



Estimativa do retorno de investimento em energia solar nas escolas sergipanas

Estimate of return on investment in solar energy in schools in Sergipe

Misael Santana Silva¹, Renata Souza Vieira², Yasmim Sales Oliveira³ & Zacarias Caetano Vieira⁴

Resumo: Com a crescente demanda por energia e os desafios ambientais associados ao uso de combustíveis fósseis e energia elétrica no mundo, destaca-se a necessidade de se buscar eficiência energética para reduzir o consumo e as emissões de gases de efeito estufa. Além disso, ressalta-se a busca por fontes de energia renováveis, com ênfase na energia solar, como uma alternativa sustentável de suprir a demanda energética, especialmente no Brasil, devido ao seu potencial de radiação solar. As edificações públicas, em particular as escolas, são identificadas como consumidores significativos de eletricidade, e aponta-se que o alto consumo não é apenas devido ao uso excessivo pelos consumidores, mas também ao uso intensivo de iluminação artificial e condicionadores de ar. Por ser um país extenso e com alta irradiação solar, traz-se, então, uma alternativa para diminuir os impactos ambientais. A área de estudo envolveu 310 escolas em Sergipe e o consumo de energia elétrica obtido no site da Secretaria de Estado da Educação. Para simular a implantação de painéis solares, foi utilizada a calculadora *online* NEOSOLAR juntamente com a tarifa de energia, fornecendo informações sobre investimento médio e economia mensal estimada. O período de retorno do investimento foi calculado usando o Método do *Payback* Simples para cada escola individualmente. O período de retorno para todas as escolas foi inferior a 10 anos. Conclui-se, assim, que o uso de energia solar nesses estabelecimentos, mostrou-se como uma prática viável econômica, social e ambientalmente.

Palavras-chave: *Energia solar; Eficiência energética; Escolas.*

Abstract: With the growing demand for energy and the environmental challenges associated with the use of fossil fuels and electrical energy in the world, the need to seek energy efficiency to reduce consumption and greenhouse gas emissions is highlighted. In addition, it has reinforced the search for renewable energy sources, emphasizing solar energy, as a sustainable alternative to meet energy demand, especially in Brazil, due to its potential for solar radiation. Public buildings, in particular schools, are identified as significant consumers of electricity, and it is pointed out that the high consumption is not only due to excessive use by consumers, but also to the intensive use of artificial lighting and conditioners of air. As it is an extensive country with high solar irradiation, there is, so, an alternative to reduce environmental impacts. The study area involved 310 schools in Sergipe, and the consumption of electricity was obtained from the website of the Sergipe Department of Education. To simulate the deployment of solar panels, the NEOSOLAR online calculator was used along with the energy tariff, providing information on average investment, and estimated monthly savings. The payback period was calculated using the Simple Payback Method for each school individually. The payback period for all schools was less than 10 years. Thus, it is concluded that the use of solar energy in these establishments proved to be an economically, socially, and environmentally viable practice.

Keywords: *Solar energy; Energy efficiency; Schools*

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 04/04/2024; aprovado em 25/10/2023.

¹ Aluno, Autor, Instituto Federal de Sergipe, misa.santana2199@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-6769-4902>;

² Aluno, Coautor, Instituto Federal de Sergipe, renatavieira.se@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-5435-5206>;

³ Aluno, Coautor, Instituto Federal de Sergipe, yasmin.oliveira067@academico.ifs.edu.br, <https://orcid.org/0009-0002-8733-5307>;

⁴ Professor, Orientador, Instituto Federal de Sergipe, zacariascaetano@yahoo.com.br, <https://orcid.org/0000-0001-5019-0971>.

INTRODUÇÃO

Em função da necessidade da grande demanda de energia, a matriz energética mundial procura novas alternativas para o consumo de energia elétrica, como os combustíveis renováveis. O grande índice de consumo de energia elétrica vem degradando o meio ambiente devido à poluição que é gerada, sendo notório a modificação dos ecossistemas e elevadas emissões de gases de efeito estufa na atmosfera (Moura; Motta, 2013). No Brasil, o uso intenso de usinas hidrelétricas traz impactos que levam a degradação do meio ambiente, como: desmatamento em grandes áreas, alterações de rios e lagos e perda de biodiversidade (Sporn; Ross, 2004)

Dessa forma, a eficiência energética é definida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Não se trata da redução do serviço, mas do uso eficiente e racional da energia e da redução do consumo (propiciando, por consequência, a redução dos níveis de emissões de gases na atmosfera) (Lamberts, *et al* 2004; *apud* Moura; Motta, 2013). A partir disso, as formas de minimizar os impactos ambientais causados pelo homem vêm ganhando espaço na sociedade, onde se observa a busca por novas fontes de energia que sejam renováveis, a fim de promover o uso racional dos recursos naturais (Limberger; Debora, 2015).

Para tanto, a energia solar, fonte renovável de energia proveniente do sol, é considerada uma excelente alternativa às fontes não renováveis para atender a demanda energética da sociedade, uma vez que o Brasil apresenta alto potencial de produção de energia solar por ser beneficiado pela radiação solar em abundância na maior parte do ano. Além disso, a energia solar proporciona a expansão da disponibilidade de energia em locais onde a implantação da rede elétrica convencional é economicamente inviável, principalmente nas áreas rurais (CRESESB, 2006). O setor público brasileiro consome uma grande parcela da eletricidade produzida no país. Porém, observa-se que os próprios prédios públicos possuem grande potencial de redução do consumo de energia elétrica, bem como de implantação de ações de eficiência energética (Lage; Lage; Lage, 2015).

Dentre as edificações públicas, podemos destacar as escolas por estas apresentarem um elevado gasto de energia elétrica. Para Antunes (2017) esse elevado gasto de energia nas edificações escolares não é devido somente ao consumo imoderado dos agentes consumidores, mas também ao uso intensivo da iluminação artificial e dos condicionadores de ar, causado por padrões arquitetônicos inadequados que desconsideram as questões climáticas e energéticas.

Diante do exposto, este artigo tem por objetivo realizar uma simulação da implantação de sistemas fotovoltaicos nas escolas da rede estadual do Estado de Sergipe, estimando o investimento e a economia média gerada, bem com o período de retorno do investimento.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Energia Solar

A energia solar fotovoltaica é definida como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isto se dá por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (Imhoff, 2007).

Sistema Solar Fotovoltaico

O sistema de energia solar, também chamado de sistema fotovoltaico, é um sistema o qual a geração de energia elétrica ocorre através da radiação solar. O sistema fotovoltaico possui alguns componentes básicos: painéis solares (responsáveis por transformar a energia solar em eletricidade); controladores de carga (evitam sobrecargas ou descargas na bateria, assim aumentando a sua vida útil); inversores (responsáveis pela transformação de corrente contínua das baterias em corrente alternada (110V ou 220V), além da sincronia com a rede elétrica) e as baterias, no caso do sistema offgrid (armazena a energia elétrica para que possa ser utilizada posteriormente quando não há sol) (Pereira; Oliveira, 2011).

Para que o sistema funcione (Figura 01), as placas solares se conectam em série (*string*) ou em paralelo. A eletricidade gerada pelas placas passa pelos inversores que são responsáveis pela conversão da corrente contínua em corrente alternada, gerando assim a eletricidade convencional. A quantidade e o posicionamento das placas variam segundo o dimensionamento feito na avaliação, sendo assim decidida a quantidade necessária de energia solar a ser gerada (Pereira; Oliveira, 2011).

FIGURA 01: Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes



FONTE: Neosolar Energia (2023).

Potencial elétrico nacional e local

O Brasil, com sua vastidão territorial e grandes taxas de radiação solar, possui um enorme potencial de geração de energia solar (Holdermann *et al.*, 2014 *apud* Feitosa, 2023). Características como o vasto território e a alta irradiação solar, mostram que o Brasil tem potencial para aumentar substancialmente a geração de energia solar fotovoltaica, podendo gerar dezenas de milhares de gigawatts de eletricidade por hora, contribuindo, de sobremaneira, para a redução do uso de combustíveis fósseis e dos impactos sociais e ambientais de novas hidroelétricas (Carstens; Cunha, 2019 *apud* Feitosa, 2023). Dentro dessa mesma linha de raciocínio, o Estado de Sergipe possui grande potencial de geração de energia solar fotovoltaica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

Para realização desse trabalho foram utilizadas 310 escolas, inseridas no Estado de Sergipe. De acordo com a SEED-SE, a rede estadual de ensino é dividida em 10 diretorias regionais de ensino (Figura 02), nos 75 municípios sergipanos, totalizando 318 escolas. Apenas 08 escolas não foram utilizadas, pois não continham todas as informações disponíveis.

FIGURA 02: Diretorias Regionais de Ensino de Sergipe



FONTE: Adaptado de SEED-SE (2023).

Consumo médio de energia nas escolas

O consumo de energia elétrica das escolas foi obtido no site da Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe (SEED-SE) no qual está disponível o valor anual pago por instituição a concessionária de energia. Foram considerados os dados mais atualizados disponíveis (ano de 2019).

Simulação da implantação de energia nessas escolas

Para simulação da implantação de placas solares nas escolas públicas de Sergipe, o valor do investimento médio e a economia mensal foram calculados através da calculadora online NEOSOLAR, na qual foram inseridas as informações necessárias de cada unidade de ensino: cidade, o tipo de edificação (adotado outros nesse caso) e o valor médio mensal da conta da escola. Como resultados, a calculadora fornece o investimento médio e a economia média mensal estimada.

Cálculo do período de retorno do investimento (*Payback* Simples)

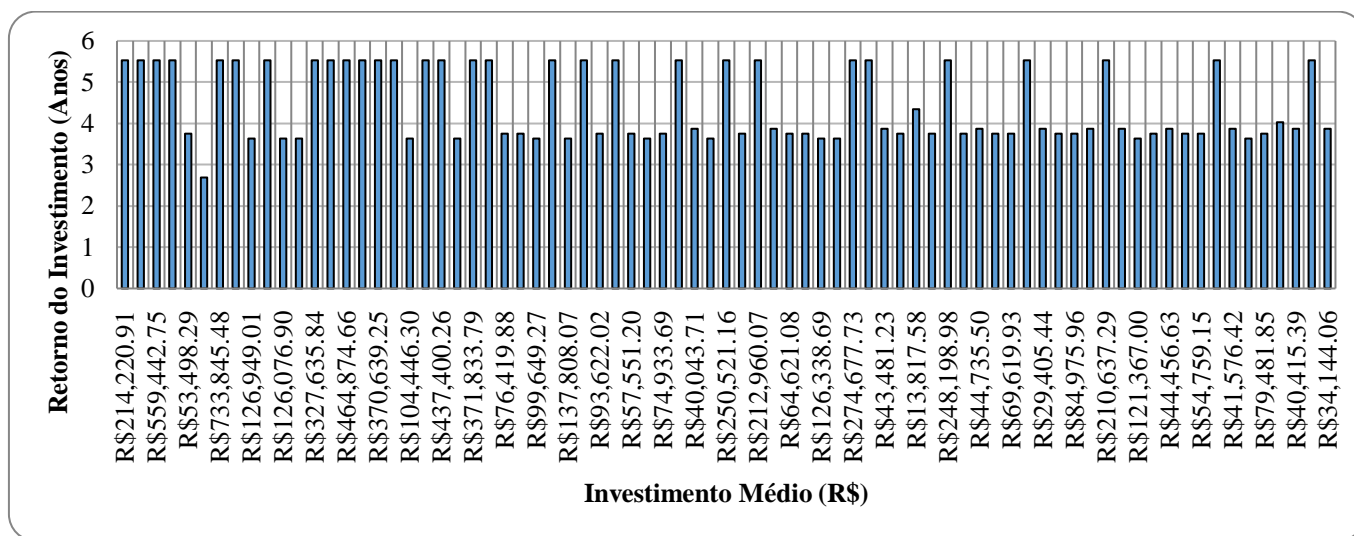
O cálculo do período de retorno envolve determinar quanto tempo levará para recuperar o investimento inicial com base na média do investimento ao longo do período e a economia mensal resultante desse investimento. A fórmula divide o investimento médio pela economia mensal e, em seguida, divide o resultado por 12 para obter o número de anos necessários para que a economia mensal compense o investimento. Esse cálculo é útil para avaliar a viabilidade financeira de um investimento, pois permite que se compreenda em quanto tempo os benefícios financeiros acumulados igualarão o valor investido. Quanto menor for o período de retorno, mais rapidamente o investimento será recuperado, o que geralmente é considerado mais favorável (Ismail; Abdullah; Serin, 2013).

Portanto, esse trabalho consistiu, inicialmente, em uma revisão bibliográfica sobre o assunto. Em seguida, foram consultados os dados de consumo de energia das escolas da rede estadual de Sergipe no ano 2019. Esses dados foram inseridos na calculadora NEOSOLAR ENERGIA (2023) juntamente com a tarifa de energia praticada pela ENERGISA no ano de 2019, para determinar o investimento médio, bem como a economia média mensal estimada. Por fim, utilizando o Método do *Payback* Simples foi calculado para cada escola o período de retorno do investimento. Finalmente, os resultados são apresentados e discutidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Gráfico 01, a seguir, mostra o tempo de retorno e o investimento médio de 77 escolas da Diretoria de Ensino de Aracaju (DEA).

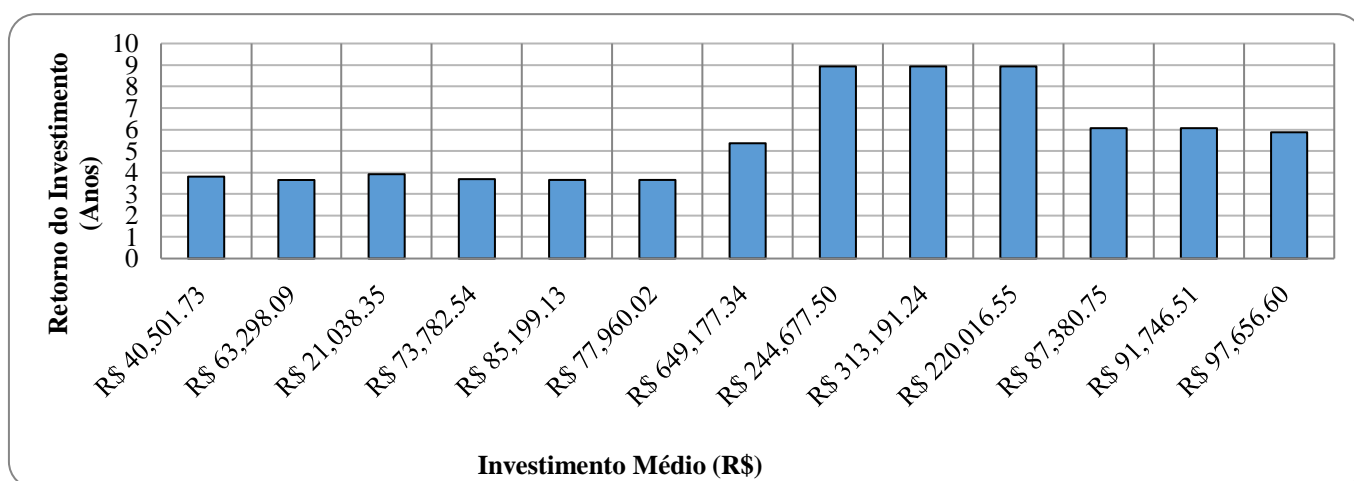
GRÁFICO 01: Retorno do investimento versus investimento médio na DEA.



FONTE: Dados da pesquisa (2023).

Na Diretoria de Ensino de Aracaju (DEA), o investimento médio variou de R\$ 13.817,58 até R\$ 733.845,48, resultando no investimento médio, considerando todas as escolas na ordem, de R\$ 183.030,04. Com relação ao período de retorno do investimento, ele variou de 2,7 anos até 5,5 anos, resultando em uma média dentre as escolas dessa região de aproximadamente 4,4 anos. O Gráfico 02 traz o tempo de retorno e o investimento médio de 28 escolas da Diretoria Regional 01.

GRÁFICO 02: Retorno do investimento versus investimento médio na DRE01.

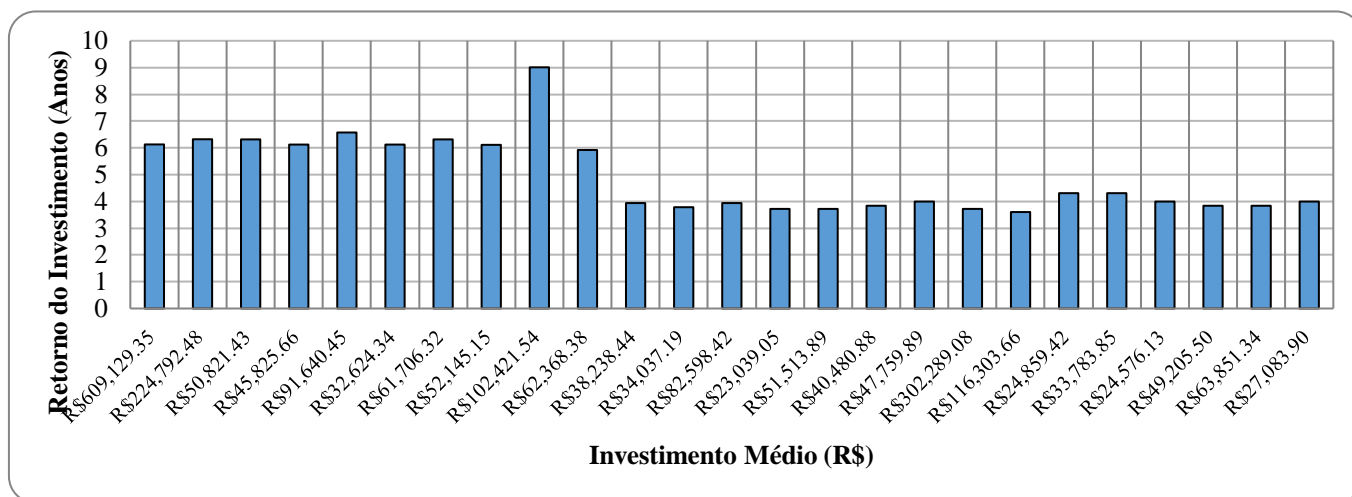


FONTE: Dados da pesquisa (2023).

Na Diretoria Regional de Ensino 01 (DRE01), o investimento médio variou de R\$ 3.555,86 até R\$ 668.578,56, resultando no investimento médio, considerando todas as escolas na ordem, de R\$

141.289,37. Com relação ao período de retorno do investimento, ele variou de 3,7 anos até 9,0 anos, resultando em uma média, dentre as escolas dessa região, de aproximadamente 5,6 anos. O Gráfico 03 traz o tempo de retorno e o investimento médio de 34 escolas da Diretoria Regional 02.

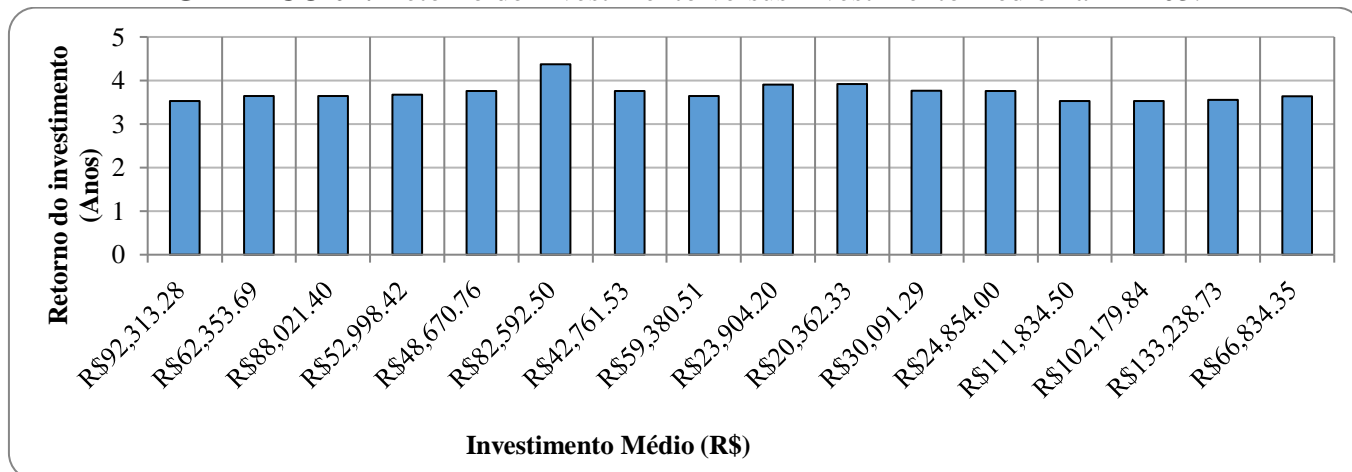
GRÁFICO 03: Retorno do investimento versus investimento médio na DRE02.



FONTE: Dados da pesquisa (2023).

Na Diretoria Regional de Ensino 02 (DRE02), o investimento médio variou de R\$ 13.907,74 até R\$ 609.129,35, resultando no investimento médio, considerando todas as escolas na ordem, de R\$ 77.192,07. Com relação ao período de retorno do investimento, ele variou de 3,7 anos até 9,0 anos, resultando em uma média, dentre as escolas dessa região, de aproximadamente 4,9 anos. O Gráfico 04 traz o tempo de retorno e o investimento médio de 32 escolas da Diretoria Regional 03.

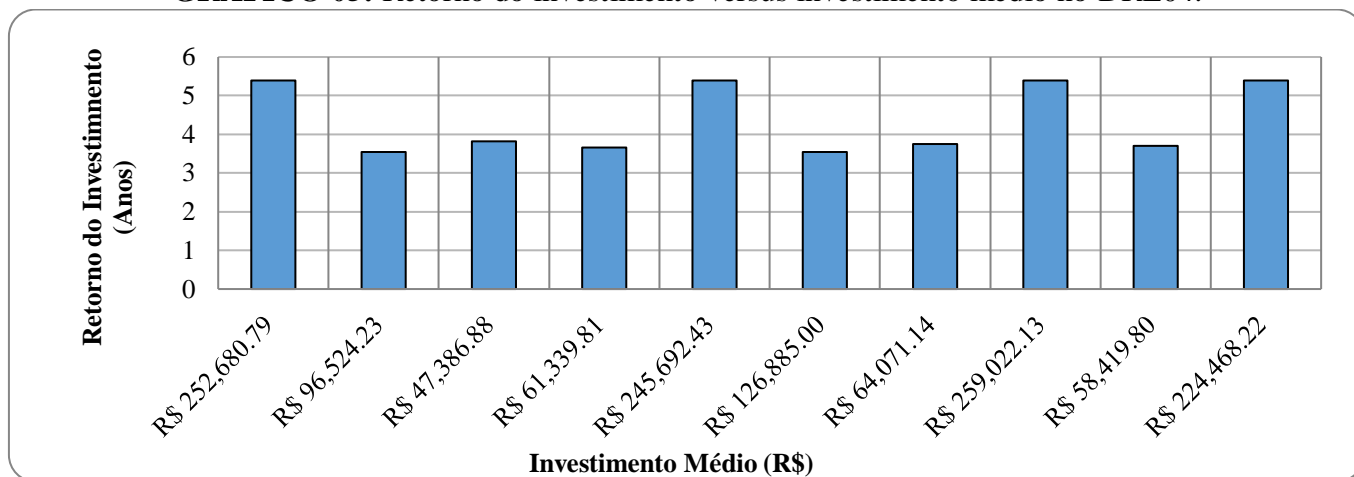
GRÁFICO 04: Retorno do investimento versus investimento médio na DRE03.



FONTE: Dados da pesquisa (2023).

Na Diretoria Regional de Ensino 03 (DRE03), o investimento médio variou de R\$ 20.362,33 até R\$ 515.014,03, resultando no investimento médio, considerando todas as escolas na ordem, de R\$ 82.439,37. Com relação ao período de retorno do investimento, ele variou de 3,5 anos até 4,4 anos, resultando em uma média, dentre as escolas dessa região, de aproximadamente 3,7 anos. O Gráfico 05 traz o tempo de retorno e o investimento médio de 16 escolas da Diretoria Regional 04.

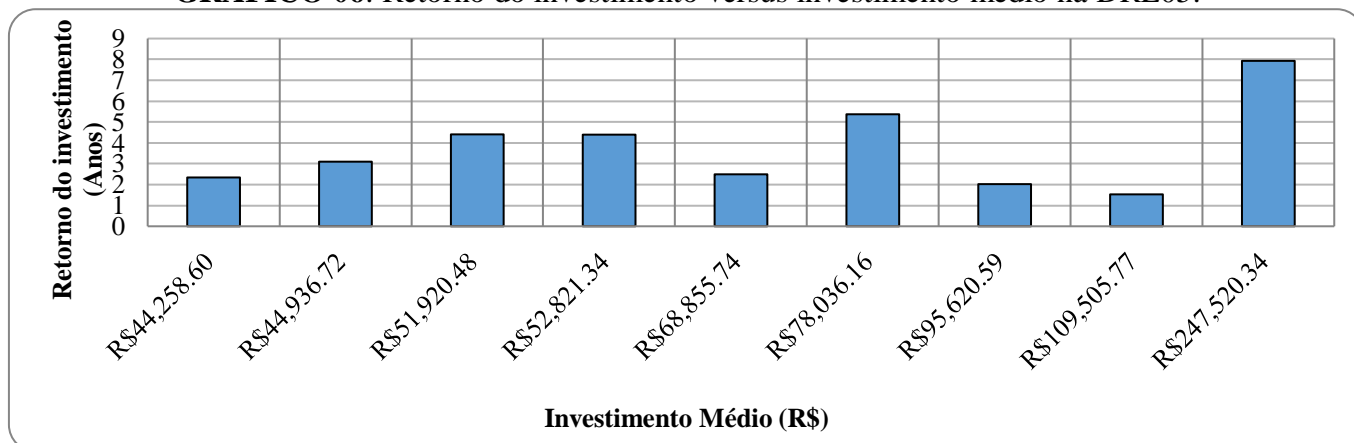
GRÁFICO 05: Retorno do investimento versus investimento médio no DRE04.



FONTE: Dados da pesquisa (2023).

Na Diretoria Regional de Ensino 04 (DRE04), o investimento médio variou de R\$ 19.093,18 até R\$ 259.022,13, resultando no investimento médio, considerando todas as escolas na ordem, de R\$ 131.309,13. Com relação ao período de retorno do investimento, ele variou de 3,5 anos até 5,4 anos, resultando em uma média, dentre as escolas dessa região, de aproximadamente 4,4 anos. O Gráfico 06 traz o tempo de retorno e o investimento médio de 10 escolas da Diretoria Regional 05.

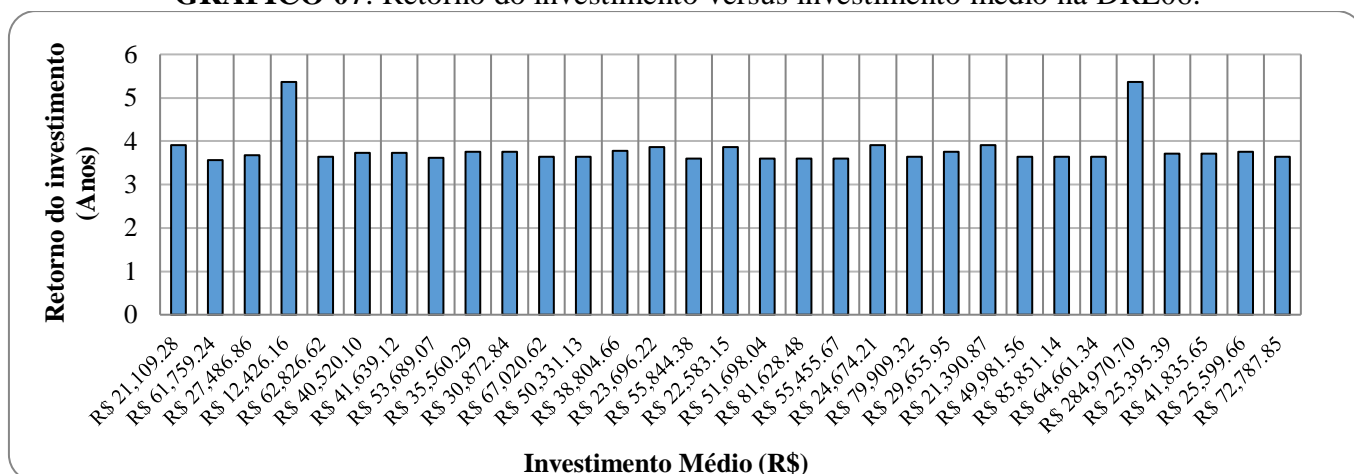
GRÁFICO 06: Retorno do investimento versus investimento médio na DRE05.



FONTE: Dados da pesquisa (2023).

Na Diretoria Regional de Ensino 05 (DRE05), o investimento médio variou de R\$ 44.258,60 até R\$ 382.097,94, resultando no investimento médio, considerando todas as escolas na ordem, de R\$ 82.439,37. Com relação ao período de retorno do investimento, ele variou de 1,5 anos até 8,0 anos, resultando em uma média, dentre as escolas dessa região, de aproximadamente 3,7 anos. O Gráfico 07 traz o tempo de retorno e o investimento médio de 31 escolas da Diretoria Regional 06.

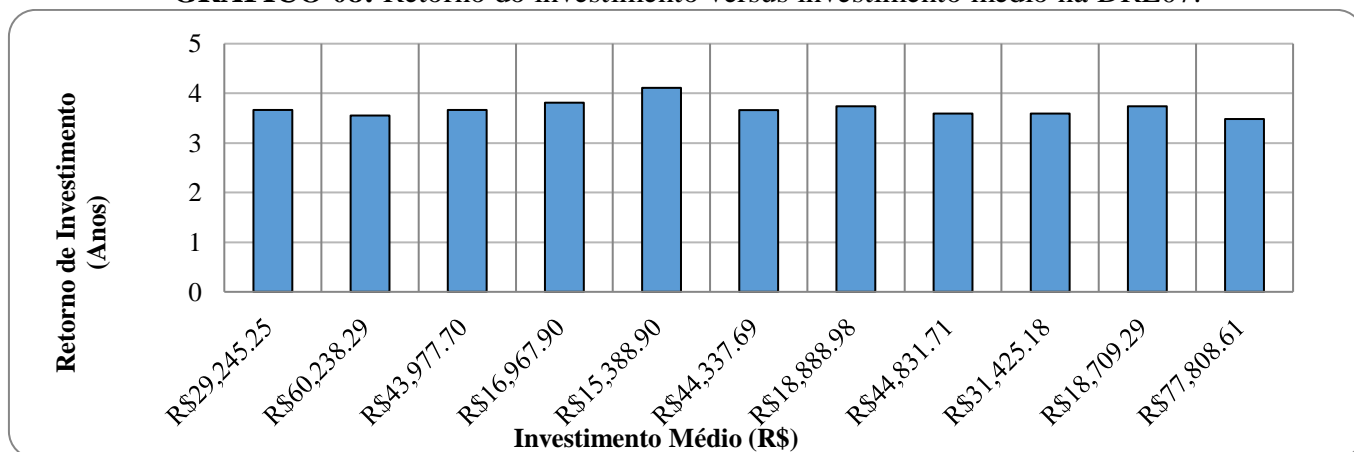
GRÁFICO 07: Retorno do investimento versus investimento médio na DRE06.



FONTE: Dados da pesquisa (2023).

Na Diretoria Regional de Ensino 06 (DRE06), o investimento médio variou de R\$ 12.426,16 até R\$ 284.970,70, resultando no investimento médio, considerando todas as escolas na ordem, de R\$ 52.956,95. Com relação ao período de retorno do investimento, ele variou de 3,6 anos até 5,4 anos, resultando em uma média, dentre as escolas dessa região, de aproximadamente 3,9 anos. O Gráfico 08 traz o tempo de retorno e o investimento médio de 11 escolas da Diretoria Regional 07.

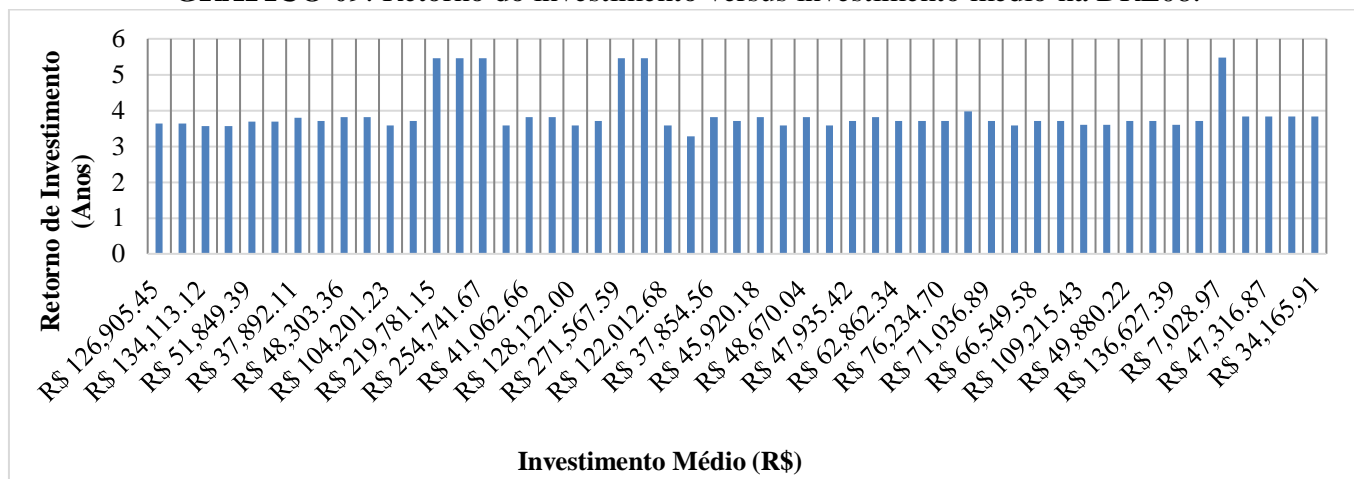
GRÁFICO 08: Retorno do investimento versus investimento médio na DRE07.



FONTE: Dados da pesquisa (2023).

Na Diretoria Regional de Ensino 07 (DRE07), o investimento médio variou de R\$ 15.388,90 até R\$ 60.238,29, resultando no investimento médio, considerando todas as escolas na ordem, de R\$ 36.52904. Com relação ao período de retorno do investimento, ele variou de 3,5 anos até 4,1 anos, resultando em uma média, dentre as escolas dessa região, de aproximadamente 3,7 anos. O Gráfico 9 traz o tempo de retorno e o investimento médio de 51 escolas da Diretoria Regional 08.

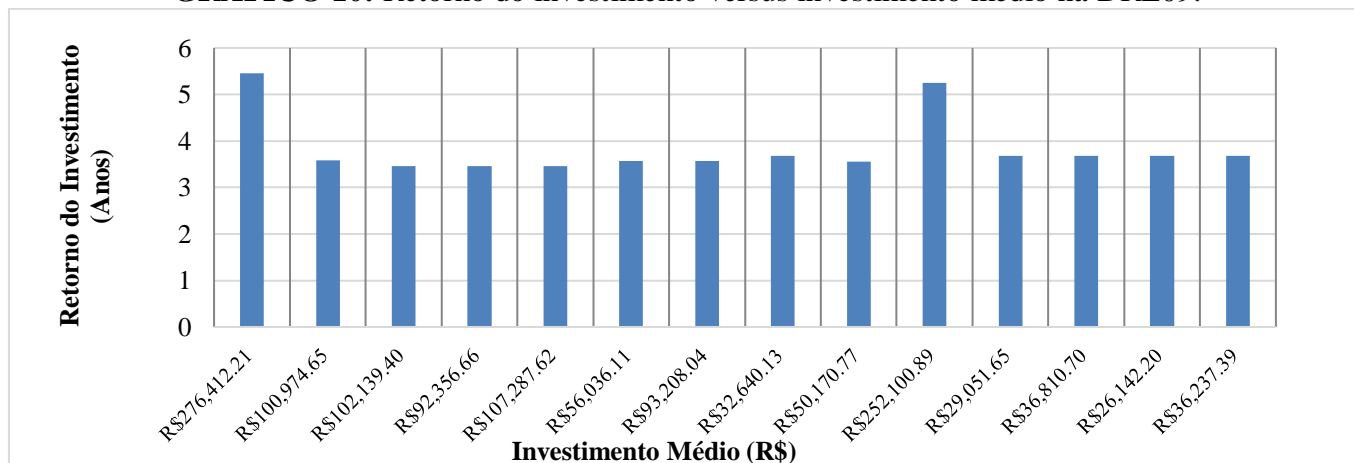
GRÁFICO 09: Retorno do investimento versus investimento médio na DRE08.



FONTE: Dados da pesquisa (2023).

Na Diretoria Regional de Ensino 08 (DRE08), o investimento médio variou de R\$ 7.028,97 até R\$ 471.642,09, resultando no investimento médio, considerando todas as escolas na ordem, de R\$ 94.578,34. Com relação ao período de retorno do investimento, ele variou de 3,3 anos até 5,5 anos, resultando em uma média, dentre as escolas dessa região, de aproximadamente 3,8 anos. O Gráfico 10 traz o tempo de retorno e o investimento médio de 14 escolas da Diretoria Regional 09.

GRÁFICO 10: Retorno do investimento versus investimento médio na DRE09.



FONTE: Dados da pesquisa (2023).

Na Diretoria Regional de Ensino 09 (DRE09), o investimento médio variou de R\$ 26,142,20 até R\$ 276.412,21, resultando no investimento médio, considerando todas as escolas na ordem, de R\$ 92.254,89. Com relação ao período de retorno do investimento, ele variou de 3,5 anos até 5,5 anos, resultando em uma média, dentre as escolas dessa região, de aproximadamente 3,9 anos.

CONCLUSÕES

Diante da crescente demanda global por energia e dos desafios ambientais associados ao uso de combustíveis fósseis e eletricidade, a necessidade de eficiência energética para reduzir o consumo e as emissões de gases de efeito estufa é evidente. Além disso, há um crescente foco na busca por fontes de energia renováveis, com ênfase na energia solar como uma alternativa sustentável para atender à demanda energética, especialmente no Brasil, dada sua alta potencialidade de radiação solar. Nesse contexto, este artigo teve como objetivo simular a implementação de sistemas fotovoltaicos em escolas do Estado de Sergipe, estimando o investimento e a economia média gerada, bem como o período de retorno do investimento.

O estudo também destaca o enorme potencial da energia solar no Brasil, dada sua vasta extensão territorial e a alta irradiação solar, o que pode aumentar substancialmente a geração de eletricidade fotovoltaica, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e seus impactos sociais e ambientais associados. Além disso, o Estado de Sergipe, em seu contexto local, oferece um ambiente favorável para o desenvolvimento de sistemas de energia solar fotovoltaica.

Portanto, com os resultados apresentados, é nítida a vantagem que o uso da energia solar nas escolas possibilita, pois há um retorno do investimento realizado em curto/médio prazo, sendo viável o seu uso. Tal viabilidade advém do fato de que as escolas têm um elevado consumo de energia e grandes áreas expostas ao clima da região (área de cobertura) possibilitando o uso das placas solares. Essa pesquisa serve como um ponto de partida para compreender o potencial da adoção de energias renováveis e medidas de eficiência energética no contexto das escolas públicas, oferecendo *insights* valiosos sobre como diferentes fatores influenciam a geração de resíduos. Em última análise, ela apoia a promoção de práticas energéticas sustentáveis e o desenvolvimento de infraestruturas ambientalmente conscientes, o que é fundamental para enfrentar os desafios globais de energia e meio ambiente que enfrentamos.

REFERÊNCIAS

[1] ANTUNES, L. N. Potencial de economia de água potável e energia elétrica em edificações escolares. 2017. 122 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

- [2] CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 2015, Foz do Iguaçu. 2015. Disponível em: <http://cbc2015.emnuvens.com.br/anais-do-cbc/>. Acesso em: 26 set. 2021.
- [3] CRESESEB. Tutorial de Energia Solar: princípios e Aplicações. 2006.
- [4] FEITOSA, R. O. Geoinformática aplicada na estimativa do potencial fotovoltaico do semiárido sergipano. 2023. 151 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2022.
- [5] IMHOFF, J. Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007. 146 f.
- [6] ISMAIL, M. M.; ABDULLAH, A. M.; SERIN, Tapsir Financial assessment of government incentives on broiler production in peninsular Malaysia. In: APPLIED INTERNATIONAL BUSINESS CONFERENCE, 2., Malaysia, 2013. Annals... Malaysia: AIBC, 2013.
- [7] LAGE, W. M.; LAGE, M. H. de M.; LAGE, B. L. de M. Aplicação da gestão energética como ferramenta de redução estratégica de custos nas escolas públicas municipais de Belo Horizonte/MG. In: XXII.
- [8] LIMBERGER, Débora C. da M. Levantamento de custos para implantação de sistemas sustentáveis em uma edificação residencial. 2015, Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2015.
- [9] MOURA, A.; MOTTA, A. L. T. S. O Fator Energia na Construção Civil. In: IX CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2013.
- [10] NEOSOLAR ENERGIA. Simulador solar: Calculadora Solar Fotovoltaica. 2023. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/simulador-solar-calculadora-fotovoltaica-resultado>. Acesso em: 23 out. 2023.
- [11] PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica. Porto: Publindústria, 2011.
- [12] SERGIPE. SEED - Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura. Nossas escolas. Disponível em: <https://www.seed.se.gov.br/redeEstadual/escolas-rede.asp>. Acesso em: 23 out. 2023.
- [13] SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. In.: GEOUSP-Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 15, pp.39-49, 2004.