do mesmo período de tempo.

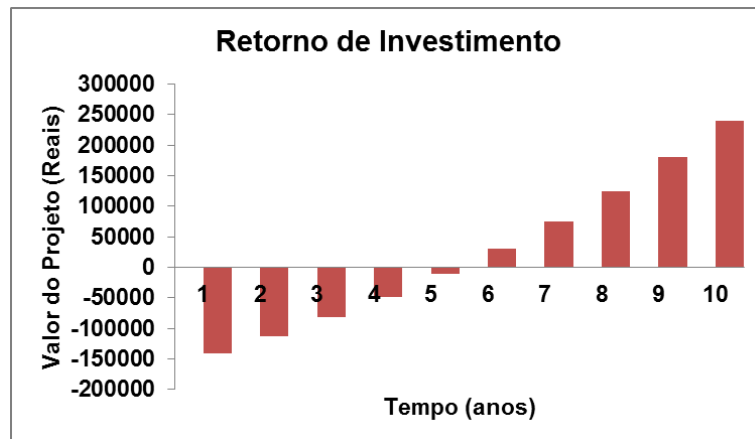
**Tabela 3. Fluxo de caixa projetado para o período de 10 anos.**

Anos	Investimento	Economia fatura energia elétrica	Fluxo de caixa	Fluxo de caixa descontado	Payback descontado
1	-R\$ 141.143,41		-R\$ 141.143,41	-R\$ 141.143,41	-R\$ 141.143,41
2		R\$ 30.887,12	R\$ 30.887,12	R\$ 28.079,20	-R\$ 113.064,21
3		R\$ 33.975,83	R\$ 33.975,83	R\$ 30.887,12	-R\$ 82.177,09
4		R\$ 37.373,42	R\$ 37.373,42	R\$ 33.975,83	-R\$ 48.201,26
5		R\$ 41.110,76	R\$ 41.110,76	R\$ 37.373,42	-R\$ 10.827,84
6		R\$ 45.221,83	R\$ 45.221,83	R\$ 41.110,76	R\$ 30.282,91
7		R\$ 49.744,02	R\$ 49.744,02	R\$ 45.221,83	R\$ 75.504,75
8		R\$ 54.718,42	R\$ 54.718,42	R\$ 49.744,02	R\$ 125.248,76
9		R\$ 60.190,26	R\$ 60.190,26	R\$ 54.718,42	R\$ 179.967,18
10		R\$ 66.209,28	R\$ 66.209,28	R\$ 60.190,26	R\$ 240.157,44

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando um custo atual do kWh de R\$ 0,82 e a possibilidade de geração média mensal do sistema proposto de 3.191,87 kWh é possível economizar anualmente R\$30.887,12, ou seja, mensalmente R\$2.573,92, conforme pode ser visualizado na Tabela 3.

Gráfico 4. Retorno de investimento para o período de 10 anos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O cálculo do payback descontado considera uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 10% ao ano, assim, são necessários seis anos para recuperar o investimento inicial proposto de R\$ 141.143,41. Ao observar, ainda no **Tabela 3**, apenas a economia acumulada durante um período de seis anos é possível identificar um valor total de R\$188.550,96, ou seja, já é R\$ 47.407,55 superior ao custo total da instalação do sistema de geração solar. Portanto, a partir de, aproximadamente, cinco anos e seis meses o sistema já estará totalmente pago e gerando uma economia anual de R\$30.887,12. Assim, é possível concluir que, para uma TMA de 10% ao ano, o projeto de energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética é viável para o período analisado, considerando os dados projetados.

## 5 CONCLUSÕES

O estudo objetivou analisar a viabilidade econômica da energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética em um estabelecimento comercial na cidade de Três Lagoas, Mato Grosso do Sul.

Para a análise da viabilidade econômica da energia solar fotovoltaica foram analisados o payback descontado, o valor presente líquido, a taxa interna de retorno e o valor anual uniforme equivalente. Os resultados revelaram que o projeto da implantação de energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética é viável para o período analisado, considerando os dados projetados.

Conclui-se que, além de reduzir custos e de apresentar viabilidade econômica para o estabelecimento comercial analisado, a energia solar revelou que apesar do seu pouco uso no país e em Três Lagoas especificamente, pode ser uma das fontes de energias renováveis que mais podem crescer em uso, devido à grande radiação que nossa região recebe durante boa parte do ano, e seu custo de implantação cada dia mais atrativo, aliando cada vez mais crescimento econômico e responsabilidade ambiental.

## REFERÊNCIAS

DUTRA, J. C. D. N.; BOFF, V. Â.; SILVEIRA, J. S. T.; ÁVILA, L. V. Uma Análise do Panorama das Regiões Missões e Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul sob o Prisma da Energia Eólica e Solar Fotovoltaica como Fontes Alternativas de Energia. Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD, v. 34, n. 124, p. 225-243, 2013.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional (BEN) 2016 – Ano base 2017. Disponível em <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em 11/05/2019.

GREENPEACE. Cartilha Solar. 2013. Disponível em <<http://www.greenpeace.org>>. Acesso em 28/05/2019.

JARDIM, C. S. A inserção da geração solar fotovoltaica em alimentadores urbanos enfocando a redução do pico de demanda diurno. 2007. 148 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

NEW ENERGY BRASIL: Energia Solar Fotovoltaica, 2019. Disponível em <<https://www.newenergybrasil.com.br/nossa-solucao/>>. Acesso em 02/06/2019.

SANTOS et al. ENERGIA SOLAR: um estudo sobre a viabilidade econômica de instalação do sistema fotovoltaico em uma residência em Ipatinga-MG, 2015. Disponível em <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/862456.pdf>>. Acesso em 22/05/2019.