



BOLATTO, G., SOZZA, A., GAUNA, I., RUSCONI, M.(2000). The Geographic Information System (GIS) of Turin Municipality. In: Ishida, T., Isbister, K. (eds) Digital Cities. Digital Cities 1999. **Lecture Notes in Computer Science**, vol 1765. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/3-540-46422-0\\_9](https://doi.org/10.1007/3-540-46422-0_9)

BHATIA, T. *et al.* **Web GIS Development using Portal for ArcGIS, ArcGIS Server and Web AppBuilder for ArcGIS.** In International Journal of Computer Science and Technology, Vol. 10, No. 1, pp. 43-47, 2019.

CAMPÊLO, A. C.; BARBOSA, I. M. B. R.; CARVALHO, V. S.; FERREIRA, A. A.; CARVALHO, F.; RECENA, L. **SIG Web Sigabem: ferramenta para auxiliar na tomada de decisão.** Revista Tecnologia & Cultura - Rio de Janeiro - N. 36, Ano 23 - ago./dez. 2020 - p. 109-121.

DOMINGUE, J.; KOMNINOS, N., PALLOT, M. TROUSSE, B.; N. M. The future internet: Future Internet Assembly 2011: **Achievements and technological promises.** Springer, 2011.

FU, P.; SUN, J. **Web GIS: Principles and Applications.** 1. ed. ESRI Press. 2010. 312 p.

GOODCHILD, M. F.; FU, P.; RICH, P. Sharing geographic information: An assessment of the geospatial one-stop. **Annals of the Association of American Geographers**, 97(2), 249–265, 2007.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, **D. W. Sistemas e Ciência da Informação Geográfica.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

SHEPARD, M. Sentient city: ubiquitous computing, architecture, and the future of urban space. **Architectural League of New York**, 2011.



## **Projeto de Iluminação com Sistema Fotovoltaico Isolado para Ônibus Food Truck**

### ***Illumination design project for a Food truck with an isolated photovoltaic system***

**João Vitor Pruinelli, Bel. Engenharia Mecânica, IFSC.**  
joao.vp15@aluno.ifsc.edu.br

**João Pedro de Marchi, Tec. Engenharia Mecânica, IFSC.**  
joao.pdm@aluno.ifsc.edu.br

**Juscelia Padilha, Me, IFSC**  
juscelia.padilha@ifsc.edu.br

**Luan Henrique Pereira, Tec. Engenharia Mecânica, IFSC.**  
luan.p11@aluno.ifsc.edu.br

**Jeancarlos Araldi, Dr. Engenharia, IFSC.**  
jeancarlos.araldi@ifsc.edu.br

#### **Resumo**

Diante do atual cenário mundial, que busca por fontes alternativas de energia, pensou-se neste estudo. Considerou-se a necessidade de um sistema independente, em locais desprovidos de fonte de energia elétrica, para resolver alguns problemas da sociedade. O objetivo deste, é desenvolver um sistema fotovoltaico isolado, que tivesse autonomia para suprir a própria demanda de iluminação, sendo dimensionado para um ônibus *food truck*. Tal sistema ficaria acoplado ao ônibus, com painéis fotovoltaicos fixados em uma estrutura no teto no lado externo. Sistema este, que poderá ser desconectada periodicamente, quando o ônibus necessitar se deslocar. Os demais componentes estão alocados internamente. Para testes de validação, simulou-se a implantação em um container presente no IFSC Campus Xanxerê. O projeto visa difundir a consciência sustentável, mostrando o compromisso do IFSC com empresas e toda a comunidade. Além de possibilitar aos estudantes a aplicação dos saberes adquiridos no cursos com ênfase em mecânica.

**Palavras-chave:** sustentabilidade; energia renovável; energia solar



## Abstract

*As for the current society, there's a search for renewable energy sources, and given the situation, this project was brought up as a way to provide energy to an isolated system that has not got a way of generating energy for itself, automatizing this energy-give process. Therefore the objective of this project was to develop a photovoltaic system that has the autonomy to provide energy to itself, and thy system shall be allocated onto a food truck. The system was fixed into a structure on top of the food truck, the structure which can be detached if the food truck ever needs to move. A few other components could be found inside of the food truck. This system was implanted into IFSC Campus Xanxerê's container, simulating a food truck. Developing thy project helped to show how IFSC Campus Xanxerê is committed with sustainable development and with the community.*

**Keywords:** Sustainability, renewable energy, solar power

## 1. Introdução

Os seres humanos possuem características intelectuais que os diferencia dos demais animais. Essas características possibilitaram, historicamente, seu desenvolvimento técnico e social. Em decorrência disso, novas necessidades foram sendo criadas, exigindo novas tecnologias para supri-las. Nem sempre esses avanços consideram o espaço em que estão inseridos ou até mesmo com o planeta terra. Isso vem sendo demonstrado em vários aspectos da sociedade, principalmente com a geração de energia a partir de fontes não renováveis. O planeta não consegue repor a matéria prima utilizada para essa produção de energia. Todavia com os impactos previstos por levianas ações, novas fontes de geração de energia “alternativas”, de fontes renováveis estão sendo desenvolvidas, tais como eólicas, solares fotovoltaicas e centrais termelétricas (REIS & SANTOS, 2014).

Atualmente, 90% da energia elétrica consumida no Brasil advém de usinas hidrelétricas. Apesar disso, o país só utiliza 25% do seu potencial hidráulico (PENA, 2018). Isso acontece porque o Brasil também tem grande potencial em outras áreas de geração de energia, como é o caso da energia proveniente do sol. Estudos apontam que o Brasil tem níveis de irradiação maiores até mesmo que os países líderes no segmento de energia fotovoltaica, como Alemanha e China.

Os painéis que produzem a energia solar funcionam através do “efeito fotovoltaico”, fenômeno esse, que produz corrente elétrica com os raios ultravioletas da luz solar, isso acontece por que a origem de suas células é formada por semicondutores. A maioria das células é fabricada de Silício, que possuem uma banda de energia que permite elétrons, e uma banda que não os possui (vazia), essa diferença das bandas aliadas a materiais presentes na composição da célula, como Fósforo e até Boro, permite a produção de energia. A excitação calórica dos raios ultravioletas, aliado a propriedade dos materiais semicondutores

(diminui sua resistividade quando são aquecidos), produzem uma diferença de tensão que gera a corrente elétrica contínua, que pode ser armazenada e/ou transformada em corrente alternada por um inversor.

Através da radiação solar podemos obter duas fontes de energia sustentáveis, nas quais estão submetidas a efeitos distintos, são eles o efeito fotoelétrico e o efeito fotovoltaico. Embora ambos estejam relacionados com a emissão de elétrons por meio da absorção de luz, esses não ocorrem através do mesmo processo (FONTES, 2018).

A grande vantagem do sistema pensado para este projeto é que seria isolado. Sistemas fotovoltaicos isolados (SFI) são sistemas que não tem conexão com a rede elétrica, ou seja, são autônomos. Quando compostos pelo gerador (módulo) fotovoltaico, controlador de carga, inversor e nesse caso, necessitam de um conjunto de acumuladores de energia (baterias) para suprir as necessidades elétricas quando a produção dos geradores é insuficiente (tempo nublado ou durante a noite são alguns exemplos).

Logo vê-se a importância que este projeto representou tanto para o IFSC campus Xanxerê quanto para a comunidade de energia elétrica renovável. Enriquecendo o conhecimento dos estudantes e desenvolvendo uma tecnologia importantíssima para o crescimento do cenário científico brasileiro.

## 2. Procedimentos Metodológicos

O presente artigo calculou-se o consumo diário, dimensionamento das baterias, perdas de energia do sistema, dimensionamento dos módulos fotovoltaicos, dimensionamento do inversor (a energia armazenada nas baterias é corrente contínua - CC, e a utilizada (resistência) é corrente alternada - CA, dimensionamento do controlador de carga, dimensionamento dos componentes que foram utilizados (fios condutores, fusível, quadro de comando, diodo semicondutor).

Após os cálculos, dimensionou-se o sistema e, então projetada a disposição dos equipamentos no ônibus, de forma a não impactar nas atividades desenvolvidas. Os painéis fotovoltaicos foram alocados no teto do ônibus. O inversor, o controlador de carga, os fusíveis e os diodos no quadro de comando. Este, conta com disjuntores do ônibus, possibilitando acionamento da rede elétrica, se necessário. Do quadro de comando será distribuída a energia (por fios condutores, em eletrodutos). A bateria é alocada no chassi, protegida de intempéries e bem arejado.

A próxima e última etapa, desenvolveu-se o projeto em CAD e a fabricação da estrutura para fixar os painéis solares. Que além de suportar o peso das placas calculadas, em uma orientação ideal, mantém-se estática em cima do container do almoxarifado (simulação) enquanto permanece estacionado. Devido à exposição dessa estrutura às intempéries diariamente, fabricou-se com aço galvanizado (resistente à oxidação) no formato

de dois triângulos retângulos de mesma angulação, como indica a literatura, para maior aproveitamento/rendimento.

### 3. Resultados Preliminares

Primeiramente confeccionou-se a estrutura de suporte para os painéis solares (1), a qual pintou-se para evitar desgaste da estrutura causados por intempéries climáticas e pela oxidação (2). Logo após, iniciou-se a instalação elétrica fixando os eletrodutos e passando os fios condutores que ligam todos os componentes do sistema (3), para então confeccionar as ligações elétricas entre o painel, quadro de comando, lâmpadas, etc.

A caixa de bateria alocou-se no container adjacente o qual instalou-se os painéis fotovoltaicos. E ao final tem-se um sistema que gera energia corretamente, carrega a bateria e ilumina o container, controlado pelo controlador de carga.



Figura 1: (1) - Estrutura de suporte dos painéis, (2) - Pintura da estrutura de suporte e (3) - instalação elétrica. Fonte: elaborado pelos autores.

#### 3.1 Análises dos Resultados do Projeto

Sobre o consumo diário de energia elétrica, levando em consideração as informações da Lâmpada Led T8 18W, é possível distinguir o quanto de energia será necessário para acender as lâmpadas dentro do período indicado.

A potência total instalada [1] é dada por:

$$P_{instalada} = 18W \cdot 8 = 144W \quad [1]$$

Sendo assim o consumo diário [2] é estimado em:

$$C = 144W \cdot 4h = 576Wh$$

[2]

Tabela 1 - Resumo do consumo das lâmpadas LED

Quantidade	Equipamentos	Consumo (W)		Horas de uso/Dia	Consumo Diário (Wh)
		Por unidade	Total		
8	Lâmpada LED	18	144	4	576

Fonte: Autores.

A energia mínima das baterias é dada pela razão entre o consumo diário [2] e o percentual de descarga. Aproximando o total de perdas nos cabeados em 6%, perdas de conversão de energia na bateria (energia elétrica-química-elétrica) de 10% e outros 10% de perdas por desajuste, tem-se que a energia mínima das baterias com perda [3] necessária será:

$$Energia_{perdas} = \frac{2880Wh}{(1 - 0,06) \cdot (1 - 0,10) \cdot (1 - 0,10)} \approx 3782,5 Wh$$

[3]

Considerando que foram utilizadas apenas baterias de 12V, sua capacidade [4] é dada por:

$$C_{baterias} = \frac{3782,5 Wh}{12V} \approx 315,2Ah \quad [4]$$

Para realizar o dimensionamento dos painéis fotovoltaicos, considerou-se o mês com menor incidência solar, sendo junho como mostra a tabela 2, garantindo pleno funcionamento durante todo o ano.

Irradiação solar diária média [kWh/m2.dia]												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
6,22	5,66	5,08	4,11	3,16	2,70	2,99	3,86	4,07	5,10	6,10	6,38	4,62

Fonte: CRESESB

$$Potência = \frac{C}{Horas\ de\ sol} = \frac{576Wh}{2,70h} \approx 213,33W \quad [5]$$

A partir da potência, dimensiona-se levando em consideração as perdas (perdas nos cabamentos em 6%, perdas de conversão de energia na bateria 10% e outros 10% de perdas por desajuste (não utilização de um MPPT),) (6).

$$Potência_{Necessária} = \frac{213,33W}{(1 - 0,06) \cdot (1 - 0,10) \cdot (1 - 0,10)} \approx 278,86W \quad [6]$$

Após, calcula-se a quantidade de painéis necessários (7).

$$Painéis_{Necessários} = \frac{Potência_{Necessária}}{Potência_{painel}} = \frac{278,86W}{150W} \approx 1,85 \quad [7]$$

Com os cálculos referente aos painéis concluídos, vê-se a necessidade de dimensionar o inversor. Adotando o inversor Tech One de 200W, calcula-se a carga relativa do inversor quando operando a plena carga (S):

$$P_{utilizada} = \frac{S}{P_{inversor}} \cdot 100 = \frac{121,26W}{200W} \cdot 100 \approx 60\% \quad [8]$$

Com a carga relativa do inversor calculado, percebe-se que é o suficiente para operar ao máximo com as placas. Com isso é necessário um controlador de carga para regular a tensão das baterias para aumentar a vida útil das mesmas. Logo, uma corrente máxima no lado de corrente alternada se dá por:

$$I_{Máxima} = \frac{S}{V} = \frac{121,26W}{220V} \approx 0,55A \quad [9]$$

- E considerando um rendimento ( $\eta$ ) de:

$$I_{entrada} = I_{painéis} \cdot n_{painéis} = 8,32 \cdot 2 = 16,64 \quad [10]$$

Conta:

$$\eta = \frac{P_{saida}}{P_{entrada}} = \frac{V_{saida} \cdot I_{saida}}{V_{entrada} \cdot I_{entrada}} = \frac{220 \cdot 0,55}{12 \cdot 16,64} \approx 0,60 \quad [11]$$

Teremos a seguinte corrente no lado de corrente contínua:

$$I_{máxima} = \frac{V_{saida} \cdot I_{saida}}{\eta \cdot V_{entrada}} = \frac{220V \cdot 0,55A}{0,60 \cdot 12V} \approx 16,8A \quad [12]$$

Assim determinou-se: fatores elétricos envolvendo as placas fotovoltaicas, faltando o dimensionamento dos fios condutores, os quais foram selecionados em 1,5 mm<sup>2</sup> para suprir a demanda necessária.

Determinando assim a seguinte tabela de resumo:

Tabela 3 - Resumo dos componentes elétricos utilizados na iluminação

Circuitos	Potência		Corrente Nominal (A)	Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )	Disjuntor	
	Tipo	Quantidade				P. lâmpada (W)
Lâmpadas LED	8,00	18,00	121,26	0,55	1,5	10,00

Fonte: Autores.

Com todos os fatores prévios definidos, por fim realizou-se a montagem final das placas fotovoltaicas em cima do container do almoxarifado do IFSC Campus Xanxerê, como mostra a imagem abaixo (Figura 2).



Figura 2 - Resultado final da montagem das placas fotovoltaicas. Fonte: Elaborado pelos autores.



#### 4. Conclusão e Considerações Finais

Para a elaboração deste estudo foi necessário a aplicação e a busca por conhecimentos em diversas áreas, sobre diversos temas, se estendendo além dos limites da área da engenharia mecânica e sustentabilidade. Exigiu-se dos autores a capacidade de materializar conceitos abstratos aprendidos, como o dimensionamento e fabricação de uma estrutura, por exemplo. Possibilita aos envolvidos se aproximarem da realidade do mercado de trabalho, idealizando, projetando e executando.

Pode-se observar também a importância da pesquisa, que tem a oportunidade de desbravar e interligar assuntos pertencentes tanto à mecânica quanto à elétrica, quanto à sustentabilidade, mostrando assim como todas as engenharias e principalmente a sustentabilidade devem se unir, já que, são complementares, não excludentes. Tudo isso com uma fundamentação teórica sólida, baseada em dados e fontes confiáveis.

Além disso, o projeto deu-se oportunidade de criação; desenvolver a criatividade e o espírito de inovação. É preciso pensar e desenvolver, além do projeto, a relação entre investidor e beneficiado, caracterizando uma ação de extensão, onde busca-se produzir um sistema voltado para o benefício de empresas presentes em qualquer comunidade que possa aplicar este estudo. As quais não recebem retornos diretos, mas indiretamente, com a visibilidade positiva conquistada, com a implementação de uma fonte de energia alternativa de tamanha importância como a solar para o bem estar da sustentabilidade.

Os dispositivos previstos neste projeto não são inovadores, mas a forma de aplicação e a junção dos conceitos em um único sistema integrado, isolado e móvel, é o grande diferencial deste projeto. Proporcionar um sistema independente para empresas que atuam em ônibus “*food truck*”, trará uma maior flexibilidade de trabalho, podendo atuar em locais sem aporte de energia.

#### Referências

CRESESB (Rio de Janeiro). Ministério de Minas e Energia. **Potencial Solar**: sundata v 3.0. SunData v 3.0. 2014. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em: 26 fev. 2023.

DOS REIS, Lineu Belico et SANTOS, Eldis Camargo. *Energia elétrica e sustentabilidade: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais*. Editora Manole, 2006.

FONTES, Ruy. Suporte Para Placa Solar: o Guia de Estruturas para Garantir a Durabilidade do Seu Sistema. Bluesol, 2018. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/suporte-para-placa-solar/>. Acesso em: 1 de março de 2023.

PENA, Rodolfo F. Alves. Fontes de Energia do Brasil. Mundo Educação. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/fontes-energia-brasil.html>>. Acesso em, v. 23, 2018.

SANTOS, Erica Kelly Schllemer. Diretrizes para a concepção de projetos com sistema fotovoltaico conectado à rede em residências de médio padrão na cidade de Pato Branco - Paraná. Roca, 2018.