

## Efeitos econômicos e ambientais da utilização de energia fotovoltaica em um prédio do tribunal de justiça de Pernambuco

A população mundial só cresce e, conseqüentemente, aumenta o consumo de energia, alterando a qualidade do meio ambiente com o uso de fontes não renováveis, causando efeitos negativos a todos. A geração e uso de energia são os principais responsáveis pela emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera. Um dos maiores desafios é conseguir um abastecimento energético seguro e sustentável, pois o mal uso dos recursos energéticos afetam as condições sociais, econômicas e climáticas. A busca por soluções sustentáveis em energias renováveis é uma preocupação mundial e as organizações assumem uma parcela maior de responsabilidade social em busca de transformação e desenvolvimento por meio de ações sociais e ecológicas na perspectiva ambiental. Por meio de uma gestão socioambiental transparente, pode-se agregar geração de energia renovável, minimizando efeitos negativos ao ambiente, através de ações voltadas à eficiência energética, visando desenvolvimento econômico, bem como diversificando a matriz energética do país. O uso da energia limpa é possível e o Brasil tem potencial para desenvolver planos de redução de emissão dos Gases de Efeito Estufa. A emissão de gases tóxicos é nociva e esse trabalho destaca a necessidade de se diminuir os efeitos negativos causados pela emissão desses gases. O Estado deve fomentar pesquisas nessa matéria e, neste caso, o Tribunal de Justiça de Pernambuco (TJPE), surge como sujeito e objeto, uma vez que a pesquisa acontece em prédio próprio e tem como objetivo geral avaliar os possíveis benefícios que a implementação de soluções em eficiência energética pode trazer melhorias ao ambiente. Comparando pesquisas existentes, esse trabalho se presta a avaliar a eficácia do uso de placas fotovoltaicas no edifício Paula Batista do TJPE, com pretensão de demonstrar o valor agregado à economia de energia, para propor soluções e contribuir na mitigação de emissão de gases tóxicos no meio ambiente. A pesquisa foi realizada em seis etapas e traz como resultado desejado ser implementada a proposta de solução tecnológica em eficiência energética para redução do consumo de energia produzida por combustíveis fósseis e incentivar outros projetos no sentido de cumprirmos o abastecimento de energia por fontes renováveis, com evidente interesse na mitigação de emissão do CO<sup>2</sup>. A adoção de um Sistema Solar Fotovoltaico Conectado à Rede em prédio público, se apresentou como ótima opção no caminho da eficiência energética, agregando valores econômicos e ambientais, com foco na sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Energia solar; Tecnologia fotovoltaica; CO<sub>2</sub>.

## Economic and environmental effects of using photovoltaic energy in a court of justice building in Pernambuco

The world population just grows and, consequently, the energy consumption increases, changing the quality of the environment with the use of non-renewable sources, causing negative effects to all. The generation and use of energy are the main responsible for the emission of Greenhouse Gases (GHG) into the atmosphere. One of the biggest challenges is to achieve a secure and sustainable energy supply, as the misuse of energy resources affects social, economic, and climatic conditions. The search for sustainable solutions in renewable energies is a worldwide concern and the organizations assume a greater share of a social responsibility in search of transformation and development through social and ecological actions from an environmental perspective. Through a transparent socio-environmental management, the renewable energy generation can be added, minimizing negative effects on the environment, through actions aimed at energy efficiency, aiming the economic development, as well as diversifying the country's energy matrix. The use of clean energy is possible, and Brazil has the potential to develop plans to reduce the emission of Greenhouse Gases. The emission of toxic gases is harmful, and this work highlights the need to reduce the negative effects caused by the emission of these gases. The State should promote research on this matter and, in this case, the Pernambuco Court of Justice (TJPE), appears as subject and object, since the research takes place in its own building and has the general objective of evaluating the possible benefits that the implementation of energy efficiency solutions can bring improvements to the environment. Comparing existing research, this work lends itself to evaluating the effectiveness of the use of photovoltaic panels in the Paula Batista building, with the intention of demonstrating the added value to energy savings, to propose solutions and contribute to the mitigation of the emission of toxic gases in the environment. The research was carried out in six stages and the desired result is to implement a proposal for a technological solution in energy efficiency to reduce the consumption of energy produced by fossil fuels and encourage other projects to meet the energy supply from renewable sources, with evident interest in mitigating CO<sup>2</sup> emissions. The adoption of a Photovoltaic Solar System Connected to the Grid in a public building, presented itself as a great option in the way of energy efficiency, adding economic and environmental values, with a focus on sustainability.


**Keywords:** Solar energy; Photovoltaic technology; CO<sub>2</sub>.

Topic: Engenharia da Sustentabilidade e Meio Ambiente


Received: 09/12/2022


Approved: 26/12/2022


Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Eduardo Antonio Maia Lins**   
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6148771863554184>  
<http://orcid.org/0000-0002-9108-4179>  
[eduardomaialins@gmail.com](mailto:eduardomaialins@gmail.com)

**Paula Reynaldo Santoianni**  
Centro Universitário Boa Viagem, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5641035599868591>  
[dudamaia@hotmail.com](mailto:dudamaia@hotmail.com)

**Daniele de Castro Pessoa de Melo**   
Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4010783198064867>  
<http://orcid.org/0000-0003-4058-092X>  
[danielecastro3@hotmail.com](mailto:danielecastro3@hotmail.com)

**Wanderson dos Santos Sousa**   
Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2702592671280843>  
<http://orcid.org/0000-0002-2081-3434>  
[wanderson.santos@itep.br](mailto:wanderson.santos@itep.br)

**Glauber Pereira de Carvalho Santos**   
Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7815412935048164>  
<http://orcid.org/0000-0002-3613-7987>  
[glauber@itep.br](mailto:glauber@itep.br)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.012.0011

### Referencing this:

LINS, E. A. M.; SANTOIANI, P. R.; MELO, D. C. P.; SOUSA, W. S.; SANTOS, G. P. C.. Efeitos econômicos e ambientais da utilização de energia fotovoltaica em um prédio do tribunal de justiça de Pernambuco. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.12, p.107-117, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.012.0011>

## **INTRODUÇÃO**

O aumento da população mundial e a crescente demanda por energia, como recurso vital em nosso planeta, acarreta a busca por soluções sustentáveis, para se produzir mais energia, utilizando recursos naturais, e causando menos impactos ambientais (COSTA et al., 2021).

Considerando a necessidade de aumentar a produção de energia, como um dos fatores mais importantes na aceleração das mudanças climáticas, bem como no aumento do aquecimento global, esse tema vem sendo bastante discutido mundialmente, e há um consenso com relação à urgência, de se reduzir a emissão de gases do efeito estufa. Neste sentido, a procura por tecnologias renováveis é uma preocupação geral, uma vez que a demanda energética se expande a passos largos, e o papel das Organizações vêm sofrendo mudanças no sentido de uma maior responsabilidade social (HEIDEIER et al., 2020).

Um dos maiores desafios, da atualidade, é o de conseguir um abastecimento energético seguro e sustentável. A população mundial vem elevando os seus padrões de vida. Assim cresce, também, o consumo energético, que necessita ser avaliado, criteriosamente, de forma sustentável, pois, do contrário levará aos efeitos deletérios na qualidade do meio ambiente. O futuro depende das escolhas dos nossos recursos energéticos, que afetarão as condições sociais, econômicas e climáticas, como um todo (DOMINGOS, 2020).

Nesse contexto, Cardoso et al. (2021) destacam: a necessidade de planejamento e controle das atividades, por meio de uma gestão socioambiental; a importância de se promover o desenvolvimento social e econômico; e, inclusive na diminuição de riscos ambientais, por parte dos Órgãos Nacionais Reguladores no tocante ao problema. Todavia, se, o desenvolvimento do setor elétrico, implica na inevitável alteração do meio ambiente, isso pode ser feito de forma racional, minimizando os eventuais efeitos, com o investimento em inovações tecnológicas, voltadas à eficiência energética, para que coexistam os princípios fundamentais de proteção ao meio ambiente, assim como do desenvolvimento econômico, que venha a se refletir na melhoria dos sistemas de gestão ambiental. Diante da necessidade de se ampliar a participação de fontes renováveis, na matriz energética global, muitas pesquisas vêm avançando na direção de mitigar os impactos ambientais e em aspectos econômicos, inclusive, através da conversão fotovoltaica de energia (LIMA et al., 2020).

O incentivo às mudanças de comportamento, para o consumo consciente da energia em reduzir gastos e desperdícios, é importante em todos os ambientes. Em prédios públicos, faz-se necessário um trabalho educacional, no sentido de envolver o usuário na economia desses recursos, uma vez que o resultado dessa economia possa não aparecer, de imediato, financeiramente, porém, o ganho, em geral, possui um cunho de maior efeito coletivo, ao diminuir a emissão de CO<sup>2</sup>, beneficiando a população como um todo. Aparentemente, um dos principais incentivos para a redução no consumo de energia, surge no aspecto econômico, porém, não seria esse o de maior importância. O consumidor residencial é bastante distinto do usuário de órgãos públicos, sendo que ambos têm que se sentir motivados. É possível engajar os cidadãos, de forma mais consciente, e evidenciar que a economia de energia deva ser alcançada, em todos os ambientes, pois ainda que o resultado de um comportamento responsável não fique tão evidente, essa

economia pode ser revertida na aquisição de equipamentos, para a proteção ambiental e a diminuição de CO<sup>2</sup> (HAX, 2020).

O Brasil possui um potencial, mais do que suficiente, para o desenvolvimento de projetos que resultem na redução das emissões dos Gases de Efeito Estufa - GEE. Trabalhos publicados, unem-se de modo a explicar, como o modo de operacionalização de diversos instrumentos, têm contribuído, para a redução das emissões dos gases como o CO<sup>2</sup>, no cenário nacional, de modo a demonstrar a importância destes mecanismos para combater os efeitos negativos da emissão desses gases tóxicos (DUARTE et al., 2020).

Esta pesquisa é de grande relevância para a sociedade, pois a implementação de um plano de conservação de energia consciente, busca melhorar o aproveitamento dos recursos e evitar os desperdícios dos mesmos. Viabilizar a participação desses tipos de projeto, em Órgãos Públicos, não garante os melhores resultados, sem o envolvimento da população e o empenho das autoridades Estaduais e Nacionais. A mudança de comportamento depende da conscientização e de atitudes sustentáveis que podem refletir na relação social (LIVRAMENTO et al., 2021).

A elaboração de um diagnóstico de execução das políticas socioambientais, no Tribunal de Justiça de Pernambuco, permitirá a verificação das deficiências existentes, e a proporção das mudanças necessárias para um plano futuro, promovendo resultados mais efetivos de proteção e impactos ao meio ambiente. O Estado deve fomentar novas pesquisas e implementar práticas de sustentabilidade (MMA, 2019).

O incentivo às práticas educacionais, no sentido de se evitar o mau uso dos nossos recursos naturais, e propiciar meios para que o comportamento social seja um instrumento para alavancar a melhoria da vida da população é o objetivo deste trabalho.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

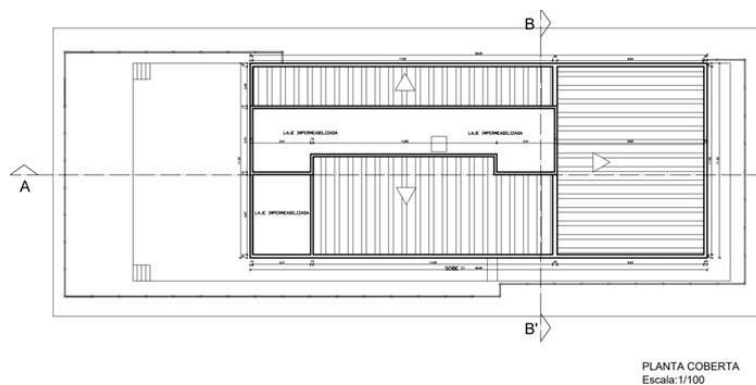
A avaliação quanto ao uso da energia solar para suprimento energético foi aplicada em um prédio público, localizado na região do nordeste brasileiro, na cidade do Recife-PE, situado em bairro comercial, onde funcionam unidades administrativas pertencentes ao Tribunal de Justiça de Pernambuco. A utilização de eletricidade se dá principalmente em dias de expediente comercial (de segunda a sexta-feira) em horário diurno. Para instalação dos módulos fotovoltaicos do SFVCR (Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede), foi considerada a cobertura do Edifício Paula Baptista com área de aproximadamente 718 m<sup>2</sup>.

O prédio está localizado em ambiente propício para o experimento que se propõe, pois possui características adequadas e privilegiadas por não existir à sua volta nenhum obstáculo que impeça a incidência da luz do sol em horário diurno de forma integral.

A ferramenta do software Google Earth Pro (2022) foi utilizada para ilustrar a localização da edificação, bem como para demonstrar a orientação da cobertura em tela, onde está localizado. A Figura 1 destaca a planta do andar superior do prédio, cujo termo técnico traz a indicação de coberta, embora a área que o projeto se propõe seja de utilizar toda a extensão, inclusive o terraço descoberto.

Os dados referentes à incidência solar são mensurados conforme método utilizado por Pereira et al. (2019) e o dimensionamento do sistema deve sofrer avaliação quanto à necessidade de manutenção e

medidas que possam aumentar seu rendimento.



**Figura 1:** Planta da Coberta do Edifício Paula Baptista.

Este estudo foi dividido em seis etapas: coleta e análise dos dados, dimensionamento, detalhamento do sistema, estimativa de economia e montagem de estratégia de viabilidade e aplicabilidades.

### Coleta dos dados

As contas mensais de energia foram solicitadas ao setor responsável da Diretoria de Infraestrutura do Tribunal de Justiça de Pernambuco, por comunicação via e-mail funcional, recebidas e analisadas prioritariamente com foco no consumo de energia para análise posterior. Neste momento não foi visto ou pensado em valor pago por mês, nem qual o impacto ambiental por falta de propósito imediato. O período analisado na pesquisa foi compreendido entre os anos de 2018 a 2020, fazendo-se o comparativo e expondo os resultados, para ter-se uma visão ampla da realidade local.

Foram solicitadas, por e-mail, a planta baixa e a planta de cobertura do pavimento superior do Edifício Paula Baptista, junto à Diretoria de Engenharia e Arquitetura do Tribunal. O objetivo foi calcular a área disponível e estimar o número de placas fotovoltaicas, para colocação no local, e assim chegar ao resultado da área compatível ao sistema que seja satisfatório e vantajoso.

### Análise dos dados

De posse dos primeiros dados coletados nas faturas, referentes aos anos de 2018, 2019 e 2020, foi possível tabular em uma planilha do software Microsoft Excel, chegando ao resultado de médias mensais e anuais como base para pré dimensionar o sistema. Também foi produzido gráfico para facilitar a visualização dos resultados. Daí se pôde calcular o número de módulos para geração fotovoltaica, as características do sistema e definir a disposição dos painéis fotovoltaicos na área do telhado do prédio. Foram colhidos os valores de consumo ativo na ponta (kWh) e o consumo ativo fora da ponta, em kilowatt/hora mês a mês, somados para tirar médias mensais e anuais.

A análise do consumo mensal e anual em relação aos custos foi realizada com a tabulação dos dados em relação à parte financeira e constata-se o nível de recurso monetário que é gasto mensal e anualmente naquele edifício. O preço cobrado pela energia gasta no prédio será dividido e tratado de maneira diferente, uma vez que o horário de pico tem preço mais alto que o horário chamado fora da ponta.

Após ser definida a área passível de uso para o referido objeto da pesquisa, na parte externa da cobertura, foi calculado o volume de área em metros quadrados com vistas a atender os critérios de viabilidade do projeto.

## Dimensionamento

O dimensionamento de um sistema fotovoltaico foi produzido através de diversos fatores, sendo os principais: orientação dos módulos, disponibilidade de área e do recurso solar, e a demanda a ser atendida. Através do levantamento das informações locais e coleta de dados, a pesquisa correu um percurso lógico para melhor desenhar os resultados que apontam para aproximar as boas expectativas a uma proposta real, possível e vantajosa.

Para isso foi elaborada uma proposta de projeto, por uma empresa privada no ramo da tecnologia solar, que possui todos os atributos técnicos e segue as normativas. Para a elaboração de um projeto específico do Sistema Fotovoltaico foram necessários: o registro na concessionária de energia e no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA. Também informações sobre os equipamentos do Sistema Fotovoltaico, comissionamento (testes e medições), a instalação com equipe qualificada e aderente às normas de segurança, um relatório de implantação e o CMOS-PE (Centro de Monitoramento, Operação e Suporte de Pernambuco).

## Detalhamento do sistema

Conforme mostra o diagrama (Figura 2), pode-se observar a existência de um Painel Solar Fotovoltaico, que é ligado, em corrente contínua, ao Inversor que, em corrente alternada, passa pelo Medidor de Energia Bidirecional, e novamente na corrente alternada, chegando à Rede Elétrica.

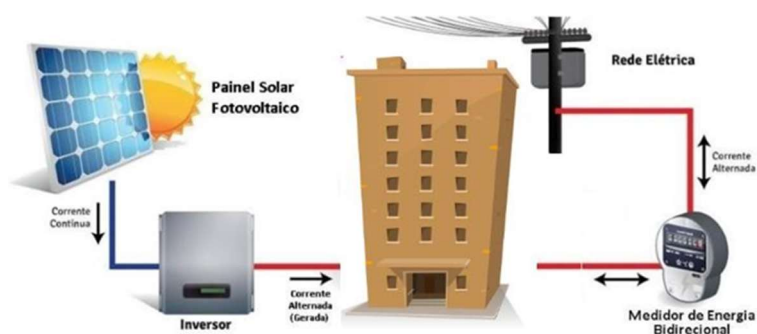


Figura 2: Diagrama de funcionamento do Sistema Solar Fotovoltaico.

## Estimativa de economia

O cálculo de previsão ou estimativa de economia na conta foi realizado, preliminarmente, através de um simulador, onde se informa dados como valor pago, a classificação quanto ao fim do imóvel (se residencial ou comercial) e a localização. Ao preencher os dados, o simulador disponibiliza resultados indicando a potência instalada em kWp (kilowatt hora de potência), a área mínima necessária em m<sup>2</sup> (metro quadrado), o valor aproximado do sistema e instalação, a produção mensal (kWh/mês), a economia anual aproximada e o tempo aproximado do retorno do investimento.

O consumo energético na unidade kWh foi disponibilizado nas faturas de energia emitidas pela concessionária local. Dessas faturas foram coletados os dados e analisados de maneira a conhecer a demanda alta que o prédio consome e avaliar as estratégias de solução utilizando área própria que se encontra disponível e subutilizada. Na própria fatura de cada mês está também contido um gráfico do consumo dos 12 meses anteriores, que demonstrou de forma prática um comparativo e facilitou a avaliação desses dados.

### **Estratégia de viabilidade e aplicabilidade**

Sobre a viabilidade da proposta faz-se necessária a identificação dos valores da irradiação que incide nas coordenadas geográficas de um determinado local, que pode ser extraída em dados disponibilizados pelo Atlas Brasileiro de Energia Solar, em kWh/m<sup>2</sup>. dia.

São dados estimativos da irradiação nos planos global horizontal, que se referem à energia solar recebida por superfície na posição horizontal. Tal energia incide sobre um plano inclinado e está recebe a energia solar quando está posicionada na inclinação igual à da latitude local. A captação máxima da energia solar por um sistema fotovoltaico acontece quando há equivalência entre a inclinação do plano de captação e os valores de latitude. A viabilidade considera os valores de irradiação dos dias típicos que são caracterizados pela frequência de ocorrência no mês ou estação do ano em questão.

Para embasar a aplicabilidade do um sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica, foi usado o dimensionamento do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFVCR) com escolha dos equipamentos e especificação dos inversores. O SFVCR leva em consideração o consumo de energia a partir das atividades desenvolvidas no prédio e considera que a geração de energia elétrica, a partir do sol, ocorre apenas durante o período em que há incidência dos raios solares. Também foi analisada a área de instalação dos módulos fotovoltaicos e as características técnicas dos componentes do sistema, que servem para estabelecer cenários para o desenvolvimento deste estudo.

Para este estudo, ficou evidente que a escolha do prédio destinado a receber o sistema com placas solares, oferece excelentes condições, tendo em vista sua localização. Devido à altura e inexistência de obstáculos que poderiam impedir a luz solar em determinados horários, o prédio oferece a possibilidade de instalar-se as placas no telhado e na área descoberta, sem comprometer o total potencial e sem causar perda no rendimento por sombra nas placas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Diagnóstico sobre o uso de energia elétrica, avaliando consumo e possibilidades de melhorias**

Na interpretação dos resultados e expectativas econômicas, para compor os cálculos do dimensionamento do SFVCR, foram utilizados basicamente dois dados, sendo eles o Consumo na Ponta e o Consumo Fora da Ponta, ambos em kWh. Os valores descritos se subdividem de acordo com os horários do maior e menor consumo de energia elétrica definidos pela concessionária local, sendo o de maior consumo chamado de Horário de Ponta, fixado entre às 18h e 21h, possuindo o valor do kWh mais elevado, e o Horário

Fora da Ponta, aquele de menor consumo na região. A expectativa gerada com a implantação desse novo sistema de geração de energia é de que a demanda seja suprida sem essa variação tão forte no horário, pois a fonte solar é constante e diária na maior parte do tempo. Isso traz uma constância e puxa o lado econômico consigo, conforme observado por Roedel et al. (2019).

Observou-se a necessidade de materiais para compor o sistema como cabos e conectores, módulos, inversor e estrutura de fixação. Sobre as especificações do material utilizado para compor o Sistema Fotovoltaico, foram necessários: 300 Módulos Jinko 565W, 1 Inversor Growatt 125 kW, 75 Estruturas de fixação, 40 Pares Conectores MC4, 9 Strings Box, 1.200 Cabos Solares pretos e 1.200 Cabos Solares vermelhos.

Para a execução da proposta de implantação do sistema fotovoltaico estimado, foi necessário uma equipe de 7 profissionais, trabalhando 20 dias na instalação e 180 dias totais referentes a instalação e processos realizados pela concessionária de energia local. A área que se fez necessária para colocação das placas solares era de 600 m<sup>2</sup> e, neste prédio, já existia uma área disponível de 718 m<sup>2</sup>.

Foram analisadas as contas de energia com foco no consumo para análise de gastos entre os anos de 2018 a 2020 e entre os meses de janeiro a dezembro, que englobou um período atípico oriundo da pandemia da Covid 19, evidenciando que a diminuição do fluxo de pessoas, teve influência nos valores da média histórica do local de estudo.

A Tabela 1 traz os valores, em KWh, consumidos de janeiro a dezembro entre os anos de 2018 a 2020 (médias anuais), no edifício em estudo, bem como os valores em Real.

**Tabela 1:** Tabela de Consumo Anual Médio.

|                     | <u>2018</u> | <u>2019</u> | <u>2020</u> | <u>Média Geral</u> |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| <b>Média em kWh</b> | 59.985,81   | 53.205,96   | 45.738,20   | 52.976,66          |
| <b>Média em R\$</b> | 32.033,82   | 32.368,29   | 26.148,96   | 30.183,69          |

No período da pandemia e com o distanciamento social imposto, grande maioria dos servidores esteve em trabalho remoto, chegando a alcançar 93,2% do total de trabalhadores lotados em órgão público. Por esse motivo o consumo de energia elétrica diminuiu sensivelmente em 2020 (ROCHA et al., 2021).

Segundo Pessoa (2021), no ano de 2020, foi constatado um aumento na quantidade de emissão de gás carbônico em alguns setores, como agropecuária, conforme o relatório do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), em 2021. Ao passo que, esse e outros trabalhos publicados trouxeram a informação que o setor de energia teve uma diminuição das emissões, no comércio e em Órgão Públicos, devido ao isolamento pela pandemia da COVID 19, que diminuiu o consumo de energia, mas conseqüentemente, aumentou consideravelmente a demanda de energia nas residências.

Além do dimensionamento do sistema, também foi possível fazer a análise da irradiação solar do local pelo site do CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica. Com os dados de radiação solar incidente e as coordenadas da localização foi possível realizar a simulação para que o projeto alcance as expectativas ou pelo menos se aproximasse delas. O sistema adequado estava conectado à rede pública, pois dessa maneira, quando da ausência do sol por conta das nuvens, não há irradiação solar, sendo necessário o

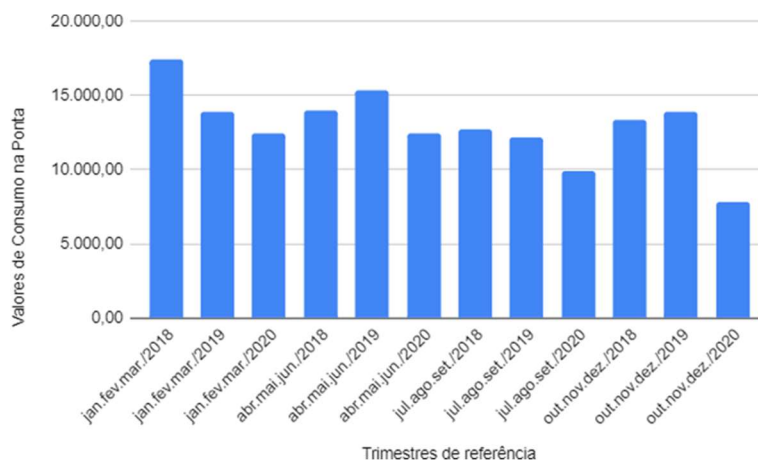
uso da eletricidade que vem diretamente da rede elétrica (RABUSKE et al., 2018).

Existem muitas pesquisas, feitas recentemente, que enfatizam a importância da análise do uso da energia solar fotovoltaica, com foco na compatibilidade dos interesses da sociedade, com visão ambiental, pelos motivos e argumentos citados por Bellelis (2018) que os impactos ambientais para a energia gerada por módulos fotovoltaicos são mínimos, onde a emissão de poluentes no processo de fabricação de células fotovoltaicas também é reduzida e bastante controlada. Isso ocorre porque a indústria tem interesse em preservar sua imagem de limpa e amigável ao meio ambiente, sendo bastante rigorosa no controle das emissões.

### Análises de investimentos e retorno do uso do sistema fotovoltaico no prédio escolhido

Analisou-se a viabilidade do projeto de duas maneiras: através do método de Payback simples e Payback abatido do valor investido. Esses métodos, por exemplo, permitem a avaliação financeira e econômica para cálculo da perspectiva de redução de recursos públicos aplicados (SOUZA JÚNIOR et al., 2019).

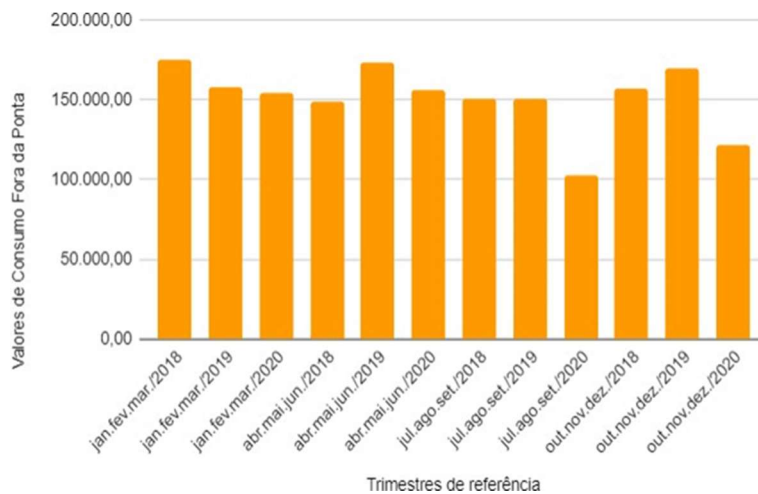
Considerados os fatores oferecidos pela localização e/ou clima da região, percebeu-se que um sistema bem dimensionado certamente resultará em bons resultados, tanto na pesquisa quanto na prática. Deve e pode ser comprovado um expressivo valor positivo no uso dos sistemas fotovoltaicos, esperando-se os resultados vantajosos deste trabalho. Nas Figuras 3 e 4, a seguir, ficou demonstrado o comparativo dos valores cobrados nos diferentes horários pela concessionária. Ou seja, no primeiro se refere ao consumo no horário das 18 às 21 horas, onde contém o horário de pico que custa mais caro, denominado de Consumo na Ponta.



**Figura 3:** Demanda Energética do Paula Baptista - Consumo na Ponta (kWh).

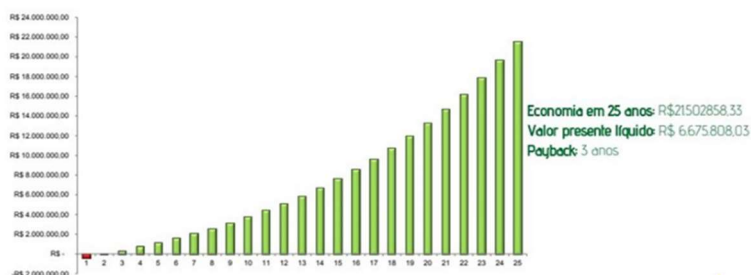
Na Figura 3 está demonstrado o conjunto de informações retiradas das faturas nos anos de 2018 a 2020, trimestralmente, onde se percebe o declínio do consumo, bem como o registro dos valores: mínimo de 2.031,56 kWh, este no último trimestre do ano de 2020, e o máximo de 6.575,87 kWh, no primeiro trimestre de 2018. Já a Figura 4, que se refere ao restante do dia, consta o chamado Consumo Fora da Ponta, no qual o preço cai, sendo que a concessionária pode cobrar com variação de acordo com a região e estação do ano.





**Figura 4** : Demanda Energética do Paula Baptista - Consumo Fora da Ponta (kWh).

Sobre a estimativa de economia, ficou demonstrado na Figura 5 que: caso o Sistema Solar Fotovoltaico conectado à rede, proposto para o prédio, seja instalado como foi indicado, resultará na estimativa de economia em 25 anos, de R\$21.502.858,33 (vinte e um milhões, quinhentos e dois mil, oitocentos e cinquenta e oito reais e trinta e três centavos).



**Figura 5**: Estimativa de economia em 25 anos.

O valor do investimento para a implementação de um sistema fotovoltaico, no edifício analisado, incluindo materiais e serviços, totaliza em R\$ 680.833,54 (seiscentos e oitenta mil, oitocentos e trinta e três reais e cinquenta e quatro centavos). O Payback (ou, em português, “retorno”) é um cálculo que permite saber quanto tempo um investimento leva para se pagar. Ou seja, a partir de que momento os lucros (ou a economia) cobrirão o valor aplicado inicialmente. Neste caso, ficou evidenciado um período de 3 anos, se for pago à vista, mas pode ser mantido o valor médio da conta mensal para este projeto (média em torno de R\$19.000,00), no caso de ser pago em 36 meses.

De acordo com o espaço disponível para implantação do sistema, o projeto elaborado detalha que esse sistema deve ter potência de 169,50 kWp com geração anual de 284.208 kWh/ano conectado à rede da concessionária de energia e se faz necessária uma área de 600 (seiscentos) metros quadrados, sendo que há a disponibilidade de 718 metros quadrados.

A escolha do edifício foi bem avaliada, na metodologia, uma vez que o local possui área propícia, tendo em vista que oferece a possibilidade de instalar-se as placas solares no telhado e no terraço, sem comprometer sua estrutura nem causar perda no rendimento por inexistência de bloqueio à luz solar nas placas.

Com relação à avaliação da possibilidade do prédio receber um sistema de microgeração de energia

que traz possíveis ganhos energéticos, econômicos e sociais ao ser implantado, devem ser realizadas, a partir da pesquisa da demanda de energia elétrica, análises periódicas, de adequação e modelo utilizado no mercado. Com o propósito de estimar qual o potencial necessário a ser instalado, e, a partir do dimensionamento de um sistema fotovoltaico possibilitando o levantamento das áreas que se mostram viáveis e adequadas ao modelo de placas fotovoltaicas conectadas à rede. Para garantir o sucesso do projeto, a investigação da demanda energética, da área para a instalação, bem como a simulação de diferentes arranjos e escolha dos materiais de placas buscam alcançar ou aproximar-se do melhor resultado possível.

## **CONCLUSÕES**

O desenvolvimento deste trabalho teve o intuito de diagnosticar a viabilidade da aplicação de sistema fotovoltaico como solução em eficiência energética. Foi vista a perspectiva financeira e econômica no cenário brasileiro, que vem sofrendo mudanças, as quais passam pelo comportamento da população em relação ao futuro, e ao consumo de energia com olhar voltado em soluções sustentáveis. Existe, no mundo todo, a preocupação em adotar métodos para melhor utilizar os recursos naturais, e essa tendência é favorável para que novas ideias sejam mais bem avaliada e adotadas.

A sugestão de implantação de sistema de energia solar por placas fotovoltaicas se mostrou economicamente vantajosa e a procura por soluções sustentáveis tem crescido consideravelmente no Brasil. Adotar um SESFV se mostrou uma das opções bem avaliadas, com ganhos econômico e ambiental, e ainda se presta ao propósito de diversificar a matriz energética, bem como a mitigação de gases como o CO<sup>2</sup>, melhorando a qualidade de vida de maneira sustentável. Gerar energia solar fotovoltaica permite a verificação da viabilidade técnica do sistema de geração, em tempo real, e mostra versatilidade, transmitindo segurança em diversos tipos de edificação ou no solo.

No presente estudo, a área subutilizada torna-se produtiva, útil e funcional. O prédio oferece local apropriado, com fácil acesso, bem localizado em relação à incidência de radiação solar, apresenta requisitos muito favoráveis para geração e utilização de energia elétrica, levando à redução direta nos custos e retorno financeiro bem atrativo. Há que se considerar o ganho ambiental, com a diminuição de incidência de gases tóxicos, ao se investir na melhor divisão de uma matriz energética mais balanceada, onde fatores como impacto ambiental seja levado em conta. Junte-se a isso a vantagem de proporcionar a redução do consumo de energia convencional e produzir energia limpa.

A tendência de crescimento da demanda, aliada à capacidade limitada de elevação de geração, reforçam a necessidade da geração distribuída de energia. O aumento da consciência socioambiental favorece a utilização de fontes renováveis. O propósito de mudar a forma como se consome energia e propiciar essa mudança é possível e extremamente benéfico, com impacto ambiental direto na qualidade de vida de todos. Conclui-se que é urgente todo esforço em busca do consumo eficiente da energia produzida. A eficiência energética é possível de ser alcançada e é de responsabilidade de todos os setores da sociedade.

## REFERÊNCIAS

BELLELI, A. A.. **Uso da Energia Solar no Semiárido Pernambucano**. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental) - Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2018.

CARDOSO, R. A. F. J.; HOFFMANN, A. S.; OLIVEIRA, B. L.; COUTINHO, A. P. S. R.. A geração distribuída e a redução de carbono na matriz elétrica Brasileira. **Revista Internacional de Ciências**, v.11, 1, p.42, 2021.

COSTA, B. F. B.; MALAGUETA, C. D.; MANHÃES, L. P. A.; COSTA, C. B. S.; THOMPSON, J. G. S. S.. Análise da Expansão da Energia Solar Fotovoltaica nas Cidades da Região dos Lagos e Norte Fluminense. **Cadernos do Desenvolvimento Fluminense**, v.20, p.52-76, 2021.

DOMINGOS, R. M. A.. **Análise comparativa do custo-benefício de medidas de eficiência e geração fotovoltaica em habitações de interesse social**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2020.

DUARTE, B. B.; TUPIASSU, L.; NOBRE, S.. O mercado de carbono na política de mitigação das mudanças climáticas - **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo, Encontro Virtual**, v.6, n.2, p.93-108, 2020

HAX, D. R.. **Influência do Comportamento do Usuário no Consumo de Energia em um Prédio de Ensino Público na Zona Bioclimática 2**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

HEIDEIER, R.; BAJAY, S. V.; JANNUZZI, G. M.; GOMES, R. D. M.; GUANAIS, L.; RIBEIRO, I.; PACCOLA, A.. Impacts of photovoltaic distributed generation and energy efficiency measures on the electricity market of three representative Brazilian distribution utilities. **Energy for Sustainable Development**, v.54, p.60-71, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.esd.2019.10.007>

LIMA, A. A.; MENEZES, P. N.; SANTOS, S.; AMORIM, B.; THOMAZI, F.; ZANELLA, F.; HEILMANN, A.; BURKARTER, E.; DARTORA, C. A.. Uma revisão dos princípios da conversão

fotovoltaica de energia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.42, n.e20190191, 2020.

LIVRAMENTO, K. A. R. B. C.; CORDEIRO, L. F. A.; SOUZA, W. S.; LIMA, W. G... Análise dos potenciais ganhos da implantação de um sistema de geração de energia fotovoltaica no fórum de Jaboatão, PE. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.6, p.411-425, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.006.0035>

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P**. MMA, 2019.

PEREIRA, M. P. H.; MENDES, R. L. F.. Análise de rendimento do sistema de bombeamento de água por energia solar fotovoltaica para irrigação de um viveiro de mudas. **Revista Vértices**, v.21, n.3, p.463-494, 2019.

PESSÔA, A. R. A.. **A importância da eficiência energética em um prédio público: pontos positivos e estratégias para melhoria contínua**. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental) - Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2021

RABUSKE, R.; FRIEDRICH, L. R.; FONTOURA, F. B. B.. **Análise da viabilidade para implantação de energia fotovoltaica com utilização para sombreamento de estacionamento**. Estudos do CEPE, 2018.

ROCHA, A. B.; CORRÊA, D.; TOSTA, J. C.; CAMPOS, R. P. F.. Teletrabalho, produção e gasto público: o que aprendemos com a covid- 19? **Revista do Serviço Público**, v.72, n.2, p.299-328, 2021.

ROEDEL, T.; MAFRA, G.. Viabilidade econômica da implantação de um sistema de energia solar fotovoltaico: estudo de caso em uma escola de idiomas, de Brusque - SC. **R. Technol. Soc.**, Curitiba, v.15, n.37, p.612-634, 2019.

SOUZA JÚNIOR, A. J.; GHILARDI, W. J.; MADRUGA, S. R.; ALVARENGA, S. M.. Energia solar em organizações militares: uma análise da viabilidade econômico-financeira. **Navus**, v.9, n.1, p.63-73, 2019.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.