

# Viabilidade de expansão da geração de energia elétrica através do sistema fotovoltaico no UNIPAM

*Feasibility of expanding electricity generation through the photovoltaic system at UNIPAM*

**Lucas Feliciano Amâncio**

Graduando do curso de Engenharia de Elétrica (UNIPAM)

E-mail: [lucasefeliciano@unipam.edu.br](mailto:lucasefeliciano@unipam.edu.br)

**Wesley Pereira Marcos**

Professor orientador (UNIPAM)

E-mail: [wesleypm@unipam.edu.br](mailto:wesleypm@unipam.edu.br)

---

**Resumo:** O presente trabalho teve como principal objetivo evidenciar a possibilidade de se expandir o sistema fotovoltaico presente no UNIPAM, fazendo com que houvesse uma maior geração de energia para suprir parte do consumo da instituição. Para isso, foram necessários cálculos para dimensionamento da potência necessária para o dado local, quantidade de módulos fotovoltaicos para o sistema, estimativa de tempo de retorno de um possível investimento para a situação, caso seja viável. Foi necessário também fazer um estudo da quantização das áreas disponíveis para implementação dos módulos, já que se precisava de áreas onde existisse um grande índice de insolação para grande eficiência do sistema e da geração de energia elétrica.

**Palavras-chave:** Sistema fotovoltaico. Energia. Consumo.

**Abstract:** The present work had as main objective to show the possibility of expanding the photovoltaic system present in UNIPAM, causing a greater generation of energy to supply part of the institution's consumption. For this, calculations were necessary for dimensioning the power required for the given location, number of photovoltaic modules for the system, estimate of the return time of a possible investment for the situation, if feasible. It was also necessary to carry out a study of the quantization of the areas available for the implementation of the modules, since areas where there was a high level of sunlight for the great efficiency of the system and the generation of electricity were needed.

**Keywords:** Photovoltaic system. Energy. Consumption.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é algo que revolucionou o mundo e deu início a uma nova era de equipamentos e máquinas que foram sendo criados e aprimorados para melhorar cada vez mais a vida das pessoas. O estudo para que isso fosse possível ocorreu há

muitos anos: um homem chamado Thomas Edison teve várias ideias e invenções, e uma delas é bastante conhecida, que foi a invenção da lâmpada incandescente, que foi acesa pela primeira vez no dia 21 de outubro de 1879; depois de vários anos, foi estudada e, conseqüentemente, melhorada por um homem chamado Joseph Wilson Swan.

A lâmpada criada usava corrente contínua para seu funcionamento, que era de grande valia para a época, mas era um pouco limitada em questões de geração e transmissão de energia. Com isso, foram descobertos meios de se gerar a corrente alternada, por Nikola Tesla, que foi um grande inventor e pesquisador, que conseguiu aprimorar os métodos usados em relação à corrente elétrica.

Nos dias atuais, a utilização de energia elétrica já se tornou algo comum para todos, diferentemente da época de Nikola Tesla, devido à grande dificuldade de sua transmissão a todos e ao fato de que nem todas as pessoas tinham equipamentos para uso. Porém, graças à grande facilidade de uso desse benefício pelas pessoas no século XXI, torna-se cada vez mais preocupante a possível falta desse recurso no futuro.

Para a geração de energia elétrica, são necessárias usinas, como hidrelétricas, termoelétricas, eólicas e nucleares. Algumas delas usufruem dos meios naturais e, conseqüentemente, podem acabar se esgotando devido à grande demanda e ao desmatamento, que ocasionam grandes impactos ambientais e avanço do efeito estufa.

Torna-se necessário buscar formas alternativas de se gerar energia, para que não afete a natureza e traga problemas futuros para a sociedade. Uma opção que pode e que já vem sendo usada, mas com pouca frequência, é o uso de energia solar, que necessita basicamente do sol e de equipamentos adequados. O sol, independentemente de que se esteja captando ou não sua energia, não “sentirá” efeito; por isso, torna-se uma opção viável para a geração de energia. Se a energia do sol pudesse ser canalizada e captada por um único segundo, seria obtida energia suficiente para abastecer o Brasil por 9 mil anos (TAVARES, 2000).

O objetivo deste trabalho é mostrar e evidenciar a viabilidade de se usar a energia solar por causa da escassez de recursos de alguns meios, usando, como base de análise, o Centro Universitário Patos de Minas (UNIPAM), que já implantou o recurso de obtenção de energia, mas que, até o momento, é usado principalmente para estudos no curso de Engenharia Elétrica. Há 250 placas fotovoltaicas, das quais 240 são usadas tanto para estudo quanto para economia dos valores pagos de energia na instituição, e 10 são usadas, exclusivamente por alunos e funcionários, para estudo, trabalhos de conclusão de curso, congressos, dentre outros afins.

Além da possibilidade de poder estudar e analisar estatisticamente a eficiência de se usar essa forma de energia alternativa no UNIPAM, outro objetivo deste trabalho é mostrar, com dados e valores, a possibilidade de se expandir essa miniusina fotovoltaica para os blocos da instituição. Essa miniusina está presente apenas no terraço do Bloco I, pois os laboratórios de Engenharia Elétrica se encontram no quarto e último piso desse bloco. Há um funcionário responsável pela coleta de dados e pelo uso do local.

A cidade de Patos de Minas, onde se localiza o UNPAM, é considerada um bom local para se produzir energia fotovoltaica. Como a instituição já tem uma pequena produção, o que já contribui para uma pequena economia, implementar o sistema fotovoltaico em todos os blocos do *campus* seria de grande impacto para a redução de

gastos. Dependendo da viabilidade e dos recursos, poderia suprir toda a demanda energética que é gasta mensalmente.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

A energia solar é um tipo de energia que está sendo estudada, para o aprimoramento e melhoria da forma de sua geração, pois, em comparação com as demais formas de energia usuais, ela é considerada uma novidade. Pode trazer grandes economias, mas, para isso ocorrer, é necessário que seja feito um grande investimento. Com o decorrer do tempo, o valor investido pode trazer um bom retorno ao investidor, mas nem todos consideram essa possibilidade como uma oportunidade econômica para sua casa ou comércio. Alguns acreditam que não é tão viável, optando então por não usarem esse meio.

As implementações das células fotovoltaicas estão ocorrendo em uma pequena escala, sendo usadas até para a alimentação energética de alguns grandes edifícios, como a sede do Greenpeace em São Paulo. (GOLDEMBER, 2008).

Existem duas formas de se produzir energia usando o sistema fotovoltaico. O sistema off-grid é aquele que é isolado, independente, produz energia e, enquanto não está sendo consumida, é armazenada em baterias. Já o sistema on-grid é ligado à rede, e a concessionária tem um controle da quantidade produzida e da quantidade utilizada. Sendo assim, independentemente da produção de energia, o usuário paga pelo que consumir mensalmente. A concessionária usa o valor gerado e abate no valor consumido, caso o usuário produza mais que consuma, ele passa a ter um crédito com a concessionária referente ao valor que ele não consumiu em relação à sua produção. Crédito que atualmente fica armazenado por 5 anos e será abatido gradativamente caso não seja usado. É devolvido no período noturno e em dias chuvosos, quando a incidência solar é menor, e, conseqüentemente, menor geração. Portanto, os sistemas que são conectados à rede não contam com baterias para armazenamento de carga, fazendo com que haja produção somente no período do dia (MARQUES *et al.*, 2009).

O sistema *on-gride* é o mais usual devido à sua maior facilidade de instalação e à sua eficiência, já que, caso ocorra de a geração de energia, em um determinado momento, ser pouca ou muito alta, o cliente pode usar normalmente a da rede. Já no outro sistema, ele não pode depender da rede, pois possui um sistema isolado.

Neste trabalho, esse modelo mais comum foi utilizado para pesquisas e usado como base para se tentar obter bons resultados. Como a instituição visa à preservação do meio ambiente, adaptar um sistema que usa baterias não é ideal. Graças à grande quantidade de energia que pode ser gerada, seria necessário um banco de baterias muito grande e que, após sua vida útil, elas devem ser descartadas; devido a seu grande tamanho, o descarte acaba sendo difícil e prejudicial ao meio ambiente. Até o ano de 2050, devido à produção de energia solar, a América poderá decretar o fim da grande dependência do petróleo estrangeiro e reduzir as grandes emissões de gases de efeito estufa (ZWEIBEL *et al.*, 2008).

No Brasil, existe uma legislação restrita sobre o tema e uma tributação elevada, dificultando a ampliação e a capacidade dessa geração de energia, mas deverá ser mais explorada devido ao grande potencial (LUIZ; SILVA, 2017).

### 3 METODOLOGIA

O projeto envolve muitos cálculos para chegar aos valores necessários e estimativos do trabalho, pois são utilizados muitos valores médios, que podem não ser tão precisos quanto esperados. A finalidade é o estudo da viabilidade de implementação do sistema fotovoltaico. Se for possível mostrar que a pesquisa é viável, já é de grande valia.

Para início do processo, foi feita uma solicitação à contabilidade da instituição, pedindo as tarifas de energia do ano de 2018, para que se pudessem ter os dados necessários, como o valor mensal pago e o consumo mensal em kWh (Quilowatt-hora), e para que assim pudesse ser analisado o quanto um futuro sistema fotovoltaico teria que produzir de energia.

Após alguns dias, a solicitação foi respondida e concluída. Foram cedidas as tarifas de energia de julho a dezembro de 2018. Foram utilizados os valores pagos mensalmente dos seis meses para se obter uma média, que se deu da seguinte forma:

**Tabela 1 – Consumo de energia elétrica do UNIPAM  
Talões UNIPAM 2/2018**

Mês	Valor	KWh
Julho	45559,64	122413
<b>Agosto</b>	<b>57345,21</b>	<b>169496</b>
Setembro	55777,00	172841
Outubro	70713,37	203504
Novembro	63536,03	170832
Dezembro	49600,15	144813
Média	57088,57	163983,17

Fonte: Contabilidade do UNIPAM, 2019.

A média encontrada foi de R\$57088,57. No entanto, o valor obtido é bem próximo do valor pago em agosto de 2018, por isso foi utilizado para cálculos o oitavo mês do ano como base do projeto, afinal é uma média para viabilidade, e o mês escolhido tem valor superior a média, podendo então trazer resultados até melhores que a média, já que é um mês com 31 dias e de início de aulas no semestre.

VIABILIDADE DE EXPANSÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA  
 ATRAVÉS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO NO UNIPAM


Julho e dezembro são meses de férias, podendo ter feito com que a média fosse baixa. Em outubro, percebeu-se um valor elevado, R\$70713,37, ficando evidente que pode ocorrer de o consumo variar bastante em alguns meses.

Há projetos em que os cálculos usados são com a média do consumo em kWh e não do valor pago, geralmente quando o projeto é para uma residência ou empresa prestadora de serviços ou venda. O autor optou por utilizar o valor pago, pois a facultade sempre tem um consumo muito maior no período da noite, já que há uma maior quantidade de alunos e de aulas.

A pesquisa poderia ter utilizado as médias calculadas, mas, possivelmente, haveria uma diferença mínima, sendo pouco considerável. Outro ponto que pode ser observado é que, em alguns meses, o consumo é maior, produzindo mais energia que a calculada na média; mesmo nos meses com grande consumo, também há grande geração.

Portanto, foi usado o valor pago como base, mas apenas como média, pois é necessário o valor de consumo para cálculos de quantidade de energia necessária a ser produzida. O mês de agosto possui um consumo de 169496kWh. Esse valor foi obtido através da soma do consumo em horário de pico e do horário fora de pico. Segue abaixo uma imagem do talão utilizado.

Figura 1 – Talão de energia FEPAM

		Acesse o Cemig Atende www.cemigatende.com.br																																																							
Cemig Distribuição S.A. CNPJ 05.061.105/0001-16 / Ins. Estadual 068.902108-0/007 Av. Belizário, 1.302 - 11º andar - Ala A1 - CEP 30108-101 - São Horácio - MG		Emergências: 0800 723 2827 Tabela Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002																																																							
FUNDAÇÃO EDUC DE PATOS DE MINAS RUA MAJOR GOTE 791 EL CENTRO 38700-001 PATOS DE MINAS, MG CNPJ 23.354.848/0001-14		Nº DO CLIENTE <b>7000042755</b>	Nº DA INSTALAÇÃO <b>3013094874</b>																																																						
		Referente a <b>AGO/2018</b>	Vencimento <b>14/09/2018</b>																																																						
		Valor a pagar (R\$) <b>57.345,21</b>																																																							
NOTA FISCAL - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA - SÉRIE U - Nº013606752 - PTA Nº16.000114527,70																																																									
Classe Comercial	Subclasse Outros Serviços e Outras Ativ	Modalidade Tarifária TUSD Livre A4 Verde	Data de Emissão 06/09/2018																																																						
Informações de faturamento																																																									
Desconto 06/2018 de 49,94% ajustado para 49,58%.																																																									
Informações Gerais		Valores Faturados																																																							
Aplicado desconto de 49,58%. Tarifa vigente conforme Res Anual nº 2.396, de 23/05/2018. ICMS aplicado conforme Lei nº 21.789/15. Pela legislação tributária, os descontos a que se refere o Decreto Federal 7.891/13 também integram a base de cálculo do ICMS, PASEP e COFINS. AGENTE DE RELACIONAMENTO GERALDO H. SILVA E-MAIL: ghsilva@cemig.com.br		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descrição</th> <th>Quantidade</th> <th>Tarifa/Preço</th> <th>Valor(R\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Componente Fio kW HFP</td> <td>1.000</td> <td>20,54929577</td> <td>20.549,28</td> </tr> <tr> <td>Componente Encargo kWh HFP</td> <td>141.082</td> <td>0,09535211</td> <td>13.452,45</td> </tr> <tr> <td>Componente Encargo kWh HP</td> <td>28.414</td> <td>1,59547587</td> <td>45.352,33</td> </tr> <tr> <td>Energia Reativa kWh HFP/Unico</td> <td>146</td> <td>0,37747887</td> <td>55,08</td> </tr> <tr> <td>Energia Reativa kWh HP</td> <td>2</td> <td>0,37358517</td> <td>0,73</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>Encargos/Cobranças</b></td> </tr> <tr> <td>Ajuste de Desconto C. Enc HP</td> <td></td> <td></td> <td>94,62</td> </tr> <tr> <td>Ajuste de Desconto C. Fio HFP</td> <td></td> <td></td> <td>52,50</td> </tr> <tr> <td>Contribuição Pública Municipal</td> <td></td> <td></td> <td>26,09</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>Abatimentos e Devoluções</b></td> </tr> <tr> <td>Desconto Comp. Encargo HP</td> <td></td> <td></td> <td>-15.014,31</td> </tr> <tr> <td>Desconto Comp. Fio HFP</td> <td></td> <td></td> <td>-7.233,56</td> </tr> </tbody> </table>		Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço	Valor(R\$)	Componente Fio kW HFP	1.000	20,54929577	20.549,28	Componente Encargo kWh HFP	141.082	0,09535211	13.452,45	Componente Encargo kWh HP	28.414	1,59547587	45.352,33	Energia Reativa kWh HFP/Unico	146	0,37747887	55,08	Energia Reativa kWh HP	2	0,37358517	0,73	<b>Encargos/Cobranças</b>				Ajuste de Desconto C. Enc HP			94,62	Ajuste de Desconto C. Fio HFP			52,50	Contribuição Pública Municipal			26,09	<b>Abatimentos e Devoluções</b>				Desconto Comp. Encargo HP			-15.014,31	Desconto Comp. Fio HFP			-7.233,56		
Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço	Valor(R\$)																																																						
Componente Fio kW HFP	1.000	20,54929577	20.549,28																																																						
Componente Encargo kWh HFP	141.082	0,09535211	13.452,45																																																						
Componente Encargo kWh HP	28.414	1,59547587	45.352,33																																																						
Energia Reativa kWh HFP/Unico	146	0,37747887	55,08																																																						
Energia Reativa kWh HP	2	0,37358517	0,73																																																						
<b>Encargos/Cobranças</b>																																																									
Ajuste de Desconto C. Enc HP			94,62																																																						
Ajuste de Desconto C. Fio HFP			52,50																																																						
Contribuição Pública Municipal			26,09																																																						
<b>Abatimentos e Devoluções</b>																																																									
Desconto Comp. Encargo HP			-15.014,31																																																						
Desconto Comp. Fio HFP			-7.233,56																																																						
Histórico de Consumo		Base de cálculo (R\$)																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês/Ano</th> <th>Demanda(kW)</th> <th>Energia(kWh)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AGO18</td> <td>527</td> <td>28.414</td> </tr> <tr> <td>SET18</td> <td>430</td> <td>16.762</td> </tr> <tr> <td>OUT18</td> <td>554</td> <td>24.575</td> </tr> <tr> <td>NOV18</td> <td>507</td> <td>25.356</td> </tr> <tr> <td>DEZ18</td> <td>655</td> <td>31.307</td> </tr> <tr> <td>JAN19</td> <td>755</td> <td>33.833</td> </tr> <tr> <td>FEB19</td> <td>637</td> <td>25.403</td> </tr> <tr> <td>MAR19</td> <td>354</td> <td>13.304</td> </tr> <tr> <td>ABR19</td> <td>474</td> <td>17.252</td> </tr> <tr> <td>MAY19</td> <td>591</td> <td>31.000</td> </tr> <tr> <td>JUN19</td> <td>667</td> <td>29.382</td> </tr> <tr> <td>JUL19</td> <td>618</td> <td>28.704</td> </tr> <tr> <td>AGO19</td> <td>575</td> <td>29.577</td> </tr> </tbody> </table>		Mês/Ano	Demanda(kW)	Energia(kWh)	AGO18	527	28.414	SET18	430	16.762	OUT18	554	24.575	NOV18	507	25.356	DEZ18	655	31.307	JAN19	755	33.833	FEB19	637	25.403	MAR19	354	13.304	ABR19	474	17.252	MAY19	591	31.000	JUN19	667	29.382	JUL19	618	28.704	AGO19	575	29.577	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Base de cálculo (R\$)</th> <th>Alíquota (%)</th> <th>Valor (R\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ICMS</td> <td>75,419,87</td> <td>25,00</td> </tr> <tr> <td>PASEP</td> <td>75,419,14</td> <td>0,74</td> </tr> <tr> <td>COFINS</td> <td>75,419,87</td> <td>3,26</td> </tr> </tbody> </table>		Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)	ICMS	75,419,87	25,00	PASEP	75,419,14	0,74	COFINS	75,419,87	3,26
Mês/Ano	Demanda(kW)	Energia(kWh)																																																							
AGO18	527	28.414																																																							
SET18	430	16.762																																																							
OUT18	554	24.575																																																							
NOV18	507	25.356																																																							
DEZ18	655	31.307																																																							
JAN19	755	33.833																																																							
FEB19	637	25.403																																																							
MAR19	354	13.304																																																							
ABR19	474	17.252																																																							
MAY19	591	31.000																																																							
JUN19	667	29.382																																																							
JUL19	618	28.704																																																							
AGO19	575	29.577																																																							
Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)																																																							
ICMS	75,419,87	25,00																																																							
PASEP	75,419,14	0,74																																																							
COFINS	75,419,87	3,26																																																							
Código de Débito Automático <b>008057933015</b>		Instalação <b>3013094874</b>	Vencimento <b>14/09/2018</b>																																																						
Total a pagar <b>R\$ 57.345,21</b>		Agosto/2018																																																							

Fonte: Contabilidade do UNIPAM, 2019.

A soma foi dada por 28414(horário de pico) com 141082(horário fora de pico). A energia consumida é dada em kWh, em que é utilizada a potência consumida multiplicada pelo tempo de consumo, em horas.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de energia consumida mensalmente é a quantidade de energia que se quer gerar com o sistema. Para saber qual o tamanho do sistema, a energia gerada tem que ser igual à potência dos painéis utilizados multiplicando-se pelo tempo que eles irão trazer geração de energia, ou seja, o tempo de exposição ao sol, já que esse tipo de sistema só gera energia durante o dia.

$$\text{Energia}_{\text{Geração}} = \text{Potência Total}_{\text{Painéis}} \times \text{Tempo}_{\text{Exposição}}$$

Como o intuito desta pesquisa é descobrir qual a potência necessária para se produzir a energia consumida, essa é uma variável a ser descoberta, portanto, algebricamente pode-se isolar a potência de um lado da expressão igualando a energia dividida pelo tempo, da seguinte forma:

$$\frac{\text{Energia}_{\text{Geração}}}{\text{Tempo}_{\text{Exposição}}} = \text{Potência Total}_{\text{Painéis}}$$

No entanto, mesmo utilizando o tempo de exposição correto, foi necessário levar em consideração que, no processo de geração, existem perdas de energia. Para que o cálculo seja o mais próximo possível da realidade, foi acrescentado à fórmula o rendimento do sistema, para que não houvesse uma geração menor do que a esperada.

Geralmente, o rendimento utilizado por engenheiros e técnicos especialistas no ramo varia entre 75 e 85 por cento. Para este caso, foi adotado o valor de 80%, pois, em todo sistema elétrico, há perdas, e elas devem ser contabilizadas. Dessa forma, foi utilizada a seguinte fórmula, onde  $\eta$  é o rendimento.

$$\frac{\text{Energia}_{\text{Geração}}}{\text{Tempo}_{\text{Exposição}} \times \eta_{\text{Rendimento}}} = \text{Potência Total}_{\text{Painéis}}$$

Pode-se concluir que os valores de energia de geração e o de rendimento já foram definidos, restando apenas o tempo de exposição, para que fosse possível descobrir a potência total. Para isso, como a cidade onde fica situada a instituição é Patos de Minas, foi necessário saber quantas horas de sol há na cidade, para saber qual é o tempo de insolação que poderia existir na placa.

Para obter esse valor, utilizou-se do site CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica; foram usados os valores de longitude e latitude da cidade citada anteriormente, e o site informa o tempo de exposição médio anual. Para este caso, é de 5,35 horas por dia.

Como foi usado o tempo médio diário de exposição, a potência utilizada no telhado foi dividida por 30, simbolizando consumos diários. Antes de fazer a divisão, foram subtraídos 100 do valor total, pois existe um valor mínimo pago para utilização da rede, que é dado como 30kWh para sistemas monofásicos, 50kWh para bifásicos e 100kWh para trifásicos. Por isso, foi usado o valor 100 na subtração, pois é um sistema trifásico.

Portanto, para direcionar os cálculos e não parecer tão complexo, o valor foi dado por:

$$\frac{(169496-100) \text{ kWh}/30\text{dias}}{5,35 \times 0.8} = \text{Potência Total Painéis}$$

Resultando em:

$$\frac{5646,53}{4,28} = \text{Potência Total Painéis}$$

Portanto, a potência total dos painéis tem que ser de 1319,3kWp. Dado a isso, foi obtido o valor total. Foi preciso saber a quantidade de placas necessárias, que é de fato a parte mais simples, precisando apenas dividir o valor total pelo valor de geração de cada placa. Nesse caso, foi utilizada a placa de 320W, por opção dos autores para o dimensionamento, mas pode ser mudada.

Portanto, fazendo a simples divisão, foi obtido o resultado no valor de 4123, que seria, então, a quantidade de painéis fotovoltaicos necessários para suprir, em média, a energia consumida no UNIPAM.

A placa que foi utilizada para cálculos tem as seguintes dimensões: 1,95x1,0 em metros. Para que exista a geração de toda essa energia calculada, é necessário que exista uma grande área disponível para instalações das placas.

No UNIPAM, existe uma grande área em desuso, que são os tetos de vários blocos da faculdade, que podem ser usados para instalação desse possível sistema fotovoltaico. Para estudo de viabilidade, foi necessário fazer um levantamento para obter a área disponível citada, para saber se é possível utilizá-la ou não.

A área em desuso poderia ter sido solicitada ao departamento responsável pela construção ou manutenção dos blocos da instituição ou os autores da pesquisa poderiam tê-la medido. No entanto, isso não foi necessário, pois há programas e sites que já fazem isto, os quais ajudaram bastante na continuidade da pesquisa.

O site utilizado foi o CalcMaps, por meio do qual possível calcular a área dos terraços e os perímetros. Os valores encontrados podem variar com os reais, pois o método utilizado pode não ser tão preciso, e quem direciona o local onde será medido é

o usuário. Podia acontecer, então, de vários valores não serem tão precisos, mas, para este trabalho, o importante foi saber se havia uma área relativamente grande que pudesse abrigar todo esse sistema. Caso isso fosse possível, os valores, mesmo sendo um pouco discrepantes, não iriam interferir mais no projeto, mas sim se não existisse a área necessária.

Com os valores encontrados, foi elaborada uma tabela, para que pudesse ser separados os diferentes locais e, no final, uma soma do total. Há locais maiores e outros menores, fazendo com que, em alguns locais, caiba uma parte satisfatória do sistema e, em outros, não, dando viabilidade de instalação para diferentes locais.

**Tabela 2 – Áreas dos tetos dos blocos do UNIPAM**

<b>Medições do tamanho dos blocos do UNIPAM</b>		
<b>Local</b>	<b>Área média (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Perímetro médio (m)</b>
Bloco A	858	158
Bloco C	1443	192
Bloco D	1610	207
Bloco E	1403	174
Bloco F	1826	210
Bloco G	1490	184
Bloco H	1658	183
Bloco J	813	171
Bloco L	4240	270
Bloco M	2437	206
Bloco N	1557	176
Biblioteca	1335	178
<b>Área Total</b>	<b>20670</b>	<b>2309</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Sabendo que cada placa tem 1,95m por 1,0m, foram efetuados os cálculos, identificando que a área necessária para essa grande instalação era de 8039,85m<sup>2</sup>. Foi possível concluir que, já que a área total é de 20670 m<sup>2</sup> em média, a área necessária é bem inferior à encontrada.

Portanto, os cálculos e medições foram feitos buscando evidenciar que existia uma grande área a ser utilizada na instituição e que o sistema fotovoltaico poderia gerar grande parte da energia consumida. Mas para isso seria necessário fazer um levantamento financeiro, para se concluir se era viável para a instituição ou não fazer o investimento.



## VIABILIDADE DE EXPANSÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO NO UNIPAM

Para entrar nos valores necessários para finalizar a pesquisa, foi necessário entrar em contato com diversas empresas que trabalham com sistemas fotovoltaicos. Na cidade de Patos de Minas, há várias empresas no ramo, portanto uma recebeu muito bem o projeto, dando total apoio ao que fosse necessário, chamada de ILUMISOL Energia Solar.

Os cálculos feitos buscavam chegar a valores necessários para suprir a demanda energética no UNIPAM. Para os valores encontrados por cálculos, seriam necessários 4123 módulos fotovoltaicos de 320W. A Ilumisol conseguiu disponibilizar um orçamento com 2964 módulos de 410W, com um valor bem menor de placas fotovoltaicas, porém com uma placa de potência bem mais elevada, o que fez com que se diminuísse a diferença de potência total do sistema encontrada.

O valor de potência escolhido como 320W foi simplesmente uma escolha dos autores por ser mais comum de ser utilizado, mas a empresa solicitada não trabalhava com o suposto valor naquele momento, no entanto substituiu por um valor maior de potência.

Com a implementação dessa quantidade citada acima, a empresa disponibilizou todos os equipamentos e materiais necessários para a instalação, como a mão de obra para execução e transformadores para o sistema.

Figura 2: Itens e equipamentos para a composição do projeto



### COMPOSIÇÃO DO PROJETO

Com base nas informações fornecidas e dados obtidos por meio de cálculos, o sistema proposto para o local é composto dos seguintes itens e equipamentos:

Item	Qtde
HIKU CANADIAN 410W POLY-PERC	2964
ABB UNO-DM-6.0-TL-PLUS-SB-G	151
STRING BOX	Incluso
CABO SOLAR 6MM < PRETO	Incluso
CABO SOLAR 6MM < VERMELHO	Incluso
CONECTOR MC4 MULTI-CONTACT UR PV-KBT4/6II-UR ACOPLADOR FEMEA	Incluso
CONECTOR MC4 MULTI-CONTACT UR PV-KST4/6II-UR ACOPLADOR MACHO	Incluso
JUNÇÃO PARA PERFIL DE ALUMÍNIO	Incluso
ESTRUTURA DE ALUMÍNIO ADEQUADO AO TELHADO	Incluso
MATERIAL ELÉTRICO	Incluso
SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA	Incluso
PROJETO SOLAR FOTOVOLTAICO	Incluso
ART DE PROJETO E EXECUÇÃO	Incluso
ACOMPANHAMENTO JUNTO À DISTRIBUIDORA	Incluso
MONITORAMENTO DO SISTEMA VIA WEB	Incluso

Obs: Está incluso o transformador nas redes em que a concessionária fornecer rede monofásico 220V e o trifásico 380V.

Fonte: ILUMISOL Energia Solar, 2019.

Portanto, com os valores da quantidade de módulos e a de inversores que são necessários definidos, foi possível encontrar o valor total do investimento. O valor necessário para implementação do sistema foi de R\$ 6.218.304,40 (seis milhões, duzentos e dezoito mil, trezentos e quatro reais e quarenta centavos).

O valor citado é um investimento muito alto, mas poderá ter um retorno rápido, já que o consumo de energia elétrica no local é muito elevado. As placas fotovoltaicas têm uma garantia de 25 anos produzindo com até 83% do seu rendimento, no entanto não significa que o rendimento irá chegar a esse valor, pois existem casos onde demoram até 40 anos para isso ocorrer.

Como o tempo de durabilidade do sistema é muito longo, após alguns anos o investimento feito terá um retorno e, a partir desse momento, como o sistema já terá sido pago e a energia consumida será gerada, a fatura de energia poderá ser relativamente pequena. A fatura não será totalmente zerada, já que existem diversas taxas a serem pagas de toda forma e, como o consumo varia muito durante os meses, podem existir meses em que a geração seja bem menor que o consumo, gerando débito a ser pago. Como também podem existir meses em que o consumo seja bem baixo e a geração seja alta, podendo trazer descontos para os próximos meses.

O cálculo do tempo de retorno é dado pela própria empresa que faz o orçamento total, no entanto foi repassado que, em até 4 anos, será possível ter pagado o valor investido, fazendo com que, após esse período, a fatura de energia seja apenas um dos menores problemas para a instituição, que estará gerando sua própria energia.

## 5 CONCLUSÃO

A pesquisa buscou evidenciar a possibilidade da implementação de um sistema fotovoltaico no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Foi calculada a potência do sistema e a quantidade de placas necessárias. Após concluir a parte de cálculos e dimensionamentos, foi possível encontrar uma empresa parceira para auxiliar neste estudo da viabilidade.

Foi possível concluir que o sistema é de grande valia, pois, após fazer o investimento, a instituição, como foi citado, pode diminuir, em alguns anos, drasticamente o valor pago nas faturas de energia, fazendo com que seja uma dívida a menos por mês, trazendo uma grande economia que a ser revertida em uma melhoria nos cursos, na infraestrutura do *campus*, dentre outros investimentos.

Para que seja possível a instalação do sistema, por ser um sistema gigante de geração de energia, seria necessário que o UNIPAM alterasse sua demanda contratada, pois só pode ser gerado pelo próprio consumidor um valor igual ou inferior à sua demanda contratada, que, no caso estudado, a demanda contratada é bem baixa, sendo necessário ser feita esta alteração.

A definição da demanda contratada pela instituição não era um dos focos do trabalho, já que é algo que não depende somente de um projeto de pesquisa, mas sim de fatores tanto do consumidor, quanto da concessionária de energia. Portanto, caso seja

alterado para a instalação do sistema fotovoltaico estudado, seria algo muito significativo para economia de energia, como também de grande importância para o meio ambiente, por ser um sistema que gera energia limpa e sem poluentes.

Há, na sociedade, um percentual muito pequeno de implantação do sistema fotovoltaico. Caso o UNIPAM adotasse o sistema, outras instituições e muitas pessoas poderiam buscar conhecimento sobre o esse tipo de geração de energia, já que uma empresa grande como a referida não faria um grande investimento em vão. Com isso, pode se tornar um exemplo não só para moradores da cidade de Patos de Minas, como também para toda a região. A instalação do sistema fotovoltaico em residências e instituições, como no caso do UNIPAM, pode contribuir para a conservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

GOLDEMBER, J. Potencialidades da energia solar no Brasil. **Scientific American Brasil** [online], 2008.

LUIZ, Beatriz; SILVA, Thamires. Energia fotovoltaica: um retrato da realidade brasileira. **INOVAE**, São Paulo, v. 5. 2017.

MARQUES, Rubéria; KRAUTER, Stefan; LIMA, Lutero. Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia. **Tecnol. Fortaleza**, v. 30. 2009.

MUNDO educação. **As lâmpadas de Edison**. Disponível em:  
<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/curiosidades/as-lampadas-edison.htm>.

TAVARES, M. Aprendendo sobre o Sol. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Rio de Janeiro, Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense, v. 22. 2000.

ZWEIBEL, Ken; MASON, James; FTHENAKIS, Vasilis. Perspectivas para a energia solar. **Scientific American Brasil**, 2008.