

## **Viabilidade financeira para implantação de painéis fotovoltaicos em um hospital público do município de Curitiba**

### **Financial viability for the implantation of photovoltaic panels in a public hospital of the city of Curitiba**

DOI:10.34117/bjdv7n1-632

Recebimento dos originais: 22/12/2020

Aceitação para publicação: 22/01/2021

#### **Amanda Maria Gavioli**

Mestre em Planejamento e Governança Pública pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Avenida Silva jardim, N. 994, Apto. 1103, bairro Rebouças, Curitiba. CEP: 80230-000.

E-mail: gavioli@alunos.utfpr.edu.br

#### **Maristela Frederico**

Mestre em Planejamento e Governança Pública pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Rua Rio Xingu n. 1622, Bairro Alto. CEP 82840300

E-mail: maristelaadv@yahoo.com.br

#### **Victor Hugo Pereira**

Mestre em Planejamento e Governança Pública pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco B, Sala B-006 – Rebouças, Curitiba/PR  
CEP: 80230-901

E-mail: vpereira@alunos.utfpr.edu.br

#### **Alexandra Albareda**

Mestre em Planejamento e Governança Pública pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco B, Sala B-006 – Rebouças, Curitiba/PR  
CEP: 80230-901

E-mail: alexandra.albareda@gmail.com

#### **RESUMO**

O presente trabalho se propõe a verificar a viabilidade financeira para implantação de painéis fotovoltaicos em um hospital público do município de Curitiba, no estado do Paraná. Foi realizada uma revisão bibliográfica que provou não haver estudos semelhantes publicados e, por meio de uma abordagem metodológica qualitativa, utilizando a pesquisa descritiva e a pesquisa bibliográfica e a documental para coleta de dados, verificou-se que a implantação de painéis poderia suprir até 42% do consumo energético da instituição. Já, com relação à viabilidade financeira, demonstrou-se que o investimento é viável e rentável, trazendo benefícios financeiros ao órgão, além dos

benefícios ambientais, a possibilidade de sustentabilidade energética e a oportunidade de replicar o modelo para outros órgãos.

**Palavras Chave:** Viabilidade Financeira, Painéis Fotovoltaicos, Eficiência Energética, Sustentabilidade Energética.

## ABSTRACT

The present work proposes to verify the financial viability for the implantation of photovoltaic panels in a public hospital in the city of Curitiba, Paraná state. A bibliographic review was carried out which proved that there were no similar studies published and, through a qualitative methodological approach, using the descriptive research and the bibliographic and documental research for data collection, it was verified that the implantation of panels could supply up to 42% of the institution's energy consumption. As for financial viability, it was demonstrated that the investment is viable and profitable, bringing financial benefits to the agency, in addition to environmental benefits, the possibility of energy sustainability and the opportunity to replicate the model for other agencies.

**Keywords:** Financial Viability, Photovoltaic Panels, Energy Efficiency, Energy Sustainability.

## 1 INTRODUÇÃO

A questão energética no Brasil é tema de extenso debate, especialmente ao considerar o expressivo aumento da demanda, em virtude do aumento populacional, a crescente escassez dos recursos naturais e as crises de energia pelas quais o país já passou e que remontam ainda à década de 70, com a crise do petróleo que reduziu drasticamente as reservas petrolíferas e aumentou exponencialmente o valor do petróleo, passando pela crise energética nacional de 2001 sofrida pela Eletrobrás, que culminou nos famosos “apagões”, e chegando à crise do setor elétrico de 2013, quando houve intervenção estatal no preço da energia, ocasionando uma diminuição drástica do faturamento das empresas, levando-as quase à falência (GIAMBIAGI, 2011; CABRAL e VIEIRA, 2012; GIAMBIAGI, 2016).

Conforme dados apontados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia, o consumo nacional de energia elétrica no ano de 2017 foi de 465.130 Gigawatt-hora (GWh), sendo que GWh equivale a  $10^9$  Watts-hora (Wh). Comparando com o ano de 2007, houve um aumento de mais de 23% no consumo. No ranking mundial, o Brasil ocupava, em 2014, o sétimo lugar em consumo de energia a nível mundial, posição essa que lhe garantiu um outro destaque não tão favorável: 11º lugar na emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) (BRASIL, 2017).

Apesar do Brasil ser um dos dez maiores países geradores de energia elétrica, especialmente a hidrelétrica, com uma produção correspondente a 9,7% do total mundial em 2014, ocupando, assim, a 3ª posição nesse quesito (BRASIL, 2017), verifica-se a necessidade da busca por fontes de energia alternativa, sustentáveis, renováveis e economicamente viáveis, passíveis de reduzir a emissão de GEE, que são nocivos à camada de ozônio e, portanto, à natureza e aos seres vivos e, inclusive, de reduzir custos, pois as fontes não são infinitas e nem renováveis, o que, a longo prazo, pode representar a escassez de energia se não forem tomadas providências que garantam a sustentabilidade energética.

Dados apontam que o Brasil já é um dos maiores países na geração de energia por fontes alternativas, ocupando a nona posição no ranking mundial em 2014. No entanto, esse destaque se deve unicamente à energia proveniente da biomassa e à eólica, sendo a participação na produção de energia solar ínfima em relação aos demais países que já utilizam esse tipo de fonte alternativa, representando 2,4% da geração de energia no país, percentual esse que engloba, além da energia solar, a de gás de coqueria, outras secundárias, outras não renováveis e outras renováveis, ou seja, o percentual real é muito menor do que esse (BRASIL, 2017).

A produção de energia por meio da luz natural tem sido assunto de várias pesquisas mundiais, não sendo diferente no Brasil. Nesse aspecto, ganha destaque o estudo da energia proveniente dos painéis fotovoltaicos, pois é um tipo de energia renovável e que, apesar de ter um custo elevado, apresenta uma taxa de retorno que compensa o investimento, como será visto adiante.

Dessa forma, buscando ampliar as pesquisas a respeito do assunto, este trabalho apresentará a viabilidade financeira da implementação de painéis fotovoltaicos em um hospital público do município de Curitiba/PR.

Justifica-se a escolha do local em virtude dos altos custos gerados pelo consumo de energia elétrica, o que onera o serviço público, acarretando em gastos com recursos que poderiam ser destinados a outras necessidades da instituição, considerando que, tratando-se de um hospital público federal, cujo atendimento é 100% via Sistema Único de Saúde (SUS), depende de orçamentos da União para sua subsistência, os quais não sempre são suficientes para atendimento das suas demandas e, conseqüentemente, das demandas assistenciais.

Assim, este artigo está dividido em cinco seções, incluindo esta breve introdução. A segunda seção será destinada à fundamentação acerca dos painéis fotovoltaicos, assim

como os benefícios da sua utilização. A terceira seção apresentará a metodologia utilizada no trabalho. A quarta seção abordará os resultados e discussão a respeito da viabilidade financeira da implantação dos painéis fotovoltaicos no hospital analisado, sendo a quinta e última seção destinada às conclusões do trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Geller (2003), as tendências de uso e as fontes de energia atuais não são sustentáveis, uma vez que a demanda por energia é crescente e o atendimento desta é proveniente, em grande parte, de fontes não renováveis. As preocupações ambientais, o desenvolvimento social e econômico, além do aumento da competitividade de custo de fontes renováveis de energia frente a geração convencional, a volatilidade no preço do combustível fóssil, a segurança energética e políticas governamentais, têm motivado a ênfase em discussões e investimentos nesse setor (DASSI et al., 2017; MUÑOZ-VIZHÑAY; ROJAS-MONCAYO; BARRETO-CALLE, 2018).

Apesar da matriz elétrica brasileira, que compreende todo o conjunto de fontes disponíveis para geração de energia elétrica, ser majoritariamente renovável, sua base são usinas hidrelétricas, correspondendo a 68% do total. Essa característica hidráulica compromete o quesito sustentável da matriz, vez que as hidrelétricas apresentam grandes controvérsias quanto a degradação ambiental, comprometendo corpos hídricos, e desestruturação do território social e economicamente, provocando deslocamento compulsório de populações e atividades existentes e exclusão de possibilidades de múltiplos usos na área afetada (BERMANN, 2007).

Além disso, essa fonte exige grandes investimentos em infraestrutura, que quando negligenciados podem gerar situações como 2001, em que o aumento da demanda energética por condições econômicas favoráveis gerou racionamento e expôs a fragilidade do modelo de geração e distribuição centralizado, principalmente em um país de grandes dimensões (RUTHER; ZILLES, 2011). O crescimento econômico no Brasil, principalmente a partir de 1975, ocasionou um aumento do uso total de energia, acompanhado de aspectos negativos como o esgotamento de recursos naturais e sérios impactos ao meio ambiente (GELLER, 2003).

Diante desse cenário, é essencial considerar novas fontes de energia primárias menos poluentes, como a energia solar fotovoltaica, que tem sido bastante evidenciada mundialmente pelas vantagens ao meio ambiente e ao sistema elétrico (MUÑOZ-VIZHÑAY; ROJAS-MONCAYO; BARRETO-CALLE, 2018). O Brasil, como país

localizado, em sua maior parte, em região intertropical tem grande potencial para exploração da energia solar ao longo do ano (FERREIRA et al., 2018).

Tecnicamente, a energia de fonte solar é capaz de proporcionar reduções de custo ao sistema elétrico, aproximando a produção dos consumidores. Os sistemas solares fotovoltaicos diminuem as perdas por transmissão e distribuição de energia, investimentos em transmissão e distribuição e ociosidade. Também são sistemas capazes de produzir maior volume de eletricidade nos momentos de pico de demanda e possuem flexibilidade quanto ao local de implementação, permitindo, inclusive, o desenvolvimento de regiões remotas, em que o custo de eletrificação pela rede convencional é muito alto (FERREIRA et al., 2018).

O custo inicial de aquisição, instalação e para geração de energia limpa ainda é considerado alto, mas suas possibilidades e perspectivas são promissoras a médio e longo prazo, podendo ressarcir o investimento inicial em menos de um ano (DUTRA et al., 2013). O planejamento financeiro é essencial para fundamentar a viabilidade de um projeto e as análises prévias justificam o investimento e proporcionam transparência ao processo de tomada de decisão, visto que no objeto desta pesquisa os recursos seriam públicos.

Esta seção de fundamentação teórica apresenta os conceitos relevantes ao embasamento desta pesquisa. No primeiro tópico serão abordados os conceitos acerca do sistema fotovoltaico, desde seu componente principal (o painel fotovoltaico), à composição do sistema, isolado ou conectado à rede, abrangendo normativas relacionadas. Na sequência, trata-se dos referenciais atinentes à análise de viabilidade financeira.

## 2.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO

A Energia Solar Fotovoltaica é aquela obtida por meio da conversão da luz em eletricidade de maneira direta, e por isso é considerada uma fonte primária de energia (FARIAS et al., 2010). Dentre as fontes de energias renováveis, a energia solar é destaque por ser inesgotável, apresentar alto grau de confiabilidade e por reduzir custos de consumo no longo prazo (DUTRA et al., 2013).

O sistema fotovoltaico é composto por células fotovoltaicas, constituídas de material semicondutor, e protegidas, geralmente, por uma face superior de material transparente – vidro, plástico ou resina de silicone – e demais faces de material plano

metálico (DUTRA et al., 2013). A célula ou painel fotovoltaico é a unidade fundamental de conversão de energia, funcionando como um gerador por meio do efeito fotovoltaico.

O Efeito Fotovoltaico foi um fenômeno relatado em 1893 por Edmond Becquerel a respeito da diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor resultante da absorção da luz. Materiais semicondutores são aqueles em que há a presença de bandas de energia, estas que podem ser bandas de valência, em que há presença de elétrons, ou de condução, em que não há presença de elétrons (FARIAS et al., 2010).

O silício é o material mais recorrente na fabricação da célula, composto por pastilhas tipo P e tipo N, presentes e unidos na superfície do dispositivo caracterizando a junção PN. Nervuras de metal interligadas por fio caracterizam o eletrodo positivo, e uma base de metal chamada substrato colocada em contato com o silício tipo N caracteriza o eletrodo negativo (FARIAS et al., 2010).

O sistema fotovoltaico pode ter painéis conectados em série ou em paralelo, e se classificam em: isolado, híbrido e conectados à rede. Os sistemas conectados à rede são os que trabalham em paralelo a distribuidora de energia (rede pública) e são considerados mais viáveis porque necessitam de menos componentes (ROSA; GONÇALVES, 2017). A composição conectada à rede são apenas os painéis e um inversor de corrente, que transforma a corrente contínua em corrente alternada, sem a necessidade de um mecanismo de armazenamento – bateria – e um controlador de carga, presentes no sistema isolado (FARIAS et al., 2010; DUTRA et al., 2013; DASSI et al., 2017).

Os sistemas conectados à rede são regulamentados pela resolução normativa nº 482 de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que estabelece as “condições gerais para acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica” (ANEEL, 2012). Os painéis solares podem ser instalados em telhados ou quintais, captando luz e transformando em energia, que pode ser trocada por créditos em kWh na fatura de energia.

A Companhia Paranaense de Energia (COPEL), empresa brasileira do estado do Paraná que gera, transmite e distribui energia elétrica, disponibiliza o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, mediante solicitação e apresentação de Projeto Elétrico, conforme a Norma Técnica Copel NTC 905200 (COPEL, 2014), que define as condições para a conexão de microgeração e minigeração ao sistema de distribuição da COPEL.

## 2.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA

A tomada de decisão em investir é complexa e deve levar em conta diversos aspectos, em especial, a análise econômico-financeira. Por meio dela, a organização poderá avaliar as alternativas de investimento, maximizando a contribuição marginal de seus recursos e promover a riqueza líquida (ASSAF NETO, 2012). No investimento em questão, visa-se a economia em consumo de energia elétrica, sendo necessário verificar a viabilidade financeira de tal investimento.

Verificou-se em diversos trabalhos anteriores que abordam decisões de investimento e risco o uso frequente dos métodos de *Payback*, da Taxa Interna de Retorno – TIR e do Valor Presente Líquido - VPL (DASSI et al., 2015; ROSA; GONÇALVES, 2017; SANTOS; SOUZA; DALFIOR, 2017), sendo, portanto, esses os métodos adotados neste estudo.

Cumprido salientar a importância da determinação da Taxa Mínima de Atratividade - TMA, também chamada de taxa de desconto, que é a porcentagem mínima na qual o investidor quer de retorno sobre o capital investido, considerando o custo oportunidade, risco do negócio e a liquidez (ASSAF NETO, 2012). Um investimento com retorno abaixo da TMA definida é considerado inviável.

O *Payback* consiste em determinar o tempo necessário para que o montante investido seja recuperado, considerando as entradas no fluxo de caixa da organização. Para efeito deste estudo será usado o *Payback* Efetivo descontado, no qual serão considerados os lançamentos efetivos no fluxo de caixa, como também a utilização da taxa de desconto (existem juros, custo oportunidade), tornando o resultado mais realista.

A Taxa Interna de Retorno é a técnica que auxilia o gestor a decidir dentre as oportunidades de investimentos possíveis aquela que trará melhores resultados para organização. Já o Valor Presente Líquido (VPL) é a diferença entre o valor presente das entradas de caixa previstos e o valor presente do investimento (ASSAF NETO, 2012).

## 3 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos neste trabalho, adotou-se uma abordagem metodológica qualitativa, por meio de pesquisa descritiva e, para a coleta de dados, foram usadas a pesquisa bibliográfica, com base em artigos relacionados à temática proposta, e a pesquisa documental, especialmente no tocante às legislações pertinentes ao assunto.

Para realizar a compilação das informações relevantes ao estudo proposto, foi feita uma revisão integrativa nas bases de dados Science Direct e Portal de Periódicos Capes,

o que permitiu verificar que não há artigos relacionados ao assunto proposto neste trabalho. Assim, pode-se inferir que o estudo é inédito nesta temática específica.

Portanto, prova-se a necessidade de realização de pesquisas nessa área específica, por se tratar, inclusive, de saúde pública, que é um serviço essencial, provido pelo Estado, em que a diminuição de custos em determinadas rubricas pode representar o incremento de investimento em setores mais essenciais para o atendimento adequado da população.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Esta seção apresenta os resultados obtidos quanto ao dimensionamento, orçamento e análise de viabilidade financeira para implantação de um sistema de geração de energia fotovoltaica no hospital estudado. Destaca-se que o projeto aqui exposto não tem como objetivo tornar o hospital autossuficiente energeticamente, mas, sim, gerar redução de custos para a instituição, bem como incentivar a instalação de mini usinas de geração de energia renovável, dando exemplo de sustentabilidade e economia. Ressalta-se, também, que não foram avaliadas demais variáveis de viabilidade neste estudo, concentrando-se na questão financeira.

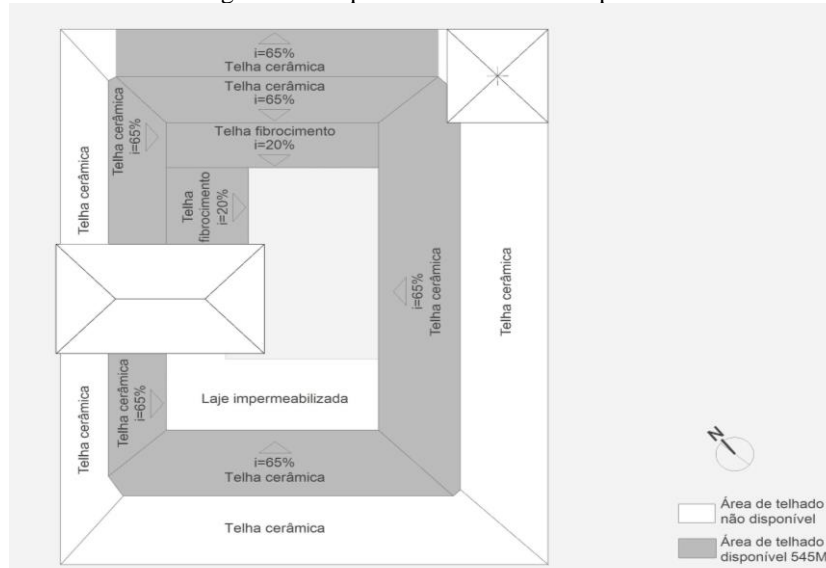
##### **4.1 DIMENSIONAMENTO E ORÇAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO**

O hospital para o qual se destina o projeto de investimento em questão está localizado no município de Curitiba/PR, e sua edificação trata-se de patrimônio da história arquitetônica e da saúde pública da cidade, classificada como Unidade de Interesse de Preservação pela Prefeitura do município.

O sistema de geração de energia aqui descrito serão placas fotovoltaicas instaladas no telhado da edificação, conectadas em série e ligadas à rede pública da Companhia Paranaense de Energia (COPEL). Por motivo do valor arquitetônico da edificação na paisagem, considerou-se a instalação das células nas águas de telhado – hachuradas na Figura 3 – que não impactam esteticamente as fachadas principais.



Figura 3: Croqui de Cobertura do hospital.



Fonte: adaptado do projeto arquitetônico fornecido pelo hospital.

A área total da edificação é 1.215 metros quadrados, sendo parte coberta com telha cerâmica, parte com telha fibrocimento e parte com laje impermeabilizada. Disponíveis para implantação dos painéis tem-se: 542m<sup>2</sup> de cobertura em telha cerâmica de inclinação 65% e 82m<sup>2</sup> de cobertura em telha fibrocimento de inclinação 20%, somando o total de 545m<sup>2</sup>. A área de laje impermeabilizada não foi considerada, visto sua dimensão reduzida e por estar localizada no primeiro pavimento e se encontra praticamente toda sombreada.

Nesta área disponível foram distribuídas placas solares da marca Canadian, bastante recomendadas para sistemas conectados à rede pública, e que possuem dimensão de 196 x 99,2 x 4 centímetros. O arranjo totalizou 240 placas, que ocupariam 480m<sup>2</sup>. O quadro 1 resume as informações técnicas do sistema. As perdas do sistema foram estimadas de acordo com a cartilha técnica das placas solares.

Quadro 1 – Resumo das informações técnicas dos componentes do sistema.

Potência de pico do Sistema	79,5kW
Marca dos módulos	Canadian
Potência dos Módulos	330 Wp
Quantidade de módulos	240
Eficiência do Módulo	17%
Marca do inversor	Fronius
Potência do inversor	25kW
Eficiência do Inversor	98,2%
Quantidade de inversores	3
Área Estimada do Sistema	480m <sup>2</sup>
Perdas estimadas	22%
Vida útil do sistema	25 anos

Fonte: elaboração própria com base nos dados da pesquisa (2018).

Tendo dimensionado o sistema compatível com a edificação, levantou-se os dados de irradiação solar, que traduzem em kWh a radiação solar para Latitude  $-25^{\circ}44'$ , referente ao endereço da instituição, que pode ser convertida em energia elétrica. Os dados representados na Tabela 1 foram obtidos pelo Atlas de Energia Solar do Estado do Paraná (TIEPOLO et al., 2017), e representam as médias em kWh/m<sup>2</sup> por dia para cada mês do ano e a média anual de irradiação solar no plano inclinado para latitude local.

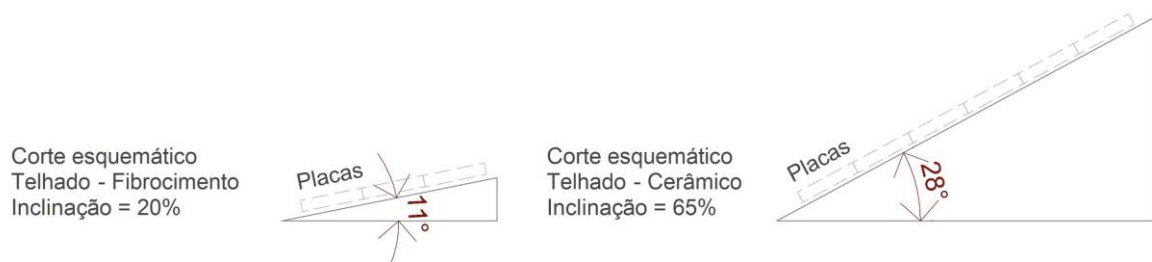
Tabela 1 – Irradiação Solar no plano inclinado na Latitude  $-25^{\circ}44'$ .

Período	Irradiação (kWh/m <sup>2</sup> .dia)
Janeiro	4.82
Fevereiro	4.93
Março	4.76
Abril	4.38
Maio	3.34
Junho	3.65
Julho	3.76
Agosto	4.72
Setembro	4.14
Outubro	4.28
Novembro	4.79
Dezembro	4.90
<b>Média Anual</b>	<b>4.42</b>

Fonte: adaptado de TIEPOLO et al., 2017.

Optou-se pelos dados do plano inclinado tendo em vista que a instalação das placas será feita no telhado da edificação, que possui inclinação próxima à latitude – como demonstra a Figura 4 -, e com grande parte do sistema voltado para o Norte, o que garante maior eficiência ao sistema.

Figura 4: Cortes esquemáticos dos telhados que receberão placas solares.



Fonte: elaborado pelos autores (2018).

De acordo com a área do sistema e a média de irradiação solar, contabilizando a eficiência de conversão e as perdas, chegou-se à uma capacidade de produção de energia de 101.507,11kW por ano. A Tabela 2 demonstra a produção por período.

Tabela 2 – Capacidade de produção de energia do Sistema Fotovoltaico.

<b>Período</b>	<b>Produção de energia (kW)</b>
Janeiro	9.510,28
Fevereiro	8.785,97
Março	9.391,90
Abril	8.363,35
Mai	6.590,11
Junho	6.969,46
Julho	7.418,81
Agosto	9.312,98
Setembro	7.905,08
Outubro	8.444,82
Novembro	9.146,22
Dezembro	9.668,13
<b>Ano</b>	<b>101.507,11</b>

Fonte: elaboração própria (2018).

Para realização do orçamento para implantação das placas foi escolhida a empresa Eletron Energia, com sede em Curitiba, por ser especialista em projetos de eficiência energética para instituições públicas. No último ano, a Eletron venceu 25% dos projetos licitados pela chamada pública realizada pela Copel para implantação de projetos de sistemas fotovoltaicos no ano de 2017 - PEE Copel VPDE 003/2017. A Tabela 3 apresenta o orçamento do investimento, realizado no mês de agosto de 2018.

Tabela 3 – Descrição e orçamento do Sistema Fotovoltaico.

<b>Componente</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Projeto Elétrico	15.500,00
Material (painéis + inversores + suportes)	287.387,00
Instalações (conexões internas ao sistema + conexão à rede)	48.500,00
<b>TOTAL DO INVESTIMENTO</b>	<b>351.387,00</b>

Fonte: orçamento realizado na empresa Eletron Energia (2018).

O orçamento apresentado mostra que, para a compra de materiais e instalação do sistema de painéis fotovoltaicos, o hospital teria um custo de R\$ 335.887,00, que somados ao valor cobrado pela empresa Eletron Energia para a realização do projeto elétrico totaliza um montante de R\$ 351.387,00.

#### 4.2 CONSUMO MENSAL DE ENERGIA

Realizou-se um recorte do período de doze meses de consumo energético do hospital, sendo mensurado o valor monetário gasto de janeiro a dezembro de 2017 e o consumo em Kilowatts (Kw). Os dados foram obtidos por meio do setor financeiro do hospital, que

forneceu prontamente os valores para esta pesquisa. Esses valores podem ser verificados na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores gastos (em R\$) com consumo de energia pelo hospital no período de janeiro a dezembro de 2017

Mês	Valor (R\$)	Consumo (Kw)
Janeiro	7.966,32	19.418
Fevereiro	7.963,65	19.651
Março	7.571,70	17.758
Abril	8.240,67	19.346
Mai	7.504,30	18.925
Junho	9.082,44	20.353
Julho	9.109,91	21.213
Agosto	9.525,29	19.561
Setembro	9.891,00	20.964
Outubro	8.764,75	17.756
Novembro	8.738,55	17.713
Dezembro	9.074,69	18.150
<b>TOTAL</b>	<b>103.433,27</b>	<b>230.778</b>

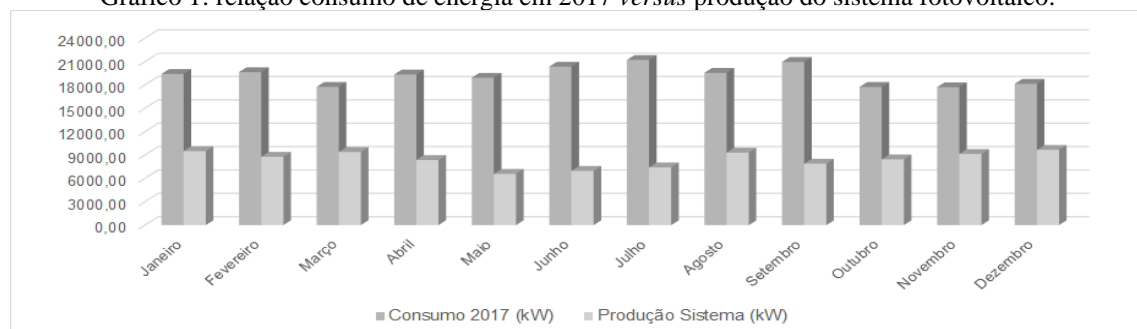
Fonte: elaboração própria (2018).

Assim, nota-se que no ano de 2017 a instituição teve um consumo de 230.778 Kw de energia elétrica, totalizando um gasto de R\$ 103.433,27. O presente trabalho busca verificar se a instalação de painéis fotovoltaicos no hospital é viável e se o projeto traria benefícios em relação ao consumo energético sustentável.

#### 4.3 RELAÇÃO PRODUÇÃO X CONSUMO DE ENERGIA

Em média, a produção de energia elétrica pelo sistema fotovoltaico dimensionado tem potencial para suprir 42% do consumo de energia elétrica total do hospital, com períodos de maior eficiência durante o verão e de menor eficiência nos meses de inverno, conforme a quantidade de insolação. No Gráfico 1, observa-se a relação de consumo de energia elétrica total e da produção de energia elétrica pelo sistema.

Gráfico 1: relação consumo de energia em 2017 versus produção do sistema fotovoltaico.



Fonte: elaboração própria (2018).

Na Tabela 5, apresenta-se as expectativas de economia e valores de fatura mediante realização do investimento, comparativamente aos valores das faturas de energia elétrica do ano de 2017. O valor do kWh considerado foi de R\$ 0,44, com embasamento nas faturas de 2017, aqui utilizadas para simulação de economia.

Tabela 5 – Valores gastos atualmente e previsão de economia com a implantação do sistema fotovoltaico.

Período	Valor gasto com consumo de energia em 2017 (R\$)	Valor potencial a ser economizado com o sistema fotovoltaico (R\$)	Novo valor potencial a ser gasto com consumo de energia (R\$)
Janeiro	7.966,32	4.203,55	3.762,77
Fevereiro	7.963,65	3.883,40	4.080,25
Março	7.571,70	4.151,22	3.420,48
Abril	8.240,67	3.696,60	4.544,07
Maio	7.504,30	2.912,83	4.591,47
Junho	9.082,44	3.080,50	6.001,94
Julho	9.109,91	3.279,11	5.830,80
Agosto	9.525,29	4.116,34	5.408,95
Setembro	9.891,00	3.494,05	6.396,95
Outubro	8.764,75	3.732,61	5.032,14
Novembro	8.738,55	4.042,63	4.695,92
Dezembro	9.074,69	4.273,31	4.801,38
<b>Ano</b>	<b>103.433,27</b>	<b>44.866,14</b>	<b>58.567,13</b>

Fonte: elaboração própria (2018).

Sendo assim, do ponto de vista de redução de consumo energético e economia financeira com as contas de luz, demonstra-se que a instalação do sistema de painéis fotovoltaicos acarretaria benefícios consideráveis para o hospital.

#### 4.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA

O planejamento financeiro para fundamentar a viabilidade de um projeto é essencial, pois é ele que determinará a os objetivos que se pretendem atingir e de que forma isso será feito. Para iniciar a análise de viabilidade, é indispensável conhecer quanto será preciso investir inicialmente no projeto, sendo que neste estudo foi apontada a necessidade de um montante inicial de R\$ 351.387,00. Em seguida, verifica-se qual é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) desejada para a decisão do investimento. Finalmente, calcula-se a viabilidade financeira do projeto por meio do *payback* descontado, taxa interna de retorno (TIR) e valor presente líquido (VPL). Os cálculos foram delimitados ao período de 25 anos, que correspondem à vida útil do sistema de painéis fotovoltaicos.

Para os cálculos de viabilidade, optou-se por utilizar uma TMA de 8% a.a., considerando a taxa de juros para financiamento de programas de Eficiência Energética

ofertado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES Finem) às entidades de direito público (BRASIL, 2018).

O cálculo do *payback* descontado, considerando uma TMA de 8% a.a., mostrou que o investimento inicial será recuperado em 13 anos. Considerando a vida útil de 25 anos do sistema, o resultado do *payback* descontado mostra-se extremamente favorável à elaboração do projeto.

A taxa interna de retorno (TIR) representa a rentabilidade do projeto expressa em termos de taxa de juros composta equivalente periódica. Ela pode ser maior do que a TMA, o que significa que o investimento é economicamente atrativo; igual à TMA, significando que o investimento está economicamente numa situação de indiferença, ou menor do que a TMA, quando o investimento não é economicamente atrativo pois seu retorno é superado pelo retorno de um investimento com o mínimo de retorno já definido.

Após os cálculos por meio de planilha Excel (função =TIR), chegou-se a um resultado positivo de 12,02% a.a., demonstrando que o investimento é economicamente atrativo.

Com relação ao Valor Presente Líquido (VPL), que é a medida obtida pela diferença entre o valor presente dos benefícios líquidos de caixa previstos para cada período do horizonte de duração do projeto e o valor presente do investimento (desembolso de caixa), os cálculos realizados por meio do programa Excel apresentaram um VPL positivo de R\$ 127.549,00 dentro do período apurado pelo *payback* descontado, o que demonstra que o investimento oferece rentabilidade, sendo passível de aceitação.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo realizado permitiu mostrar que existe viabilidade financeira para implantação de painéis fotovoltaicos no hospital avaliado. Por mais que o investimento inicial seja significativo, provou-se que ele é rentável.

Considerando a vida útil de 25 anos do sistema de painéis fotovoltaicos, ao realizar os cálculos de viabilidade usando uma TMA de 8% a.a., obtiveram-se dados animadores em relação ao *payback* descontado, mostrando que o investimento inicial é passível de recuperação em apenas 13 anos. A TIR obtida de 12,02% a.a. também mostrou que o investimento é economicamente atrativo.

Sendo o hospital avaliado um órgão público, esta pesquisa é essencial para auxiliar na elaboração de um projeto de eficiência energética passível de financiamento pela Companhia Paranaense de Energia (COPEL), o que acarretaria uma melhora na gestão

energética da instituição sem a necessidade de onerar os cofres públicos, tendo em vista que a COPEL é obrigada a financiar esse tipo de projeto em virtude da lei 9.991/2000.

A concretização do projeto traria benefícios perceptíveis a curto prazo, como o financeiro, por meio da redução no gasto com energia, e benefícios ambientais, ao utilizar uma energia renovável, garantindo a sustentabilidade energética da instituição.

Salienta-se, no entanto, que como esta pesquisa utilizou apenas uma empresa para orçar a implantação do sistema, novas pesquisas e estudos podem encontrar valores distintos. Mas isso não diminui a importância dos resultados obtidos e da possibilidade de que esta pesquisa subsidie novos projetos em diferentes órgãos interessados em melhorar sua eficiência energética.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. *Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012*. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: [http://www.lex.com.br/legis\\_23200039\\_RESOLUCAO\\_NORMATIVA\\_N\\_482\\_DE\\_17\\_DE\\_ABRIL\\_DE\\_2012.aspx](http://www.lex.com.br/legis_23200039_RESOLUCAO_NORMATIVA_N_482_DE_17_DE_ABRIL_DE_2012.aspx). Acesso em: 20/08/2018

ANEEL. *Resolução Normativa nº 556, de 18 de junho de 2013*. Aprovar os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656831/14930433/REN+556-2013+EE/39785d52-b65b-4615-bfa8-de9b0c87eeff#:~:text=Page%201-,%20AG%20C3%80%20ANCIA%20NACIONAL%20DE%20ENERGIA%20EL%20C3%89%20TRICA%20E%20%80%93%20ANEEL%20RESOLU%20C3%87%20C3%83%20NORMATIVA%20N%20C2%BA%20556,Programa%20de%20Efici%20C3%A9%20tica%20E%20%80%93%20PROPEE>. Acesso em: 22/08/2018

ASSAF NETO, Alexandre. *Finanças corporativas e valor*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

Bermann, C. *Impasses e controvérsias da hidreletricidade*. Estudos Avançados, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 139-153, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10211>. Acesso em: 24/07/2018.

BRASIL. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. BNDES Finem - Eficiência Energética. 2018. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-eficiencia-energetica>. Acesso em: 27/08/2018.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. *Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017: ano base 2016*. Ministério de Minas e Energia, 2017. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf>. Acesso em: 20/07/2018.

BRASIL. Casa Civil. *Lei 9.991 de 24 de julho de 2000*. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9991.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9991.htm). Acesso em: 27/08/2018.

COPEL. NTC 905200, de fevereiro de 2014. *Acesso de Micro e Minigeração Distribuída ao Sistema da Copel*. Curitiba, 2014. Disponível em: [http://www.copel.com/hpcopel/root/ntcarquivos.nsf/E00A539C1F08DF2003257F69004DF8BC/\\$FILE/NTC%20905200%20Acesso%20de%20Micro%20e%20Minigera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/ntcarquivos.nsf/E00A539C1F08DF2003257F69004DF8BC/$FILE/NTC%20905200%20Acesso%20de%20Micro%20e%20Minigera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa.pdf). Acesso em: 24/07/2018.

DASSI, Jonatan Antonio; ZANIN, Antonio; BAGATINI, Fabiano Marcos; TIBOLA, Ademar; BARICHELLO, Rodrigo; MOURA, Geovanne Dias de. *Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino*



Superior do Sul do Brasil. XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS. 2015, Foz do Iguaçu/PR. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3924/3925>. Acesso em: 15/07/2018.

DUTRA, José Carlos do Nascimento; BOFF, Vilmar Antônio; SILVEIRA, João Serafim Tusi da; ÁVILA, Lucas Veiga. *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. Disponível em: <http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/view/547/821>. Acesso em: 24/07/2018.

FARIAS, Leandro Alves de; PEREIRA JÚNIOR, Valter Nogueira; COSTA, Bruno Palhano da; MACEDO, Idelcário Paulino de; FARIAS, Aécio Vinícius Amorim; CAMPOS, Antonio Luiz Pereira de Siqueira. *Investigação Experimental Da Geração De Energia Elétrica Solar Fotovoltáica*. Revista HOLOS, vol. 3, 2010, pp. 82-90. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=481549221008>. Acesso em: 22/07/2018.

FERREIRA, Agmar; KUHN, Sheila S.; FAGNANI, Kátia C.; SOUZA, Tiago A. de; TONEZER, Camila; SANTOS, Geocris Rodrigues dos; COIMBRA-ARAÚJO, Carlos H. *Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in brazil*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, n. 81, p. 181-191, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032117310389>. Acesso em: 22/07/2018.

GELLER, H. S. *Revolução Energética: Políticas para um futuro sustentável*. Rio de Janeiro: Relume Dumará: USAid, 2003.

MUÑOZ-VIZHÑAY, Jorge Patricio; ROJAS-MONCAYO, Marco Vinicio; BARRETO-CALLE, Carlos Raúl. *Incentivo a La Generación Distribuida En El Ecuador*. Revista de Ciencia y Tecnología, núm. 19, 2018 Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Disponível em: <http://www.redalyc.org/jatsRepo/5055/505554803006/index.html>. Acesso em: 22/07/2018.

ROSA, G. R.; GONÇALVES, I.A. *Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira da Implantação de um Sistema Fotovoltaico conectado à rede convencional de energia: Estudo de Caso no Centro Administrativo de uma Prefeitura Municipal Em SC*. X CONGRESSO DE ADMINISTRAÇÃO, SOCIEDADE E INOVAÇÃO. 2017, Petrópolis/RJ.

RÜTHER, R.; ZILLES, R. *Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil*. Energy Policy, n. 39, v. 3, p. 1027-30, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510009213>. Acesso em: 23/07/2018.

SANTOS, Fabricio Almeida; SOUZA, Carlos Alberto de; DALFIOR, Vanda Aparecida Oliveira. *ENERGIA SOLAR: um estudo sobre a viabilidade econômica de instalação do sistema fotovoltaico em uma residência em Ipatinga-MG*. XIII SIMPÓSIO DE

EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. 2016, Resende/RJ. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/862456.pdf>. Acesso em: 20/07/2018.

TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, E. B.; URBANETZ JR, J.; PEREIRA, S. V.; GONCALVES, A. R.; LIMA, F. J. L.; COSTA, R. S., ALVES, A. R. *Atlas de energia Solar do Estado do Paraná*. 1ª Edição. Curitiba: UTFPR, 2017.