

# ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE INSTALAÇÃO DE POSTE DE LUZ SOLAR NO CT DA UFPI

**Amanda Maria Rodrigues Barroso** – amandamrbarroso@gmail.com

Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica

**Prof. Dr. Aryfrance Rocha Almeida**

Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica

**Prof. Dr. Bartolomeu Ferreira dos Santos Júnior**

Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica

**Prof. Dr. Marcos Antônio Tavares Lira**

Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica

**Resumo.** *Em meio a tantos debates sobre o desenvolvimento sustentável alinhado com o aumento do aquecimento global, a discussão sobre fontes renováveis de energia tem ganhado forças nos últimos anos. No Piauí, a energia solar tem sido uma dessas fontes alvos de investimentos internos e externos, na intenção de impulsionar o desenvolvimento da sociedade. Contudo, essa fonte ainda não tem sido amplamente utilizada em áreas públicas. Assim, os benefícios desse uso não têm sido aproveitados pela maior parte da população. O presente trabalho apresenta a proposta de instalação de poste com luminária solar na área externa do CT da UFPI, de forma a melhorar a iluminação no local, e consequentemente a segurança de seus frequentadores, bem como aumentar a economia dessa instituição de ensino superior. Além disso, busca-se evidenciar o papel da UFPI enquanto agente de mudança ao aderir cada vez mais ao uso de energia limpa.*

**Palavras-chave:** Energia Solar, Universidade, Poste de Luz Solar

## 1. INTRODUÇÃO

A energia é fator fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade que vise ampliar o bem-estar e as condições de vida da população de forma individual e coletiva, pois está diretamente associada à estruturação básica dos territórios, do desenvolvimento tecnológico, econômico e social. O fomento do uso de energia solar fotovoltaica em áreas urbanas e rurais apresenta-se como uma alternativa viável e sustentável dentro deste contexto, tendo grande potencial energético devido à posição geográfica do Brasil, podendo-se destacar o Estado do Piauí. Além disso, a economia proporcionada por esse uso estimula o emprego dessa fonte energética.

O Piauí, em 2019, foi considerado pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica - ABSOLAR, como o terceiro maior produtor de eletricidade via conversão de energia solar. Isso pode ser enxergado como consequência do aumento de estudos relacionados com o uso local de energia solar fotovoltaica e dos altos investimentos de empresas estrangeiras através da construção de parques solares, incentivados pelo fato do Piauí ter a maior concentração de radiação solar do país (ABSOLAR, 2019).

Todo este cenário impulsionou a necessidade de compreender a Geração Distribuída (GD) como uma das soluções diante da crise no setor elétrico brasileiro, com o aumento progressivo da demanda mundial pelo consumo de energia, em 2001 (Cigré, 1999). Assim, o cenário para a evolução da geração distribuída tem se tornado cada vez mais positivo, com a previsão de que em 2030, a projeção da capacidade instalada da micro e minigeração distribuída possa atingir o total de 25 GW (BRASIL, 2021).

Ainda nesse cenário, segundo Pereira (2011), os esforços e investimentos em fontes energéticas estão muito mais centrados na questão pragmática da segurança do abastecimento energético do que nas questões ambientais. Associando essa temática com o crescente problema do aumento do custo de extração do petróleo e acesso ao produto, enfatiza-se a importância da economia para os grandes produtores mundiais. Assim, as fontes de energia limpa vêm se tornando alvo de discussões cada vez mais relevantes para o desenvolvimento mundial e manutenção do estilo de vida da sociedade atual.

Porém, no Brasil, observa-se que apesar de ter um potencial de geração maior em relação a outros países, as pesquisas por utilização de energia solar no território nacional não têm a mesma relevância e desenvolvimentos (NASCIMENTO, 2017). Contudo, essa realidade vem mudando na medida que os investimentos no setor têm crescido em paralelo com a busca por economia no custo de energia elétrica. Essa busca pode ser explicada devido ao Brasil ter uma das tarifas de energia elétrica mais altas do mundo, sendo que, em 2015, alcançou a sexta posição no ranking mundial (FUENTES, 2020).

Segundo Kayano & Andreoli (2009), o Nordeste do país tem acentuada variabilidade interanual, particularmente em relação à precipitação e à disponibilidade dos recursos hídricos, com anos extremamente secos e outros chuvosos, se comparada com as demais regiões do país. Somado a isso, os maiores índices de irradiação solar se encontram nessa região, em função da sua localização perto da linha do Equador, com 5,8 kWh/m<sup>2</sup> de radiação global média (PEREIRA

*et al.*, 2006). Ressalta-se, então, a alta viabilidade dos projetos de energia solar fotovoltaica no Nordeste, já que está geograficamente favorecido em condições climáticas e meteorológicas propícias ao retorno em potencial energético.

Nesse contexto de viabilização de projetos, tem-se a crescente demanda da sociedade por ações das Instituições de Ensino Superior (IES) relacionadas ao desenvolvimento sustentável que faz destas instituições agentes estimuladores de mudança. Assim, IES em todo o mundo estão cada vez mais cientes de seu papel em desenvolver e utilizar um paradigma sustentável, com potencial de acelerar o progresso à um desenvolvimento também sustentável (BERCHIN, 2017). Somado a isso, tem-se que a educação é indispensável para o desenvolvimento do sujeito e o procedimento educativo há de se pautar, também, na educação ambiental, uma vez que a formação da consciência ecológica é de fundamental importância para a garantia de vida futura (CAVALCANTE, 2011).

Assim, a Universidade Federal do Piauí (UFPI) tem atuado em prol de ações que possam enfatizar a importância da economia de despesas bem como no desenvolvimento de projetos que visam a diminuição do seu consumo em energia elétrica. Dentre essas ações, está a instalação de mais de placas fotovoltaicas no Campus de Teresina, visando proporcionar uma economia mensal de até 4,1% do valor total da conta de energia elétrica junto à concessionária local (UFPI, 2020).

Com o objetivo de colaborar com estas ações, foi observada a carência de áreas com uma boa iluminação no Centro de Tecnologia da UFPI, devido não ter postes de iluminação em boa parte dos corredores de circulação e os postes existentes serem insuficientes para proporcionar segurança e uma boa visibilidade para os frequentadores da instituição. Desta forma, este trabalho propõe uma análise da viabilidade técnica e econômica de instalação de postes de luz solar no local para que os benefícios proporcionados por essa possível utilização sejam usufruídos pela UFPI.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A relação entre a iluminação e a segurança nas Instituições de Ensino Superior

A relação entre iluminação e segurança pode ser confirmada com base em estatísticas policiais, nas quais o Centro de Estudos da Violência da Universidade de São Paulo (USP) determinou os horários de maior incidência de cada tipo de crime. Ao fazer uma análise desses horários, comprova-se que a maioria das ocorrências ocorrem no período noturno, evidenciando a efetiva correlação entre a falta de iluminação e a criminalidade (MENIGHINI, 2015).

Inserindo esse contexto dentro da esfera das Instituições de Ensino Superior e somado com o fato de que há inúmeras denúncias de alunos, provenientes de diversas instituições, consequentes de crimes noturnos dentro desses ambientes, comprova-se que, em sua maioria, a iluminação é considerada precária nos ambientes de circulação de pessoas, em sua maioria docentes e discentes (G1, 2013). Além disso, ao relacionar essa situação com a ABNT NBR 5101:2018, que discorre sobre Iluminação Pública, estabelecendo diretrizes para ambientes semelhantes aos que se encontram nas IES, subentende-se que, em sua maioria, o valor de iluminância média, nas áreas de circulação de pessoas nesses locais, é abaixo do que a norma determina (NBR 5101, 2018).

Segundo essa norma, iluminância média mínima é o valor obtido pelo cálculo da média aritmética das leituras realizadas, em plano horizontal, sobre o nível do piso e sob condições estabelecidas. Já o fator de uniformidade mínimo é a razão entre a luminância mínima e a luminância média em um plano especificado.

Nas Tab. 1 e 2, define-se a classe de iluminação para cada tipo de via para tráfego de pedestres, iluminância média e fator de uniformidade mínimo para cada classe de iluminação, de acordo com a NBR 5101.

Tabela 1 - Classes de iluminação para cada tipo de via

DESCRIÇÃO DA VIA	CLASSES DE ILUMINAÇÃO
Vias de uso noturno intenso por pedestres (por exemplo, calçadas, passeios de zonas comerciais)	P1
Vias de grande tráfego noturno de pedestres (por exemplo, passeios de avenidas, praças, áreas de lazer)	P2
Vias de uso noturno moderado por pedestres (por exemplo, passeios, acostamentos)	P3
Vias de pouco uso por pedestres (por exemplo, passeios de bairros residenciais)	P4

Tabela 2 - Iluminância média e fator de uniformidade mínimo para cada classe de iluminação

CLASSE DE ILUMINAÇÃO	ILUMINÂNCIA HORIZONTAL MÉDIA EMED	FATOR DE UNIFORMIDADE MÍNIMO
P1	20	0,3
P2	10	0,25
P3	5	0,2
P4	3	0,2

## 2.2 Aspectos financeiros

No presente artigo, será trabalhado o sistema solar fotovoltaico isolado (OFF-Grid), sob forma de uma luminária solar. Nessas luminárias, uma placa solar embutida transforma energia solar em eletricidade, sendo que por meio de baterias e com o auxílio de uma placa de controle, a energia é armazenada durante o dia, para que a noite a luminária acenda automaticamente (MCS, 2018). No geral, uma luminária solar é composta pelo vidro de proteção, placa solar, sensor de luz, bateria, placa de controle, luz LED e a proteção da lâmpada.

No Brasil, o fornecimento de energia elétrica, através das concessionárias, é tarifado de acordo com as modalidades tarifárias convencional, grupo A e B, e horária, de acordo com a resolução N° 479 de abril de 2012 da ANEEL. A primeira modalidade é aplicada sem distinção de horário, já a segunda é aplicada com distinção de horário, sendo que o valor do kWh varia de acordo com o horário e dia da semana ou até mesmo com o período do ano. Em relação à variação horária, no Piauí, o horário de ponta se inicia às 17h30 e se estende até as 20h30, com exceção feita aos sábados, domingos e feriados definidos na Resolução Normativa n° 414/2010 da Aneel. Já o horário fora de ponta é o período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no posto horário de ponta (ANEEL,2010).

Através das tarifas, o consumo em energia de uma unidade consumidora pode ser calculado rapidamente. Nesse cálculo é levado em consideração a potência utilizada, a quantidade de horas e dias, bem como as tarifas, sendo que no grupo A adiciona também o valor da demanda contratada. Observa-se que os valores das tarifas mudam conforme o grupo consumidor. O conhecimento desse consumo é de suma importância para verificação de viabilidade financeira de um projeto. Assim, de maneira geral, tem-se a Eq. (1) que define o cálculo do consumo energético:

$$\text{Consumo} = P * H * D * T \quad (1)$$

Onde:

P é a potência total em kW;

H é a quantidade de horas;

D é a quantidade de dias;

T é a tarifa trabalhada.

Nesse contexto econômico, surge a possibilidade de comparação entre o que é pago pelo consumidor dentro de um intervalo de tempo, nos cenários com e sem investimento em sistema fotovoltaico. No cenário sem o investimento, a projeção do valor pago em energia, dentro de um intervalo de tempo, pode ser feita utilizando o fluxo de caixa que é uma maneira simplificada de representar, por meio de gráficos, as despesas e receitas de um projeto (SANTOS *et al.*, 2006). Essa projeção de valor pago em energia, após a tomada de decisão em realizar o investimento, passa a ser considerada, nesse caso em estudo, o valor economizado pelo o investidor.

Através da teoria desse fluxo, usando uma taxa de juros, pode-se relacionar um valor presente de energia com uma projeção de um valor futuro, visto que existem fatores que influenciam na conta de luz dos consumidores. Essa relação, segundo Santos *et al.*, é dada pela Eq. (2):

$$VF = VP * (1 + i)^n \quad (2)$$

Tendo em vista que as tarifas de energia elétrica tendem a acompanhar a correção pela inflação, segundo Santana Júnior (2019), a variável da taxa de juros, quando aplicada para valores de energia, é, nesse caso, a média dos últimos cinco anos do Índice de Preço ao Consumidor (IPCA), ou seja, 5,6% ao ano. Além do valor futuro, pode-se obter o valor presente, mais conhecido como Valor Presente Líquido (VPL). O VPL, segundo Samanez (2002), tem como objetivo medir o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto ao longo de sua vida útil, sendo um critério cujo valor positivo demonstra que é economicamente viável, caso contrário, o investimento não é aconselhado. A Eq. (3) define o VPL:

$$VPL = -I + (VP1) + (VP2) + (VP3) + \dots + (VPn) \quad (3)$$

Outro aspecto econômico é o tempo de retorno do investimento ou *payback* que é o período decorrido para recuperar o investimento efetuado, através da economia e assim ter um fluxo de caixa positivo, sendo que se esse fluxo for misto no decorrer dos anos, as entradas no caixa são acumuladas até que o investimento inicial seja recuperado. (GITMAN, 2010).

### 2.3 Proposta

A área de estudo está localizada no Centro de Tecnologia da UFPI, Campus Ministro Petrônio Portela, no município de Teresina. Essa área possui 1 auditório, 1 diretoria, 3 estacionamentos, 1 praça de alimentação e 7 prédios que comportam as salas de aula e laboratórios. Esse local foi escolhido através da percepção da iluminação precária em certos ambientes de circulação de pessoas, além de poder contar com o apoio administrativo da instituição, seus equipamentos e segurança. Esse Centro possui uma área estimada em 70.800 m<sup>2</sup>, sendo que 59.000 m<sup>2</sup> corresponde a área externa do local. Nesta parte externa, estão instalados 86 postes, sendo que 33 são postes altos e 53 postes de jardim. Esses postes foram georreferenciados, utilizando o programa My Maps, tal como apresenta a Fig. 1. Nesta Figura, os postes de jardim estão com marcador verde, os postes altos circulares estão com marcador azul e os postes altos duplo T estão com marcador amarelo.



Figura 1 - Georreferenciamento dos postes no Centro de Tecnologia

Posteriormente, foi feita uma análise das principais características desses postes, sendo observado que não estão totalmente padronizados, de acordo com as especificações catalogadas, tais como: tipo de poste, modelo de poste, tipo de braço, tipo de lâmpada, tipo de luminária, estado da luminária, tipo de relé, reator, rede elétrica, caixa de passagem e potência. Dentre essas especificações, a mais importante para este estudo foi a potência total das lâmpadas externas que é de 16,5 kW. Através desse parâmetro, foi possível calcular a estimativa do consumo mensal da área externa do Centro de Tecnologia, considerando que a sua iluminação externa é ligada entre 18 horas às 6 horas. Além disso, para auxiliar nesse cálculo a UFPI cedeu a cópia de uma fatura de energia mensal da Instituição, no campus Ministro Petrônio Portella. Assim, no cálculo é levado em conta o consumo fora ponta e ponta, cujas tarifas estão presentes na fatura de energia, bem como a potência de demanda para o local.

Essa demanda foi encontrada através de um analisador de energia na alimentação da iluminação presente na área externa do CT. Assim, foi obtido o valor de 4,77 kW em potência de demanda. Então, foi calculada a estimativa do valor mensal pago. Em relação aos cálculos com a potência instalada e as tarifas ponta e fora ponta, tem-se que para o horário de ponta, segunda à sexta, de 18:00 às 20:30:

$$\begin{aligned} \text{Valor Mensal Ponta} &= P \times \text{Horas} \times \text{Dias} \times \text{Tarifa} \\ \text{Valor Mensal Ponta} &= 16,5 \text{ kW} \times 2,5 \text{ horas} \times 22 \text{ dias} \times 1,484580 \\ \text{Valor Mensal Ponta} &= \text{R\$ } 1.347,25 \end{aligned}$$

Já para o horário fora de ponta, segunda à sexta, de 20:30 às 06:00, tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Valor Mensal Fora de Ponta 1} &= P \times \text{Horas} \times \text{Dias} \times \text{Tarifa} \\ \text{Valor Mensal Fora de Ponta 1} &= 16,5 \text{ kW} \times 9,5 \text{ horas} \times 22 \text{ dias} \times 0,318030 \\ \text{Valor Mensal Fora de Ponta 1} &= \text{R\$ } 1.096,72 \end{aligned}$$

Sábado e domingo considera-se a tarifa fora ponta, então, de 18:00 às 06:00, tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Valor Mensal Fora de Ponta 2} &= P \times \text{Horas} \times \text{Dias} \times \text{Tarifa} \\ \text{Valor Mensal Fora de Ponta 2} &= 16,5 \text{ kW} \times 12 \text{ horas} \times 8 \text{ dias} \times 0,318030 \\ \text{Valor Mensal Fora de Ponta 2} &= \text{R\$ } 503,75 \end{aligned}$$

Para o cálculo com a potência demandada, tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Valor Mensal Potência Demandada} &= P \times \text{Tarifa} \\ \text{Valor Mensal Potência Demandada} &= 4,88 \text{ kW} \times 15,37000 \\ \text{Valor Mensal Potência Demandada} &= \text{R\$ } 75,00 \end{aligned}$$

Assim, o valor estimado total pago na energia de iluminação externa do CT é:

$$\begin{aligned} \text{Valor Estimado Total} &= 1.347,25 + 1.096,72 + 503,75 + 75,00 \\ \text{Valor Estimado Total} &= \text{R\$ } 3.022,72 \end{aligned}$$

Então, obteve-se, utilizando a Eq. (1), a estimativa de consumo no total de R\$ 3.022,72 mensais. Somado a isso, após a definição da área de estudo, 50 pontos de iluminância foram escolhidos, com o auxílio do software Google Earth e de um drone Phantom 4, de forma que ficassem bem distribuídos e de fácil localização, como apresenta a Fig.2. Essa escolha foi feita, também, levando em consideração ambientes de maior circulação de pessoas e/ou que não têm uma boa iluminação.



Figura 2 - Ortomosaico do Centro de Tecnologia com pontos de iluminância

Assim, a medição de iluminância desses pontos foi realizada utilizando um luxímetro digital, no período entre 19 horas e 21 horas, no qual tem uma maior circulação de pessoas durante a noite e a garantia de nenhuma interferência da luz solar. Através disso, pode-se obter os valores de menor e maior luminância, bem como a média desses valores, tal como mostra a Tab. 3.

Tabela 3 - Dados de iluminância na área externa do CT

	VALOR DE ILUMINÂNCIA (lux)	DETERMINAÇÃO DA NORMA (lux)	DIVERGÊNCIA (%)	PONTO DE REFERÊNCIA
<b>Menor</b>	0,01	5	99,80%	P32
<b>Maior</b>	39,83	20	99,15%	P2
<b>Média P5 à P14</b>	2,348	10	76,52%	P5 à P14
<b>Média Total</b>	3,18	10	68,20%	P36

Observa-se, então, que a atual instalação elétrica externa do Centro de Tecnologia não está obedecendo a norma ABNT NBR 5101:2018, chegando a ter divergência estimada em mais de 90% em relação ao que a norma determina. Já nos pontos P5 à P14, por exemplo, que é uma via considerada de grande tráfego noturno de pedestres, a divergência estimada está em mais de 70%.

Uma parte importante desse estudo foi a escolha do poste e da luminária solar que seriam analisados como possibilidade de instalação na área externa do Centro de Tecnologia. Essa área, durante o dia, é bastante iluminada pela luz do sol. Portanto, optou-se por uma luminária solar que usa o sistema solar fotovoltaico OFF-GRID.

A luminária solar utilizada possui uma potência de 40W, autonomia de 12 horas e vida útil de 10 anos e o poste confeccionado para fixação da luminária tem 3,0 metros de altura, sendo que seu material é feito de alumínio para evitar corrosões. A instalação desse poste com luminária solar, Fig. 3, custou o total de R\$ 350,00.



Figura 3 - Poste com Luminária

A fixação desse poste ocorreu em um local em que, no período noturno, não há nenhuma interferência de luz elétrica, para melhor visualização da iluminância e da área de alcance da luminosidade da luminária. Essa área de alcance foi medida com base na concordância da iluminância com as normas técnicas. Considerando as vias de grande e moderado tráfego noturno do local, cujas medidas de iluminância horizontal média são 10 e 5, respectivamente, o alcance da luminosidade de cada luminária está descrito na Tab. 4.

Tabela 4 - Alcance da Luminosidade

CLASSE DE ILUMINAÇÃO	ILUMINÂNCIA HORIZONTAL MÉDIA (lux)	ALCANCE DA LUMINÁRIA (metros)
P2	10	3,48
P3	5	7,44

Assim, foi feita a quantificação da luminária na área externa do Centro de Tecnologia tendo em vista o cumprimento do que diz a NBR 5101, verificando então que para atender a norma técnica de iluminância, aumentando a segurança dos frequentadores do local, é necessário o investimento em 134 postes com luminária solar. Portanto, seria necessário o investimento de R\$ 46.900, englobando os custos com poste, luminária e instalação.

### 3. RESULTADOS

Desse modo, com todos os dados obtidos a análise da viabilidade desse estudo foi realizada utilizando os indicadores econômicos Valor Futuro, VPL e payback. Através do valor estimado, pago pela UFPI, em energia, referente a iluminação externa do Centro de Tecnologia, foi possível ter uma projeção do valor anual a ser economizado, em um período de 20 anos, caso a instituição opte por investir nos postes com luminária solar. Porém, para se ter uma projeção do valor real anual economizado, é necessário levar em consideração a vida útil, uma possível taxa de falha anual das luminárias e o valor da demanda fixa contratada anual. Em relação a vida útil, tem-se a previsão de funcionamento das mesmas durante 10 anos, portanto, no 11º ano teria a necessidade de ocorrer um reinvestimento na obtenção de novas luminárias. Assim, o valor atual da luminária será acrescido de juros compostos, utilizando a Eq. (2), tal como é demonstrado na Tab. 5.

Observa-se que o valor do poste e da instalação do poste não são inseridos no reinvestimento, pois ocorrerá somente a troca de luminárias. Já no tocante sobre a taxa de falha anual das luminárias, esse aspecto se deve ao fato de ser essencial considerar uma possível necessidade de troca de luminária, caso tenha algum dano técnico no decorrer de sua vida útil,

tornando, então, a projeção mais próxima da realidade ao estipular uma falha de 5% ao ano, acrescida de juros compostos no decorrer do tempo. Além disso, a demanda fixa anual, que continuará sendo paga pela instituição, também deve ser levada em consideração, sendo igualmente acrescida por esses juros.

Tabela 5 - Reinvestimento em Luminárias

VALOR DA LUMINÁRIA (ATUAL)	VALOR DA LUMINÁRIA (NO 11º ANO)	TOTAL DE 134 LUMINÁRIAS (NO 11º ANO)
R\$ 170,00	R\$ 309,57	R\$ 41.481,73

Essa projeção do valor real economizado, então, foi feita utilizando também a Eq. (2), com uma taxa de 5,6% ao ano, referente à média do IPCA, obtendo assim o total de R\$ 1.115.717,87. Então, dessa projeção e com o auxílio de ferramentas do Microsoft Excel, foi possível calcular os indicadores econômicos necessários para verificação da viabilidade de investimento. Portanto, o valor presente de cada fluxo de caixa projetado foi calculado, tendo como consequência o cenário projetado, com a opção pelo investimento nos postes com luminária solar para a área externa do Centro de Tecnologia da UFPI, pode ser obtido, sendo demonstrado na Tab. 6, contendo o VPL e o payback.

Tabela 6 - Cenário com o Investimento

CENÁRIO COM INVESTIMENTO	
Investimento Inicial	R\$ 46.900,00
Taxa de Desconto	5,6%
VPL do Projeto	R\$ 530.606,55
Payback	R\$ 2,90

#### 4. CONCLUSÕES

Através do que foi abordado no presente estudo, foi possível inserir a UFPI em um cenário na qual a instituição seja a protagonista, atuando como agente de mudança na sociedade. Nessa perspectiva, três fatores envolvidos devem ser relevantes, que são: economia, segurança e energia limpa.

No fator referente a economia, verificou-se que a UFPI, nos próximos 20 anos, através do cálculo do valor estimado pago, possibilitado pelo mapeamento dos postes instalados, desembolsará uma quantia considerável em iluminação noturna da área em estudo, caso opte por manter seu atual cenário, sendo que boa parte dessa quantia poderia ser investida em outros setores. Essa abordagem pela necessidade de remanejamento de custos se deve, também, ao atual cenário econômico da educação brasileira, que aos poucos, tem sofrido muitos cortes nos recursos provenientes do Governo Federal.

Assim sendo, foi analisado um possível cenário econômico proporcionado pelo o investimento em postes com luminárias solar para a área externa do Centro de Tecnologia. Nesse panorama, mesmo levando em consideração o valor pago em demanda anual contratada e possíveis falhas em luminárias, constatou-se que o investimento é considerado viável economicamente, tendo em vista um VPL positivo e um tempo de payback em 2,9 anos. Cabe ser destacado que o orçamento da instalação do modelo de poste com luminária solar é referente a uma unidade, sendo pago por pessoa física, sendo que a UFPI, como pessoa jurídica, ao orçar todos os postes necessários, teria a possibilidade de diminuir o investimento necessário, tendo como consequência o aumento do VPL e diminuição do tempo de payback.

O valor encontrado em VPL nesse estudo, diante da magnitude das despesas totais da UFPI, pode não ser considerado tão atrativo, possibilitando um enfraquecimento no interesse em investir se for analisado somente o viés econômico. Porém, outro fator deve ser levado em consideração, ou até mesmo, visto com prioridade se comparado com a economia: a segurança de quem circula pela instituição.

Ao levar esse fator em consideração, a análise de áreas de circulação de pessoas comprovou a precariedade da iluminação na área externa do CT em quase sua totalidade, tendo uma grande divergência com o que determina a norma técnica. Portanto, a quantificação dos postes com luminária solar a serem instalados foi feita tendo principal referência a concordância com o que rege a norma, de forma a tornar possível o aumento da luminosidade e melhorar a segurança do seu maior patrimônio: os seus frequentadores.

Além disso, a UFPI, enquanto agente de mudança da sociedade, tem a possibilidade de demonstrar, cada vez mais, a necessidade da adesão às fontes de energia limpa. Isso possibilitaria, também, o aumento no leque de ações da instituição em prol da sustentabilidade.

Esse estudo, então, pode ser considerado de grande proveito para a comunidade acadêmica, ressaltando a importância de ações de mudança nas instituições de ensino, possibilitadas pelos resultados de pesquisas realizadas pelos

discentes e docentes. Destaca-se ainda a importância do trabalho de estudantes e profissionais de Engenharia Elétrica em prol do bem estar da sociedade, como um todo.

### Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade Federal do Piauí que deu o suporte científico necessário para o desenvolvimento do projeto.

### REFERÊNCIAS

- ABSOLAR. Campeões da Energia Limpa. 2019. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/campeoes-da-energia-limpa.html>. Acesso em 20 de abril de 2019.
- ANEEL. Nota Técnica nº 0056/2017-SRD/ANEEL. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 13 dez. 2019.
- ANEEL. Resolução Normativa 414/2010: atualizada até a REN 499/2012 / Agência Nacional de Energia Elétrica. - Brasília: ANEEL, 2012.
- ANEEL. Resolução Normativa 479/2012 / Agência Nacional de Energia Elétrica. - Brasília: ANEEL, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5101:2018: Iluminação Pública. [S.L.]: Brasília, 2018.
- BERCHIN, Issa Ibrahim. Instituições de educação superior como agentes de inovação para o desenvolvimento sustentável: estudo em uma universidade comunitária de Santa Catarina. 2017. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Unisul, Florianópolis, 2017.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2021
- CAVALCANTE, Márcio Balbino. O papel da educação ambiental na era do desenvolvimento (in)sustentável. Educação Ambiental em Ação, v. 36, p. 01-04, 2011.
- CIGRÉ Working group 37.23, “Impact of increasing contribution of dispersed generation on the power system,” CIGRÉ, Relatório Técnico, 1999.
- FUENTES, André. Brasil piora em ranking e passa a ser o 6º com a energia mais cara do mundo. 2015. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/blog/impavido-colosso/brasil-piora-em-ranking-e-passa-a-ser-o-6-com-a-energia-mais-cara-do-mundo/>. Acesso em: 27 jan. 2020.
- G1. Falta de segurança preocupa estudantes de universidades públicas. 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2013/06/falta-de-seguranca-preocupa-estudantes-de-universidades-publicas.html>. Acesso em: 19 out. 2020.
- GITMAN, Lawrence J.. Princípios de Administração Financeira. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. Kayano, M. T.; Andreoli, R. Variabilidade decenal e multidecenal, In: Cavancanti, I.; Ferreira, N.; Silva, M. G. J. da; Dias, M. A. F. S. (ed.). Tempo e Clima no Brasil, Oficina de Textos, Sao Paulo, 2009. p. 375-383.
- LIMA, Ana Caroline Guimarães; SILVA, Antonio Matheus Barbosa Pereira da. Geração e avaliação de produtos cartográficos procedentes de drone, com e sem pontos de apoio. 2019. 99 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, UFPI, Teresina, 2019.
- MENIGHINI, Lucas. Saneamento e meio ambiente para a arquitetura: mobilidade - pedestres. MOBILIDADE - PEDESTRES. 2015. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/acessar/>. Acesso em: 19 out. 2020.
- MCS. O que são as luminárias solares e porque você precisa de uma? Disponível em: <http://blog.minhacasasolar.com.br/luminarias-solares/>. Acesso em: 02 nov. 2020.
- NASCIMENTO, Rodrigo Limp. Energia solar no Brasil: situação e perspectivas. 2017. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/32259>. Acesso em: 03 mar. 2019.
- PEREIRA, Enio Bueno. *et al.*, Atlas Brasileiro de Energia Solar – São José dos Campos: INPE, 2006.
- PEREIRA, Thulio Cícero Guimarães. Energias renováveis: capitalismo, hegemonia e dominação. 2011. Disponível em: <https://diplomatie.org.br/energias-renovaveis-capitalismo-hegemonia-e-dominacao/>. Acesso em: 24 jan. 2020.
- SAMANEZ, Carlos Patricio. Matemática Financeira: aplicações à análise de investimentos. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- SANTANA JÚNIOR, Ary Paixão Borges. Uso do programa homer para especificar sistema de fornecimento de energia para clientes residenciais. 2019. 92 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Ufrgs, Porto Alegre, 2019.
- SANTOS, Afonso Henriques Moreira *et al.* Conservação de Energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 5. ed. Brasília: Governo Federal, 2006.
- UFPI. Nota ao público sobre o bloqueio de recursos do MEC. 2019. Disponível em: <https://www.ufpi.br/ultimas-noticias-ufpi/31129-nota-ao-publico>. Acesso em: 15 jan. 2020.
- UFPI. Sistema de Energia Solar Fotovoltaica é inaugurado no Centro de Tecnologia. 2019. Disponível em: <https://www.ufpi.br/ultimas-noticias-ufpi/32663-sistema-de-energia-solar-fotovoltaica-e-inaugurado-no-centro-de-tecnologia>. Acesso em: 19 out. 2020.

UFPI. Assinado contrato para instalação de mais de R\$ 2 milhões em placas fotovoltaicas no Campus de Teresina. 2020. Disponível em: <https://ufpi.br/ultimas-noticias-ufpi/35091-assinado-contrato-para-instalacao-de-mais-de-r-2-milhoes-em-placas-solares-no-campus-de-teresina>. Acesso em: 19 out. 2020.

Villalva, M.G. (1983). Energia Solar Fotovoltaica: guia del usuario. Saraiva Educação SA

#### **ANALYSIS OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF INSTALLING A SOLAR LIGHT POLE AT UFPI CT**

**Abstract.** *Amid so many debates about sustainable development aligned with the rise of global warming, the discussion about renewable energy sources has gained panels in recent years. In Piauí, solar energy has been one of those sources to be targets for internal and external investments, with the intention of leveraging the development of society. However, the use of this source in public areas has not yet been widely used. Thus, the benefits of use have not been enjoyed by the majority of the population. Through analysis, we seek a way to implement a pole with a solar lamp in the external area of the UFPI CT, in order to improve the lighting on the site, and consequently the safety of its visitors, as well as increase the savings of this educational institution. of superior. In addition, it seeks to highlight the role of UFPI as an agent of change by increasingly adhering to the use of clean energy.*

**Key words:** *Solar Energy, University, Solar Light Pole*