

VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO EM INDÚSTRIAS DE BRAGANÇA PAULISTA.

TEIXEIRA, Raphael A.¹

JUNIOR, Heron P.F.²

FAESARELLA, Annete S.³

Universidade São Francisco

raphael.anjos@mail@usf.edu.br; heron.junior@mail.usf.edu.br

¹Raphael dos Anjos Teixeira, Aluno do Curso de Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco; Campus de Bragança Paulista - SP;

²Heron de Paulo Ferreira Junior, Curso de Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco; Campus de Bragança Paulista - SP.

³Orientadora Professora Dra. Annete Silva Faesarella, Curso de Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco; Campus de Bragança Paulista - SP.

Resumo: Este estudo avaliou o potencial de utilização de diferentes fontes de energia renováveis em indústrias, com foco na região de Bragança Paulista. Além disso, analisou-se a viabilidade técnica e econômica dessas fontes, bem como seus impactos ambientais e sociais. Para tanto, foram identificadas as principais fontes de energia renováveis que são utilizadas nas indústrias, analisando-se o potencial de geração de energia renovável na região de Bragança Paulista e comparados os custos e benefícios das diferentes fontes de energia renovável. O estudo forneceu informações relevantes para que as indústrias da região possam tomar decisões sustentáveis em relação à utilização de fontes de energia renovável, considerando os aspectos econômicos, ambientais e sociais. A pesquisa pode contribuir para a redução dos custos com energia elétrica e para o aumento da eficiência energética, promovendo uma maior competitividade no mercado.

Palavras Chaves: energia renovável, indústrias, viabilidade técnica, viabilidade econômica, impactos ambientais, Bragança Paulista, eficiência energética, competitividade.

Introdução.

No mundo contemporâneo, enfrenta-se desafios críticos relacionados ao uso de energia e ao impacto ambiental. O crescimento constante da população global, o desenvolvimento industrial e a crescente urbanização estão gerando uma demanda sem precedentes por energia. Paralelamente, às preocupações com as mudanças climáticas, a poluição atmosférica e a escassez de recursos naturais têm aumentado significativamente (IPCC, 2018).

Em resposta a esses desafios, as energias renováveis têm emergido como uma solução viável e essencial para atender às necessidades energéticas da sociedade e moderna enquanto se reduzem os impactos ambientais (Jacobson, 2017). Dentre essas fontes de energia limpa, a energia solar fotovoltaica se destaca como uma opção promissora e eficaz. A transformação da luz solar diretamente em eletricidade por meio de painéis fotovoltaicos oferece uma fonte de energia abundante, sustentável e de baixo impacto ambiental (REN21, 2020).

À medida que a tecnologia solar fotovoltaica avança e se torna mais acessível, surge uma oportunidade única para empresas, indústrias e comunidades adotarem sistemas de geração de energia solar. Esse movimento não apenas contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, mas também oferece benefícios econômicos substanciais e aprimora a resiliência energética (Jacobson, 2017).

Neste cenário, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) se concentra na análise da

viabilidade da implantação de sistemas fotovoltaicos em indústrias, com foco especificamente na região de Bragança Paulista. O objetivo principal deste estudo é conduzir uma avaliação abrangente que englobe aspectos técnicos, econômicos e ambientais relacionados à adoção de energia solar fotovoltaica por empresas industriais locais.

Ao longo deste TCC, explora-se os principais desafios e oportunidades associados à implementação de sistemas fotovoltaicos em indústrias, bem como as implicações práticas dessa transição. Além disso, analisa-se os benefícios tangíveis, como a redução dos custos com energia elétrica e o aumento da eficiência energética, que podem ser obtidos ao adotar práticas sustentáveis e investir em energia solar.

A capacidade de abraçar soluções energéticas mais limpas e sustentáveis não apenas contribuirá para a mitigação das mudanças climáticas e a preservação de recursos naturais, mas também posicionará as indústrias locais na vanguarda da inovação e competitividade global.

ENERGIA SOLAR E SUAS VANTAGENS

A evolução da humanidade tem sido acompanhada pelo uso de fontes de energia renovável, enquanto a queima de combustíveis fósseis causa impactos ambientais significativos, incluindo o efeito estufa, derretimento das calotas polares e poluição do ar, mares e rios. Além disso, recursos fósseis são finitos. Para preservar o meio ambiente, é crucial adotar fontes de energia limpa, minimizando o impacto. Uma solução é a energia solar, que utiliza células fotovoltaicas feitas de silício, um material abundante no planeta. Este artigo analisa como as placas fotovoltaicas contribuem para a sustentabilidade como fonte de energia renovável, ampliando o conhecimento sobre o tema e divulgando informações relacionadas a essa forma de geração de energia, que pode ser aplicada em residências e na indústria.

O consumo de energia vem aumentando muito nos últimos anos, principalmente por conta do uso intensivo nas indústrias e também pelo aumento do padrão de vida. Nesse cenário, a matriz energética brasileira é bem diversificada e conta com importante uso de fontes renováveis, apesar de não ser a principal fonte de energia é evidente que a cada dia que passa se torna mais relevante o quanto o fator renovável é de uma importância absurda, já que no contexto atual em que vivemos as mudanças climáticas se tornaram uma ameaça global. O relatório do IPCC de 2018 destaca a importância da energia solar como uma solução eficaz para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e promover a sustentabilidade energética.

Ponto importante para destacar, sabendo que, para ter uma eficácia na produção de energia fotovoltaica, são os níveis de irradiação durante o ano, é que o Brasil possui uma vantagem com relação a energia solar, pois está localizado em uma zona intertropical e registra altos índices de irradiação solar durante o ano todo, não só isso como também é um dos países que mais produz silício do mundo, material usado para confecção de placas solares, o país é um dos que tem as fontes energéticas mais limpas, com isso o sistema vem para completar a geração de consumo diminuindo as perdas com transmissão, no caso a redução de perdas nas linhas de transmissão e a cogeração fora o contexto econômico que também é considerado para a inserção de tais tecnologias.

Material e Métodos

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DOS MÓDULOS

A célula fotovoltaica é um dispositivo gerador de eletricidade com características distintas que a diferenciam das fontes tradicionais de energia. O efeito fotovoltaico ocorre quando a

célula é exposta à radiação solar, e a exploração desse efeito é realizada por meio do campo elétrico da junção p-n e de um circuito elétrico externo. Se a célula não estiver conectada a nenhuma carga, ela gera uma tensão conhecida como tensão de circuito aberto (V_{oc}). Quando conectada a uma carga, uma corrente flui no circuito formado entre a célula e a carga (ZILLES, 2012).

Dessa forma, é possível representar a célula com base em seus parâmetros elétricos de saída (corrente e tensão), que variam de acordo com fatores como a temperatura da célula e a irradiância incidente.

Os principais atributos de um módulo fotovoltaico incluem a potência nominal, tensão e corrente. A potência do módulo é expressa em Watts-pico (Wp) e é determinada nas Condições Padrão de Teste (STC, Standard Test Conditions). Essas condições de teste padrão são definidas para uma irradiância de 1000 W/m^2 , temperatura da célula de 25°C e uma massa de ar $AM = 1,5$. A potência máxima é alcançada quando a corrente de máxima potência (I_{mp}) e a tensão de máxima potência (V_{mp}) são obtidas.

Outros parâmetros relevantes incluem a corrente de curto-circuito (I_{sc}), que é a corrente medida quando o módulo está em curto-circuito, e a tensão de circuito aberto (V_{oc}), que é a tensão medida na saída do módulo sem carga.

A modelagem matemática dos módulos fotovoltaicos é obtida por meio do modelo de células individuais. A célula fotovoltaica ideal é uma fonte de corrente variável, na qual a corrente fotogerada (I_L) varia de acordo com a irradiância incidente no plano da célula e, com menor influência, da temperatura do dispositivo. Usando a lei de Kirchhoff, é possível obter a equação correspondente (Equação 1).

$$I = I_L - I_D \quad (1)$$

A corrente elétrica que circula através de um diodo (I_D), em função da tensão é representada pela equação 2.

$$I_D = I_0 \cdot \left[e^{\left(\frac{e \cdot V}{m \cdot k \cdot T_c}\right)} - 1 \right] \quad (2)$$

I_0 – corrente de saturação reversa do diodo no escuro [A];

V – Tensão aplicada aos terminais do diodo [V];

e – Carga do elétron [C];

m – Fator de idealidade do diodo (entre 1 e 2 para o silício monocristalino);

k – constante de Boltzmann [J/K];

T_c – temperatura de operação da célula fotovoltaica [$^\circ\text{C}$].

Dessa forma, a equação (1) pode ser reescrita conforme 3.

$$I = I_L - I_0 \left[e^{\left(\frac{e \cdot V}{m \cdot k \cdot T_c}\right)} - 1 \right] \quad (3)$$

Observa-se que, na situação de curto-circuito, quando a tensão (V) é igual a zero, a corrente do dispositivo corresponde à corrente gerada pela luz incidente (I_L). Em contrapartida, na situação de circuito aberto, quando a corrente (I) é igual a zero, a tensão pode ser calculada usando a equação 4.

$$V_{oc} = \frac{m \cdot k \cdot T_c}{e} \ln \left(1 + \frac{I_L}{I_0} \right) \quad (4)$$

O circuito equivalente ideal, apresentado na Eq. (4), não leva em conta as perdas resistivas na conversão fotovoltaica e na transmissão da corrente gerada. Para representar uma célula real, um circuito mais complexo inclui resistências em série (R_s) e em paralelo (R_p), considerando as perdas internas. Esse circuito equivalente também se aplica a módulos fotovoltaicos, onde R_s aborda perdas ôhmicas e R_p lida com correntes parasitas devido a irregularidades ou impurezas no material, abaixo é apresentado o circuito equivalente de uma célula fotovoltaica.

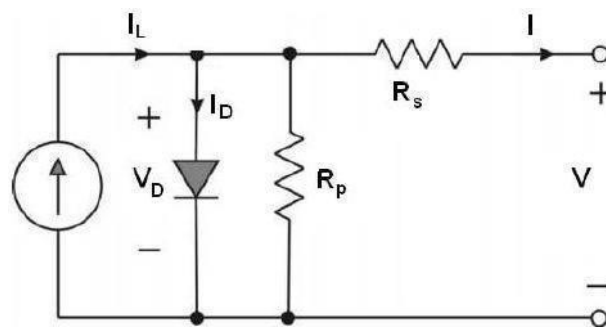


Figura 1 – Circuito equivalente de uma célula fotovoltaica (Fonte: CRUZ, 2009)

Analisando novamente, para analisar o circuito equivalente real, se tem a equação 5.

$$I = I_L - I_D - I_P \quad (5)$$

As correntes de fuga são representadas pela parcela I_p . Desta forma, a equação 5 é escrita como mostrado na equação 6:

$$I = I_L - I_0 \left[e^{\left(\frac{e \cdot V_D}{m \cdot k \cdot T_c} \right)} - 1 \right] - \frac{V + I \cdot R_s}{R_p} \quad (6)$$

Os módulos com células apenas conectadas em série, inclui-se o termo N_s , resultando na equação 7.

$$I = I_L - I_0 \left[e^{\left(\frac{e(V + I \cdot R_s)}{N_s \cdot m \cdot k \cdot T_c} \right)} - 1 \right] - \frac{V + I \cdot R_s}{R_p} \quad (7)$$

A curva característica (I-V) do módulo fotovoltaico representa a relação entre a corrente e a tensão, influenciada pela irradiância. Os pontos de tensão de circuito aberto (V_{oc}) e corrente de curto-circuito (I_{sc}) são fundamentais. A área útil da curva situa-se entre esses pontos, onde a geração de energia é nula. Isso fornece os principais parâmetros de qualidade, como I_{sc} , V_{oc} , V_{mp} , I_{mp} e P_{mp} (ABINEE, 2012; ZILLES, 2012). V_{oc} representa a tensão sem carga entre os terminais, variando de 0,5 V a 0,7 V para silício monocristalino e 0,6 V a 0,9 V para silício amorfo. I_{sc} mede o fluxo de corrente em curto-circuito. P_{mp} é o ponto da curva (I_{mp} , V_{mp}) que atinge a máxima transferência de potência, localizado no "joelho" da curva I-V (Figura 2).

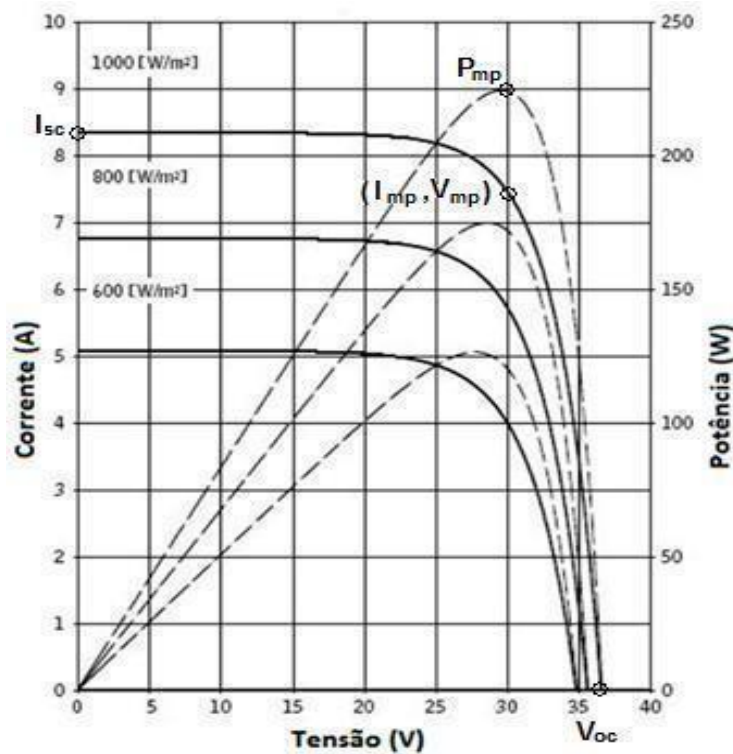


Figura 2 – Curva característica de módulo fotovoltaico para diferentes valores de irradiância. (Fonte: ABINEE (2012)).

A máxima transferência de potência ocorre no "joelho" da curva, onde uma combinação específica de corrente e tensão é multiplicada ponto a ponto para determinar os valores típicos conhecidos como I_{mp} e V_{mp} . Esses valores podem ser estimados com base nas equações 8 e 9, utilizando I_{sc} e V_{oc} como referência (GOETZBERGER; HOFFMANN, 2005).

$$V_{mp} \approx (0,75 - 0,90)V_{oc} \quad (8)$$

$$I_{mp} \approx (0,85 - 0,95)I_{sc} \quad (9)$$

V é percorrida em relação à potência, conforme ilustrado na Figura 3.

O fator de forma (FF), também conhecido como "full factor," é uma medida que indica a quão próxima a curva característica de um dispositivo fotovoltaico está do ideal, representado pelo retângulo com vértices em I_{sc} e V_{oc} . O FF é influenciado pelas características da célula, como dopagem, tipo de semicondutor e conexão. Quanto melhor a qualidade das células no módulo, mais próxima a curva I-V será de um retângulo. O FF pode ser calculado como a razão entre as áreas dos retângulos A e B, como mostrado na Figura 3. Matematicamente, o fator de forma (FF) é definido pela Equação 10.

$$FF = \frac{I_{mp} \cdot V_{mp}}{I_{sc} \cdot V_{oc}} \quad (10)$$

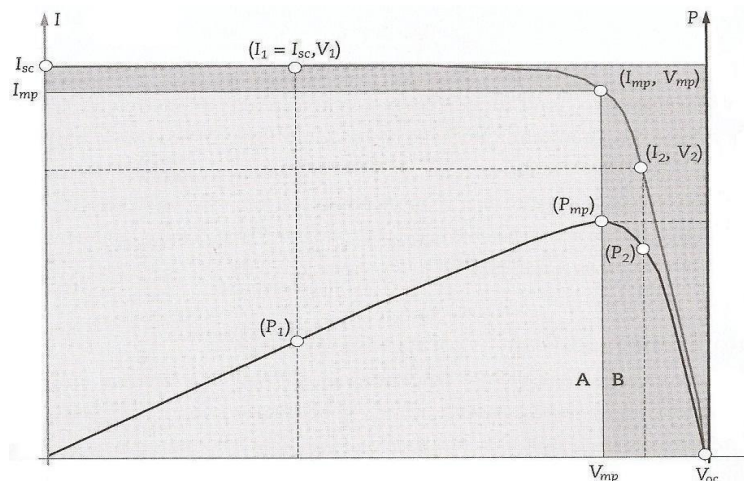


Figura 3 – Fator de forma: definição (Fonte: ZILLES, 2012)

CONSIDERAÇÕES GEOGRÁFICAS E CLIMÁTICAS

Segundo o site www.braganca.sp.gov.br, Bragança Paulista está situada em uma região montanhosa, na Serra da Mantiqueira, região sudeste do estado de São Paulo, perto da fronteira com Minas Gerais, possui excelente clima, comparável aos melhores do mundo, com temperaturas amenas. Não há secas prolongadas ou poluição atmosférica. É rica em fauna e flora, com matas preservadas.

O clima de montanha deu a Bragança Paulista a condição de estância climática desde 1964.

A cidade está a apenas 89 quilômetros da capital São Paulo e sua população, conforme estimativas do IBGE de 2021, era de 172.346 habitantes.

Em Bragança Paulista, o verão é longo, morno, abafado, com precipitação e de céu quase encoberto; o inverno é curto, ameno e de céu quase sem nuvens. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 12 °C a 28 °C e raramente é inferior a 8 °C ou superior a 32 °C.

A duração do dia em Bragança Paulista varia ao longo do ano. Em 2023, o dia mais curto é 21 de junho, com 10 horas e 43 minutos de luz solar. O dia mais longo é 22 de dezembro, com 13 horas e 33 minutos de luz solar. Estes dados são apresentados na figura 4.

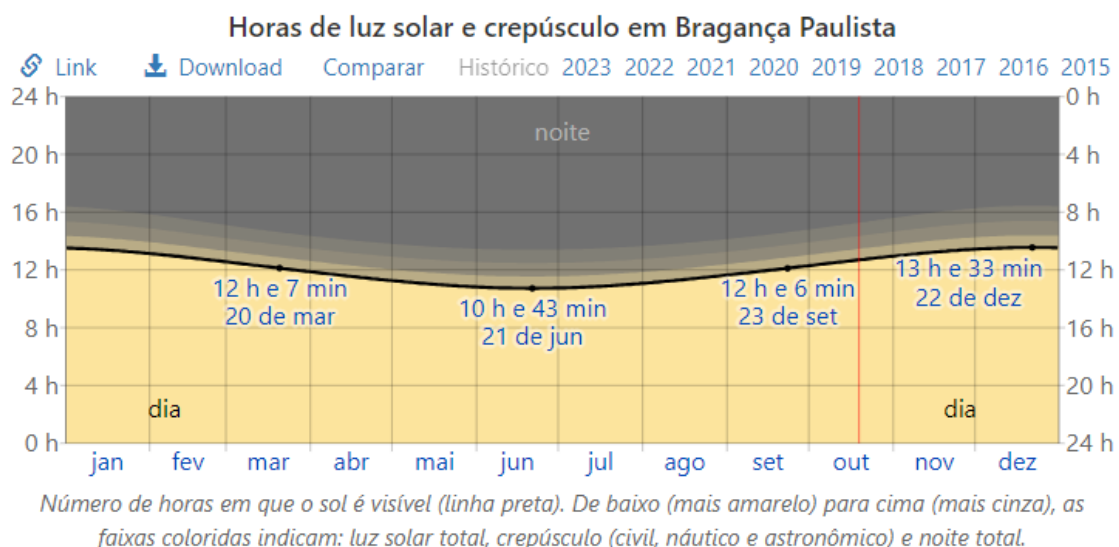


Figura 4 - Horas de Luz Solar e crepúsculo em Bragança Paulista (Fonte:weatherspark.com, 2023)

CLASSIFICAÇÃO DE UMA USINA FOTOVOLTAICA

Conforme a Resolução 482 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), a partir de 2012, a compensação na rede, também conhecida como geração distribuída *on-grid*, foi regulamentado a micro e minigeração de energia renovável no Brasil. Esse sistema foi criado para promover a geração própria de energia no país e é caracterizado pela instalação de geradores de pequeno porte, cuja energia gerada é compensada como crédito nas faturas de eletricidade.

As fontes de geração distribuída geralmente estão localizadas próximas aos centros de consumo de energia elétrica, o que reduz as perdas na distribuição. De acordo com os termos dos incisos IX e XIII e do Parágrafo Único do art. 1º da Lei nº 14.300/2022, existem dois principais tipos de geração distribuída: microgeração (até 75 kW) e minigeração (mais de 75 kW até 5000 kW)

Esses sistemas são conectados à rede elétrica da concessionária de energia. Quando há energia excedente, ela é enviada de volta à rede e redirecionada para unidades consumidoras que necessitam dela. Uma característica interessante desse sistema é a flexibilidade na forma de geração de energia, permitindo a geração de energia no próprio local, compensar a geração em outro local com a mesma titularidade, formar cooperativas ou consórcios para gerar energia em conjunto ou unir-se a seu condomínio para geração de energia compartilhada

Essa abordagem proporciona aos consumidores uma maneira versátil de aproveitar fontes de energia renovável e economizar nas contas de eletricidade. A figura 5 apresenta a disposição de placas solares sobre um telhado para geração de energia residencial.



Figura 5 - Disposição de placas solares sobre o telhado de uma residência. (Fonte: Site Energeasysolar, 2023)

Os sistemas fotovoltaicos *off grid* estão ganhando popularidade globalmente devido à sua simplicidade na conversão da luz solar em eletricidade. Esses sistemas encontram aplicação em setores industriais, comerciais e residenciais. O sistema *off grid* é caracterizado por não estar conectado à rede elétrica da concessionária e, em vez disso, opera de forma autônoma com o uso de baterias. Ele é composto por três componentes principais:

Gerador: Isso inclui módulos solares, cabos e suportes que coletam a energia solar.

Condicionador de Potência: Este bloco envolve inversores e controladores que convertem a energia coletada em uma forma utilizável.

Armazenamento: as baterias desempenham um papel fundamental no sistema, armazenando o excedente de energia para uso posterior.

O funcionamento do sistema *off grid* é semelhante ao sistema *on grid*, no entanto, a principal diferença está na gestão do excedente de energia. Em vez de enviar o excedente de volta à rede elétrica, ele é armazenado no próprio sistema.

Antes de realizar a instalação de um sistema *off grid*, é crucial planejar o uso esperado, considerar as condições climáticas locais e avaliar questões técnicas. Isso garante que a qualidade da energia produzida atenda às necessidades e expectativas, especialmente em locais

onde o fornecimento de energia tradicional pode ser limitado. A figura 6 mostra a composição e o fluxo da energia consumida em um sistema *off grid*.

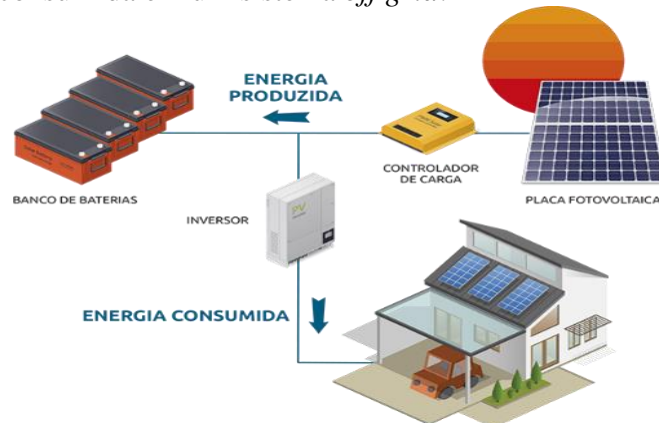


Figura 6 - Exemplo de um sistema *off grid*. (Fonte: Site Energeasysolar, 2023)

A usina fotovoltaica de geração centralizada é uma extensão de terra coberta com módulos fotovoltaicos, resultando em uma vasta área dedicada à geração de energia solar. Ao contrário dos sistemas solares instalados em residências e indústrias, essas usinas são projetadas para fornecer energia em alta tensão para comercialização, ao invés de focar no autoconsumo.

O processo envolve a conversão da energia solar fotovoltaica em eletricidade que é vendida a consumidores ou distribuidoras por meio do mercado livre de energia ou leilões. Além disso, os módulos solares podem ser montados de forma fixa no solo ou projetados para seguir o movimento do sol, otimizando a captação de energia ao longo do dia.

As usinas solares de geração centralizada representam uma alternativa ao sistema de produção de eletricidade centralizado convencional. No entanto, também existem usinas de menor porte, com capacidade de até 5mW, que se enquadram na categoria de geração distribuída e podem compensar a energia gerada por meio de cooperativas ou consórcios. Essa diversidade de abordagens torna a energia solar fotovoltaica uma opção flexível e escalável para atender às necessidades de diferentes tipos de consumidores e projetos. A figura 7 apresenta um exemplo de uma fazenda fotovoltaica



Figura 7 - Fazenda fotovoltaica (Fonte: Site Energeasysolar, 2023)

TERRENO NECESSÁRIO PARA UMA USINA DE 10mW

O site focado em energia fotovoltaica Mayaenergy (<https://mayaenergy.com.br>) informa que em média, a quantidade de painéis solares se define pela potência individual de

500 W. (Potência média comercial mais utilizada), desta forma, para uma fazenda de 1 mW, hipoteticamente, serão necessários cerca de 2 mil painéis solares. E a área de ocupação vai girar em torno de 1 hectare.

Desta forma, este estudo de viabilidade tem como premissa uma usina solar na região de Bragança Paulista com potência instalada de 10mW, portanto, a área necessária para construção desta usina seria de 10 hectares, ou, 100.000m²

Porém, precisa-se levar em consideração, a radiação solar média da região de Bragança Paulista, que conforme apresentado na tabela 1, tem uma média de 4, 5kWh/m².dia, ou seja, levando em consideração que uma placa solar tem as dimensões de aproximadamente 2,56m², cada placa solar instalada seria capaz de produzir em média 10kWh.dia, ou seja, dissipará uma potência média de 416Wh, desta forma, para se ter a geração de 10mWh, seriam necessários cerca de 24000 painéis solares ligados em série.

A figura 8 apresenta os dados técnicos de uma placa solar com capacidade de dissipação de potência de 530W, a qual será usada neste projeto:

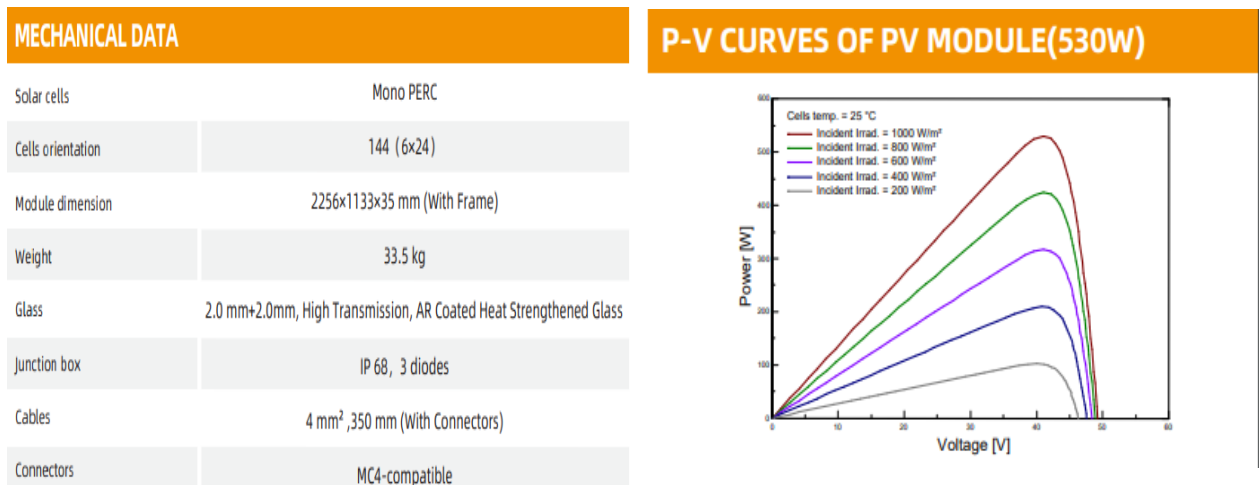


Figura 8 – Datasheet placa solar 530W (Fonte: Bluesun do Brasil, 2022)

A localização está levando em consideração a proximidade com as linhas de transmissão para reduzir o custo de conexão com o SEP, somado às questões logísticas e de acessibilidade, desta forma, foi escolhido o terreno da Fazenda Rio das Pedras em Bragança Paulista, visando atender as premissas iniciais. A figura 9 apresenta um mapa de localização geográfica do terreno necessário com as medições georreferenciadas.



Figura 9 - Mapa de localização (Fonte: Site Google Maps,2023)

Este terreno também se mostra favorável quando é verificado a viabilidade de conexão ao SIN, tendo em vista a sua proximidade com a linha de 345kV Atibaia II/ Poços de Caldas. A figura 10 apresenta a localização da referida linha.

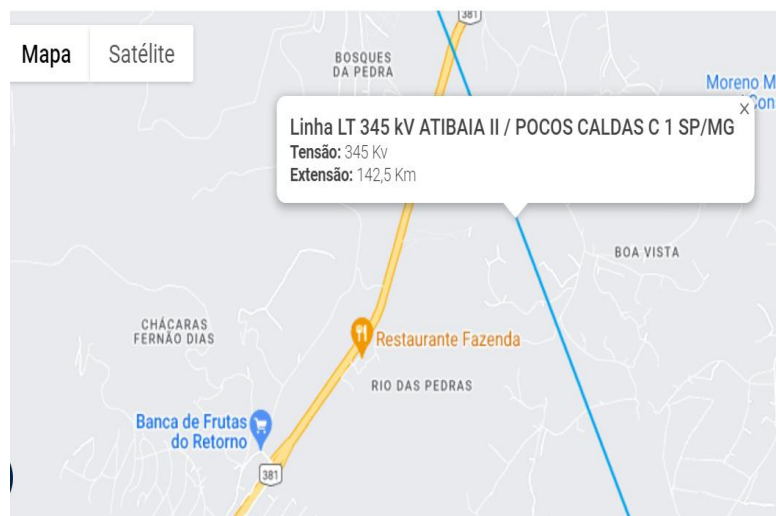


Figura 10- Mapa localização Linha de Transmissão 345kV (Fonte: Empresa de Pesquisa energética, 2023)

NORMAS E REGULAMENTAÇÕES RELEVANTES

As normas e regulamentações relevantes que orientam a qualidade e segurança dos sistemas de energia solar fotovoltaica são fundamentais para garantir sua eficiência. Essas diretrizes incluem:

A Norma ABNT NBR 5410:2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão é amplamente reconhecida pelos profissionais do setor de instalações elétricas e estabelece critérios para instalações de baixa tensão. Embora tenha sido criada em 2004, a tecnologia de energia solar estava em estágio inicial no Brasil na época. Em 2018, a norma ABNT NBR 16690 foi lançada

como um complemento à NBR 5410, estabelecendo requisitos específicos para projetos de energia solar fotovoltaica.

A Norma ABNT NBR 16690:2019 - Instalações Elétricas de Arranjos Fotovoltaicos - define os requisitos de projeto para sistemas fotovoltaicos, abrangendo todas as partes do arranjo até os dispositivos de armazenamento de energia, unidades de condicionamento de potência e cargas.

A Norma ABNT NBR 16274:2014 - Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede - apresenta os requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho.

A ABNT NBR 16274 se concentra na documentação pós-instalação, requisitos de inspeção e avaliação de desempenho para sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Esta norma tem como objetivo garantir a qualidade dos sistemas instalados.

A ABNT NBR 5419-1:2015 - Proteção Contra Descargas Atmosféricas: cita que instalações fotovoltaicas podem ser vulneráveis a surtos de tensão na rede e descargas atmosféricas. Portanto, esta norma fornece diretrizes para proteção contra descargas atmosféricas em sistemas fotovoltaicos.

A norma Regulamentadora NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, emitida pelo Ministério do Trabalho, visa aumentar a segurança em instalações e serviços elétricos. Profissionais envolvidos na instalação, comissionamento e projeto de sistemas fotovoltaicos devem seguir os requisitos especificados nesta norma.

A norma NR-35 - Trabalho em Altura: Assim como a NR-10 aborda a segurança em instalações elétricas, a NR-35 regulamenta o trabalho em altura. É importante que os trabalhadores envolvidos em instalações em locais elevados, como em sistemas fotovoltaicos, sejam treinados de acordo com essa norma para garantir a segurança no trabalho.

Essas normas e regulamentações desempenham um papel crítico na promoção da segurança e na garantia de que os sistemas de energia solar fotovoltaica sejam instalados e operados de maneira eficaz e confiável. Elas estabelecem diretrizes técnicas, de segurança e de qualidade que contribuem para o desenvolvimento sustentável da energia solar no Brasil.

ANÁLISE DO INVESTIMENTO E A VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA

"A viabilidade econômica repousa na convicção de tomar a decisão certa ao investir. Isso deve derivar da análise minuciosa das entradas e saídas de recursos relacionados ao financiamento do empreendimento, resultando em um ganho" (BEZERRA DA SILVA, 1995 apud GRANJA, 2018, p. 34). "A análise financeira, por outro lado, procura explorar o retorno sobre os investimentos, levando em consideração os custos e benefícios avaliados a preços de mercado. Essa análise financeira de um empreendimento estima o impacto que sua execução terá na situação presente da empresa e no cenário de mercado." (FONTENELE; VASCONCELOS, 2006 apud GRANJA, 2018, p. 34). Ross (2002) enfatiza que um investimento é vantajoso quando proporciona ganhos financeiros para o investidor e quando a lucratividade supera o valor investido.

O retorno do capital investido está intrinsecamente ligado ao nível de risco envolvido; o risco é concebido como uma métrica volátil das incertezas em torno dos resultados a serem alcançados. Os autores também observam que o risco está diretamente associado à incerteza inerente a qualquer empreendimento, e a partir dessa premissa, decisões bem fundamentadas podem ser tomadas para assegurar o crescimento da empresa (GROPPELLI, NIKBAKHT, 2012 apud POSSETI 2019, p. 41).

O ganho proveniente do investimento é intrinsecamente vinculado à incerteza associada, enfatizando-a como uma avaliação instável das variabilidades que cercam os desfechos a serem

alcançados. Conforme afirmado pelos estudiosos, essa instabilidade está diretamente relacionada à falta de certeza em torno de um investimento, e com base nessa premissa, tomar decisões perspicazes é essencial para assegurar o desenvolvimento da empresa (GROPPELLI, NIKBAKHT, 2012 citados em POSSETI 2019, p. 41).

Conforme Neto (2012), os métodos de avaliação de investimento podem ser divididos em duas categorias principais: aqueles que não levam em consideração a temporalidade do dinheiro e aqueles que abordam essa avaliação por meio da técnica de fluxo de caixa descontado. O autor enfatiza que devido à maior precisão conceitual e à sua relevância para decisões de longo prazo, dá-se preferência aos métodos que se encaixam no segundo grupo. De fato, a avaliação de um ativo é determinada pelos benefícios futuros projetados em termos de fluxo de caixa, trazidos ao valor presente mediante uma taxa de desconto que incorpora o risco associado à decisão. No entanto, é comum abrir uma exceção para o método do período de retorno do investimento (payback), o qual, apesar de formalmente pertencer ao primeiro grupo, desempenha um papel significativo nas decisões e pode até ser calculado em termos de valor presente (NETO, 2012, p. 358).

De acordo com Neto (2016), o payback descontado é um método que evidencia o período necessário para recuperar um investimento inicial. Este método de análise leva em conta o valor do dinheiro no tempo e emprega uma taxa de desconto para determinar o número preciso de períodos nos quais um projeto recupera seu investimento inicial. Normalmente, a taxa de desconto utilizada é uma taxa mínima de atratividade, definida pelo próprio investidor como um parâmetro para a remuneração de seu capital. Grandes empresas fazem uso desse método para avaliar projetos de menor relevância, enquanto pequenas empresas o aplicam em seus projetos de maior envergadura. Através dessa análise, é possível perceber que à medida que o período de *payback* se prolonga, crescem as incertezas e os riscos associados ao capital investido, ou seja, quanto menor o período, maiores as chances de retorno do investimento (GITMAN, 2010 citado em POSSETI, 2019, p. 50).

O Valor Presente Líquido (VPL) é um índice que possibilita a avaliação da viabilidade econômico-financeira da implementação de um projeto em longo prazo, ou seja, representa o ganho adicional que o projeto gera em relação à melhor oportunidade de investimento (BUARQUE, 1984 citado em GRANJA 2018, p. 35). Por considerar explicitamente o valor do dinheiro no tempo, o Valor Presente Líquido (VPL) é considerado uma técnica avançada para a análise de investimentos. Essa técnica desconta os fluxos de caixa da empresa a uma taxa especificada, muitas vezes chamada de taxa de desconto, custo de oportunidade ou custo de capital (GITMAN, 2002 citado em RABUSKE 2018, p. 39).

Gitman (2012) afirma que a Taxa Interna de Retorno (TIR) representa, em porcentagem, a rentabilidade sobre o capital inicialmente investido durante um determinado período de tempo estimado. Quanto à TIR, o autor destaca que se trata de uma técnica avançada de orçamento de capital que iguala o VPL de um investimento a zero, o que só é alcançado se os fluxos de caixa totais se igualam ao investimento inicial. Para Neto (2012), um investimento está intrinsecamente ligado à incerteza, e a questão fundamental em um processo de tomada de decisão é determinar o nível de risco que o investidor estaria disposto a assumir, considerando o retorno esperado do investimento. O risco é encarado como um custo e está sempre presente nos negócios, portanto, precisa ser quantificado. Dessa forma, o risco pode ser compreendido como uma medida de incerteza associada aos retornos esperados de um possível investimento. O autor destaca dois fatores fundamentais que influenciam o nível de risco de um ativo e que devem ser levados em consideração: a volatilidade e a maturidade dos retornos.

"A volatilidade se refere à frequência de oscilações observadas nos fluxos de retornos e resultados futuros" (NETO, 2012, p. 13). Quanto menor a volatilidade dos resultados esperados, menor será o risco. A maturidade está relacionada ao prazo de vencimento, ou seja, quanto mais

longo o prazo de retorno do investimento, maior será o grau de maturidade. Adoveze (2009) ressalta que o resultado, lucro ou retorno de um investimento específico, deve ser analisado com base nos mesmos princípios de análise de rentabilidade da empresa, o que é conhecido como ROI (Return on Investment - Retorno sobre o Investimento). O ROI é calculado como a porcentagem obtida a partir do lucro em relação ao valor investido, normalmente em um período de um ano. Além disso, existe a possibilidade de utilizar o critério de ROI Residual ou Lucro Residual, que considera como retorno do investimento apenas o lucro excedente a um custo de capital mínimo da empresa.

O autor acrescenta que quanto maior o risco em um investimento, maior será o retorno financeiro esperado.

O retorno do investimento está intrinsecamente relacionado ao nível de risco envolvido, enfatizando o risco como uma medida volátil das incertezas que cercam os resultados a serem alcançados. Os autores destacam que o risco está diretamente associado à incerteza inerente a um investimento e, com base nessa premissa, a tomada de decisões inteligentes se torna crucial para garantir o crescimento da empresa (GROPPELLI, NIKBAKHT, 2012 citados em POSSETI 2019, p. 41).

"O período médio de recuperação baseia-se na relação entre o valor do investimento e o valor médio dos fluxos de caixa esperados" (NETO, 2012, p. 359).

Em geral, os investimentos fazem parte dos processos de tomada de decisão, e com frequência, os objetivos estratégicos desempenham um papel significativo na seleção de investimentos. Portanto, outros fatores qualitativos precisam ser incorporados à avaliação de investimentos, a fim de atender não apenas aos aspectos de lucratividade ou retorno, mas também às necessidades e metas do investidor.

Neto (2012) enfatiza que a decisão de aceitar ou rejeitar uma proposta de investimento é tomada por meio da comparação da Taxa Interna de Retorno (TIR) obtida com a rentabilidade mínima exigida pelo investidor para seus investimentos. Portanto, se a TIR for igual ou maior que a taxa mínima desejada, o investimento é considerado economicamente viável. Caso contrário, tecnicamente, o investimento é considerado inviável. No entanto, o investimento pode ser realizado, levando em consideração os objetivos do investidor, mas resultará em uma taxa de retorno inferior à desejada.

Guimarães (2016) estima que a vida útil de um sistema de geração de energia solar seja, em média, de vinte e cinco anos. No entanto, é importante observar que o sistema não deixa de produzir após esse período e não precisa ser substituído ou descartado. Inicialmente, sua capacidade de produção de energia é de cem por cento, mas após esse período, a produção diminui para cerca de oitenta por cento. Fica a critério do usuário decidir se deseja utilizar o sistema com produção reduzida ou se prefere instalar mais placas no sistema para compensar a perda de vinte por cento na produção.

"A energia solar, entre as fontes de energias renováveis, se destaca por sua autonomia, baixo impacto ambiental, fonte inesgotável e renovável, alta confiabilidade e redução de custos a longo prazo" (DUTRA et al., 2013 citados em DASSI et al., 2015). No entanto, o alto custo inicial e o retorno de longo prazo ainda geram resistência significativa na população em relação a investir nessa forma de energia.

PROCESSO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Conforme Yin (2005), dados secundários referem-se a informações coletadas por terceiros, como documentos, relatórios e planilhas que foram reunidos em outro contexto e para outros propósitos, mas que têm grande relevância e podem ser aplicados no estudo atual. Esses dados serão disponibilizados pela empresa onde a pesquisa será conduzida. Para a análise de

conteúdo, que envolve a análise do uso da linguagem, ou seja, a prática comunicativa por meio de elementos identificáveis (LAKATOS e MARCONI, 2012), esta metodologia leva em consideração as significações contidas no conteúdo e busca a compreensão detalhada dos eventos, incluindo a descrição de como e por que determinados eventos ocorreram (ROESCH, 2005). A análise de conteúdo está estreitamente relacionada com a coleta de dados, sendo um processo realizado por meio de observações e leituras de documentos (GIL, 2010). Os documentos utilizados neste estudo são planilhas que já existem na empresa e que foram disponibilizadas por ela.

Portanto, neste estudo, dados secundários foram obtidos a partir das informações coletadas nas Indústrias objetos do estudo de caso, e esses dados foram submetidos à análise de conteúdo.

Resultados e Discussão.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Para o dimensionamento de uma usina de geração de energia fotovoltaica, deve-se levar em consideração a quantidade de energia que se pretende gerar, a potência dos módulos, a incidência solar no local da instalação da usina, as perdas estimadas e o consumo.

Na figura 11, é demonstrado os dados coletados em 3 pontos diferentes da região, apresentando a irradiação solar média em kWh/m²

Localidades próximas

Latitude: 22,983279° S
Longitude: 46,502424° O

#	Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m ² .dia]																	
					Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta	
✓	Bragança Paulista	Bragança Paulista	SP	BRASIL	23° S	46,549° O		5,1	5,41	5,71	4,97	4,53	3,72	3,45	3,62	4,62	4,74	5,30	5,58	6,03	4,81	2,58
✓	Bragança Paulista	Bragança Paulista	SP	BRASIL	23° S	46,449° O		5,8	5,43	5,71	4,94	4,53	3,71	3,45	3,61	4,60	4,70	5,31	5,56	6,02	4,80	2,57
✓	Bragança Paulista	Bragança Paulista	SP	BRASIL	22,901° S	46,549° O		10,3	5,39	5,71	5,00	4,60	3,76	3,50	3,68	4,66	4,81	5,37	5,61	6,02	4,84	2,52

Irradiação Solar no Plano Horizontal para Localidades próximas

22,983279° S; 46,502424° O

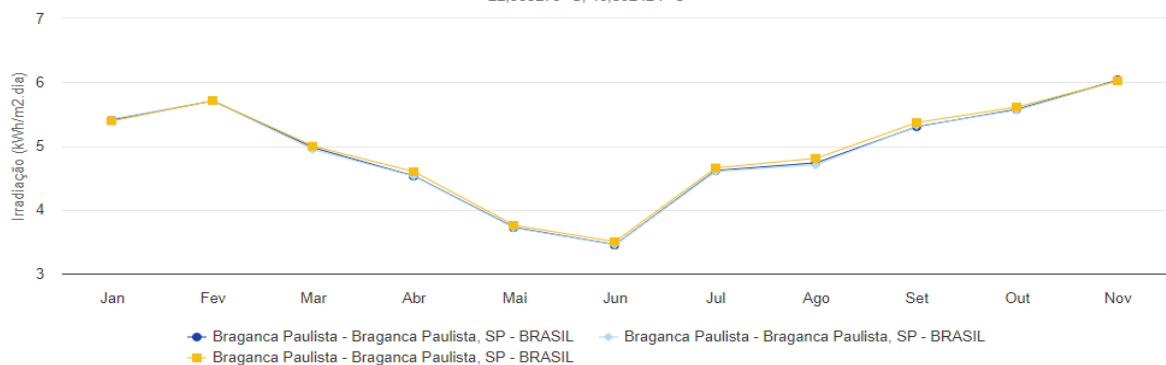


Figura 11- Irradiação solar média em Bragança Paulista (Fonte: Site Centro de referência para as energias solar e eólica Sergio de S. Brito, 2023)

Segundo o site CRESESB (CEPEL, 2023), o potencial solar varia ao longo do ano, sendo em média 4,8 kWh/m².dia, sendo que os menores patamares são encontrados nos meses de junho e os maiores no mês de dezembro, chegando a 6 kWh/m².dia

Conforme é demonstrado na tabela 2, para o estudo do projeto, utiliza-se como base módulos com potência de 500 kW, utilizada pelas empresas de energia solar, e uma perda média estimada na captação em 30%, provocada pelo acúmulo de sujeira e resíduos, como consta no

site Portal Solar, e a quantidade de horas solar referentes à cidade de Bragança Paulista, que é uma média diária de 4,5 kWh/m².dia, chega-se a uma capacidade de geração de energia equivalente à 1575 kW/h dia, como demonstrado na tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Produção energia placa solar por dia

Descrição	Valor	Unidade
Potencia por placa solar	0,5	kW
Média de horas dia/radiação solar	4,5	h/m ²
Perda Estimada	30	%
Area por placa solar	2,56	m ²
Potencia por placa com perda	0,35	kW
Produção dia por Placa Solar	1,575	kw/dia

Fonte: Próprio autor.

A seguir, foi levado em consideração para o cálculo uma indústria a ser instalada com potência instalada de 10mW com consumo mensal de 300 mWh/mês, sendo dimensionado a quantidade total de placas de aproximadamente 6349 peças. Na tabela 2 estão apresentados os valores estimados e resultados para chegar ao valor informado.

Tabela 2 – Quantidade de placas solares necessárias

Descrição	Valor	Unidade
Produção dia por Placa Solar	2	kW/dia
Produção mês por placa solar	47	kWh/mês
Necessidade de Produção	10000	kwh
Necessidade de produção Mês	300000	kWh mês
Quantidade de Placas necessárias	6349	Peças

Fonte: Próprio autor.

Para o cálculo dos valores de consumo da empresa em questão, multiplicamos o valor previsto de kWh/mês pelo valor médio em R\$ do kW/h encontrado no *site* da CPFL Energia, já inclusos taxas e impostos, sendo o mesmo no valor de R\$ 0,98, chegou-se a um valor médio com consumo de energia elétrica de aproximadamente R\$ 3,6 milhões de reais. Na tabela 3. são apresentados os dados estimados de consumo de energia elétrica em R\$.

Tabela 3 – Consumo energia elétrica expresso em R\$

Descrição	Valor	Unidade
Necessidade de produção Mês	300000	kWh mês
Valor R\$ Kw/h Industrial	0,98	R\$
Valor Fatura Prevista em R\$	R\$ 294.000,00	R\$
Valor Consumo Anual de Energia	R\$ 3.528.000,00	R\$

Fonte: Próprio autor.

Seguindo a sequência, é apresentado a tabela número 4, onde é possível observar o desdobramento primário dos custos de implementação da usina, chegando ao valor estimado de R\$ 33.270.113,23 com custos de projeto, consultoria, equipamentos e mão de obra.

Tabela 4 – Desdobramento do valor de investimento inicial

Descrição	Unidade	Quantidade	R\$ Unitário	Valor Total
Terreno	Hectare	10	R\$ 59.000,00	R\$ 590.000,00
Placas Solares 530W	Peça	6349	R\$ 846,27	R\$ 5.372.968,23
Inversores fotovoltaicos 250kW	Peça	15	R\$ 69.643,00	R\$ 1.044.645,00
Mão de Obra	Media	6349	R\$ 1.000,00	R\$ 6.349.000,00
Projeto e consultoria	Media	3333	R\$ 1.800,00	R\$ 5.999.400,00
Infraestrutura	Media	6349	R\$ 900,00	R\$ 5.714.100,00
Transformadores e Subestação	Peça	17	R\$ 200.000,00	R\$ 3.400.000,00
Cabeamento, Conexões, SPDA	Media	10000	R\$ 180,00	R\$ 1.800.000,00
Proteção sistema elétrico	Peça	15	R\$ 200.000,00	R\$ 3.000.000,00
Total				R\$ 33.270.113,23

Fonte: Próprio Autor

Após chegar ao valor inicial do investimento, o objetivo é saber se o investimento do projeto é viável ou não, através do Valor Presente Líquido (VPL). Este índice permite avaliar a viabilidade econômico-financeira, na implantação de um projeto a longo prazo. Pode também ser entendido como o excesso de ganho que um projeto apresenta diante da melhor oportunidade de investimento (GRANJA, 2018, p. 35, apud BUARQUE, 1984). Para isso deve-se levar em consideração, além do valor do investimento inicial, o tempo de vida útil do projeto, a Taxa Mínima de Atratividade, e os fluxos de caixa futuros. Segundo a pesquisa de Guimarães (2016), estima-se que o tempo de vida útil de sistemas geradores de energia fotovoltaicos é de vinte e cinco anos. Neste tempo, a capacidade de produção do equipamento é de cem por cento, e após este período, o equipamento terá sua capacidade de produção reduzida apenas para 80%, não necessitando de troca ou descarte. A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é uma taxa mínima de juros que representa o quanto o investidor está disposto a ganhar sobre um determinado investimento, ou o máximo que o mesmo se propõe a pagar sobre um financiamento. Neste caso será utilizada a taxa de rendimento da poupança, que atualmente está cotada a 1,40% ao ano. O cálculo do VPL para o projeto proposto é apresentado na tabela 5.

Tabela 5 - Valor Presente Líquido (VPL)

Descrição	Unidade	Valores
Valor investimento inicial	R\$	R\$ 33.270.113,23
Fluxo caixa previsto anual	R\$	R\$ 3.528.000,00
Tempo vida útil	Anos	25
Taxa mínima atratividade	Percentual	6,80%
Valor Presente Líquido	R\$	R\$ 47.541.057,38

Fonte: Próprio autor.

Nas Tabelas 5 e 6, considerando o investimento inicial de R\$ 33.270.113,23, o tempo de vida útil de 25 anos com 100% de aproveitamento do equipamento, com um fluxo de caixa anual de R\$ 3.528.000,00, e uma taxa mínima de atratividade de 6,80% ao ano, o valor presente líquido é de R\$ 47.541.057,38. Isso significa que, ao final de 25 anos, o investimento inicial se transformará em R\$ 47.541.057,38 e que diminuindo o investimento inicial teremos uma economia de R\$ 14.270.944,15 em Energia Elétrica.

Especificamente na Tabela 6, é possível apurar o tempo de retorno do investimento, que neste caso, é de 11 anos, ou seja, o payback ocorre logo após o decurso de 11 anos.

Tabela 6 – Payback descontada usina 10mW

Anos vida útil	Fluxo de caixa	Fluxo caixa acumulado	Fluxo caixa descontado	Fluxo caixa acumulado descontado
0	-R\$ 33.270.113,23	-R\$ 33.270.113,23	-R\$ 33.270.113,23	-R\$ 33.270.113,23
1	R\$ 3.528.000,00	-R\$ 29.742.113,23	R\$ 3.504.009,60	-R\$ 29.766.103,63
2	R\$ 3.528.000,00	-R\$ 26.214.113,23	R\$ 3.480.182,33	-R\$ 26.285.921,30
3	R\$ 3.528.000,00	-R\$ 22.686.113,23	R\$ 3.456.517,09	-R\$ 22.829.404,20
4	R\$ 3.528.000,00	-R\$ 19.158.113,23	R\$ 3.433.012,78	-R\$ 19.396.391,42
5	R\$ 3.528.000,00	-R\$ 15.630.113,23	R\$ 3.409.668,29	-R\$ 15.986.723,13
6	R\$ 3.528.000,00	-R\$ 12.102.113,23	R\$ 3.386.482,55	-R\$ 12.600.240,58
7	R\$ 3.528.000,00	-R\$ 8.574.113,23	R\$ 3.363.454,47	-R\$ 9.236.786,12
8	R\$ 3.528.000,00	-R\$ 5.046.113,23	R\$ 3.340.582,98	-R\$ 5.896.203,14
9	R\$ 3.528.000,00	-R\$ 1.518.113,23	R\$ 3.317.867,01	-R\$ 2.578.336,13
10	R\$ 3.528.000,00	R\$ 2.009.886,77	R\$ 3.295.305,52	R\$ 716.969,39
11	R\$ 3.528.000,00	R\$ 5.537.886,77	R\$ 3.272.897,44	R\$ 3.989.866,82
12	R\$ 3.528.000,00	R\$ 9.065.886,77	R\$ 3.250.641,74	R\$ 7.240.508,56
13	R\$ 3.528.000,00	R\$ 12.593.886,77	R\$ 3.228.537,37	R\$ 10.469.045,93
14	R\$ 3.528.000,00	R\$ 16.121.886,77	R\$ 3.206.583,32	R\$ 13.675.629,25
15	R\$ 3.528.000,00	R\$ 19.649.886,77	R\$ 3.184.778,55	R\$ 16.860.407,80
16	R\$ 3.528.000,00	R\$ 23.177.886,77	R\$ 3.163.122,06	R\$ 20.023.529,86
17	R\$ 3.528.000,00	R\$ 26.705.886,77	R\$ 3.141.612,83	R\$ 23.165.142,68
18	R\$ 3.528.000,00	R\$ 30.233.886,77	R\$ 3.120.249,86	R\$ 26.285.392,54
19	R\$ 3.528.000,00	R\$ 33.761.886,77	R\$ 3.099.032,16	R\$ 29.384.424,70
20	R\$ 3.528.000,00	R\$ 37.289.886,77	R\$ 3.077.958,74	R\$ 32.462.383,45
21	R\$ 3.528.000,00	R\$ 40.817.886,77	R\$ 3.057.028,62	R\$ 35.519.412,07
22	R\$ 3.528.000,00	R\$ 44.345.886,77	R\$ 3.036.240,83	R\$ 38.555.652,90
23	R\$ 3.528.000,00	R\$ 47.873.886,77	R\$ 3.015.594,39	R\$ 41.571.247,29
24	R\$ 3.528.000,00	R\$ 51.401.886,77	R\$ 2.995.088,35	R\$ 44.566.335,64
25	R\$ 3.528.000,00	R\$ 54.929.886,77	R\$ 2.974.721,75	R\$ 47.541.057,38

Fonte: Próprio autor.

Conclusões.

Com base nas informações apresentadas no estudo do projeto de implantação de um sistema fotovoltaico em uma indústria na cidade de Bragança Paulista, fica evidente a notável viabilidade da instalação de um sistema de geração de energia solar, que transcende aspectos puramente econômicos e apresenta implicações ambientais significativas.

O cálculo levou em consideração a quantidade de energia desejada, a potência dos módulos, a incidência solar na região, as perdas estimadas, bem como o consumo energético da indústria.

A análise financeira apontou que o investimento inicial de cerca de R\$ 33,27 milhões se transformaria em um valor presente líquido (VPL) positivo de R\$ 47,54 milhões ao longo de um período de 25 anos. Além disso, o período de retorno do investimento, ou "payback", ocorre em 11 anos. Esses resultados indicam que a implantação de um sistema fotovoltaico na indústria de Bragança Paulista não apenas atenderia às necessidades energéticas da empresa, mas também resultaria em economias significativas ao longo do tempo, contribuindo para a estabilidade econômica da empresa.

No contexto atual, em que a sustentabilidade ambiental se tornou uma prioridade global, a escolha de um sistema de energia solar demonstra um compromisso ambiental notável. A redução das emissões de carbono e a diminuição da pegada de carbono da indústria são metas essenciais para a preservação do meio ambiente e a mitigação das mudanças climáticas. A energia solar, com sua pegada de carbono mínima durante a operação, desempenha um papel fundamental na promoção da responsabilidade ambiental.

Portanto, a conclusão é de que a implementação de um sistema fotovoltaico na indústria de Bragança Paulista não apenas é uma escolha econômica sábia, mas também é altamente relevante no contexto econômico e ambiental atual. Além de proporcionar vantagens econômicas substanciais, o projeto contribuirá significativamente para a redução das emissões de carbono e a preservação do meio ambiente, alinhando-se com os objetivos de sustentabilidade e responsabilidade corporativa. Essa abordagem não apenas beneficia a empresa, mas também a sociedade e o planeta como um todo.

Referências Bibliográficas.

ABINEE, 2012. **Proposta para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira.** 174 p.

CRUZ, G. F. H., 2009. **Estudo da utilização da Energia Solar no RS. Projeto de Diplomação,** DELET, UFRGS.

DASSI, J. A.; ZANIN, A.; BAGATINI, F. M.; TIBOLA, A.; BARICHELLO, R.; DE MOURA, G. D. Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC,** Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3924>. Acesso em: 10 out. 2023.



- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GITMAN, Lawrence J. **Princípios da administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2010.
- GOETZBERGER, A.; HOFFMAN, V.U., 2005. **Photovoltaic Solar Energy Generation**. 180 p.
- GUIMARÃES, Daiane Costa. **O impacto da aplicabilidade de tecnologia de placa fotovoltaica voltada para residência familiar usando prospecção tecnológica**. 2016. 79 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência da Propriedade Intelectual) - Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual. Universidade Federal de Sergipe – UFS. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/3431/1/DAIANE_COSTA_GUIMARAES.pdf. Acesso em: 15 out. 2023.
- GRANJA, Rafael Pereira. **Análise de viabilidade econômica de implantação de uma aquaponia no município de Santa Cruz das Palmeiras – SP**. 2018. 77 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências). Pós-graduação em Gestão e Inovação na Indústria Animal. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74134/tde-25042019-163035/pt-br.php>. Acesso em: 16 out. 2023.
- GROPPELLI, A. A., NIKBAKHT, Ehsan. **Administração financeira; tradução Célio Knipel Moreira**. – 2. ed. – São Paulo: Saraiva 2006
- JACOBSON; Mark Z., 2017. **Joule**. Cellpress, 2017, 108-121p.
- LAKATOS, Eva Maria.; MARCONI, Marina de Andrade.; **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa e elaboração, análise e interpretação de dados**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- NETO, Alexandre Assaf. **Finanças corporativas e valor**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- PADOVEZE, Clóvisis Luís. **Controladoria estratégica e operacional**. 2. ed. Lígia Cantarelli, 2009.
- ROESCH, Sylvania Maria Azevedo. **Projetos de estágios de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e método**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- ZILLES, R.; MACEDO, W. N.; GALHARDO, M. A. B.; OLIVEIRA, S. H. F., 2012. **Sistemas Fotovoltaicos conectados à rede Elétrica**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos. v.1. 208 p.
- ABNT, Associação Brasileira de normas técnicas. **Normas e regulamentações relevantes**. 2023. Disponível em: <https://www.abnt.org.br/>. Acesso em 21 out. 2023

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução 482**. 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br>. Acesso em 10 out. 2023.

BRASIL. Assembleia Legislativa. Constituição (2022). **Lei nº 14.300, de 07 de janeiro de 2022. Lei 14.300. Distrito Federal**, Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821>. Acesso em: 17 out. 2023

BLUESOL, Energia Solar. **Resolução 482 da ANEEL: Principais pontos comentados**. 2023. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/resolucao-482-da-aneel-guia-completo>. Acesso em: 14 out. 2023

BLUESUN do Brasil. **Datasheet placas foto voltaicas**. 2022. Disponível em: <https://cdn.bluesundobrasil.com.br/datasheets/a/65390>. Acesso em 13 out. 2023.

CPFL Energia. **Valor da energia elétrica industrial**. 2023. Disponível em: <https://servicosonline.cpfl.com.br>. Acesso em: 20 out. 2023

CRESESB/CEPEL. **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB) / Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL)**. 2023. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/>. Acesso em: 18 out. 2023.

EPE Empresa de Pesquisa Energética. **Localização de linhas de transmissão**. 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos>. Acesso em 17 out. 2023.

ENERGEASY Solar. Tipos de energia solar. 2023. Disponível em: <https://energeasysolar.com.br/6-tipos-de-sistemas-com-energia-solar>, acesso em 30 set. 2023.

GOOGLE Maps, **Localização do terreno para a usina**. 2023. Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-23.0181245,-46.5192532,2763m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>, acesso em 17 out. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Considerações geográficas e climáticas**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 21 out. 2023.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Relatório Específico**. 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch>. Acesso em: 24 ago. 2023.

MAYAENERGY, Energia Solar e Renováveis. **Dimensionamento de usina solar**. 2023. Disponível em: <https://mayaenergy.com.br>. Acesso em 08 out. 2023

REN21 Renewables Now. **Relatório Específico**. 2020. Disponível em: <https://www.ren21.net>. Acesso em 25 ago. 2023.

WEATHER Spark, relatórios meteorológicos. **Clima e condições meteorológicas médias em Bragança Paulista no ano todo**. 2023. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30330/Clima-caracter%3%ADstico-em-Bragan%3%A7a-Paulista-Brasil-durante-o-ano>, acesso em 17 out. 2023.