

# ENERGIA RENOVÁVEL: GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

Rafaella Cavalcante Zeron<sup>1</sup>, Michele Rodrigues Hempel Lima<sup>2</sup>  
 1,2 Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI  
 rafaellaczeron@gmail.com, michelerodrigues@fei.edu.br

**Resumo:** Considerando os desdobramentos das ações antrópicas no planeta Terra e no meio-ambiente – por exemplo o efeito estufa, o aquecimento global e o buraco na camada de ozônio – é imprescindível que a sociedade se conscientize e corrija a maneira como lida com os ecossistemas. Tendo em vista a necessária mudança de hábitos, o presente estudo possui o propósito de apresentar, de forma acessível e compreensível, o projeto de um conjunto de painéis solares, incluindo dimensionamento, construção e funcionamento deste sistema de energia elétrica, de forma a auxiliar na crucial educação ambiental dos seres humanos.

Com o propósito de exibir uma aplicação real, o presente projeto participou do concurso Engenharia-ação na cidade de São Paulo, no qual foram disponibilizadas plantas e contas de energia elétrica do Centro de Educação Unificado (CEU) Butantã para que os candidatos pudessem implementar alternativas de geração de energia sustentável. Utilizando como base os prédios da escola e do teatro, foi possível dimensionar uma fazenda de placas fotovoltaicas capazes de suprir a demanda energética do CEU Butantã e ainda ultrapassar a quantidade energia elétrica necessária.

## 1. Introdução

Tendo em vista a evolução da sociedade e de seu padrão de vida, ambos sustentados pelo contínuo desenvolvimento das tecnologias, o meio ambiente vem sendo utilizado de forma demasiada e imprudente. A ação antrópica sobre os ecossistemas é tão brusca que ao longo dos anos foram criadas diversas iniciativas com o intuito de compelir os seres humanos a controlá-la, como exemplo, é possível citar: a Conferência de Estocolmo, o Protocolo de Montreal e o de Kyoto, o ECO-92, entre outros.

Uma temática importante a ser citada é a correlação que a evolução da espécie humana possui com o desenvolvimento da energia elétrica e suas fontes, sejam elas renováveis ou não renováveis [3]. Levando em conta tal dependência e a inevitabilidade, citada previamente, que o corpo social possui de elaborar maneiras mais sustentáveis de viver, conclui-se que o uso de fontes renováveis de energia elétrica é imprescindível para que a vida humana atualmente conhecida continue sua existência de forma plena [2].

Considerando os parágrafos anteriores e, também, a indispensabilidade do fato de que todo o corpo social deve ter acesso ao conhecimento, o presente trabalho tem como objetivo apresentar, de maneira didática e inteligível, o dimensionamento e construção de um sistema elétrico de geração de energia fotovoltaica.

## 2. Metodologia

O concurso Engenharia-ação na cidade de São Paulo tem como objetivo avaliar e reconhecer ideias, desenvolvidas por estudantes de engenharia, que visam

resoluções de problemas para a Secretaria de Infraestrutura e Obras da Prefeitura de São Paulo (SIURB-PMSP) [1]. Para o eixo de energias renováveis, o desafio é projetar a implementação de um sistema de geração própria com energia fotovoltaica para os prédios públicos da PMSP, mais especificamente o prédio do Centro de Educação Unificado (CEU) Butantã – Elizabeth Gaspar Tunala [1]. Para o dimensionamento adequado dos painéis fotovoltaicos, é necessário estudar o consumo que o CEU Butantã possui, portanto, com os valores disponibilizados pelos órgãos responsáveis pelo concurso Engenharia-ação na cidade de São Paulo, considerou-se um consumo médio ( $M_c$ ) de 35.962 kWh por mês.

## 3. Resultados

Inicialmente, pôde-se calcular, através da Equação 1, a quantidade de painéis fotovoltaicos necessários para atender a demanda estipulada.

$$N^{\circ} \text{ de módulos} = \frac{M_c}{30 * M_r * F_c} \quad (1)$$

Para a variável identificada como  $M_c$ , adotou-se o valor de 35.962 kWh, valor médio de consumo para o ano de 2019 calculado anteriormente. O fator de correção, identificado como  $F_c$ , foi estipulado em 80%, uma vez que é indispensável considerar a influência causada por sujeira, temperatura, cabeamento, incompatibilidade, inversor e/ou sombreamento. Já para extração da irradiação média ( $M_r$ ), utilizou-se a biblioteca do Centro de Referência para Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB), na qual foi considerado o pior caso, mês de junho com o plano inclinado 24° para o Norte, obtendo um valor de  $M_r = 4,13 \text{ kWh/m}^2\text{-dia}$ . Com posse dos valores para cada parâmetro exposto na Equação 1, calculou-se que seriam necessários 363 módulos para atender a demanda prevista para o CEU Butantã, entretanto, julgou-se necessário aumentar a quantidade de energia gerada, desta forma, a geração da fazenda fotovoltaica do CEU Butantã seria capaz de dar suporte aos consumos de outros Centros de Educação Unificados, portanto, a quantidade inicial de 363 módulos foi aumentada para 1000 placas solares. Com o aumento de painéis fotovoltaicos utilizados o consumo médio atendido será de 99.120 kWh por mês. O próximo estágio foi a escolha do painel fotovoltaico a ser utilizado para os demais cálculos, assim sendo, optou-se por um painel comercializado pela empresa SUNERGY com os principais dados técnicos exibidos pela Tabela 1. Conhecendo o painel fotovoltaico a ser utilizado e sua potência de pico ( $P_m$ ), juntamente com o número de módulos necessários para o projeto, determinou-se a potência total ( $P_s$ ) do sistema, calculada em 550 kW, com auxílio da Equação 2.

$$P_s = N^{\circ} \text{ de módulos} * P_m \quad (2)$$

|                                    |                           |
|------------------------------------|---------------------------|
| Tipo de Célula                     | Mono Cristalina 182x91 mm |
| Potência Pico (Pm)                 | 550 Wp                    |
| Tensão em Máxima Potência (Vmpp)   | 42,4 V                    |
| Corrente em Máxima Potência (Impp) | 12,98 A                   |
| Tensão em Circuito Aberto (Voc)    | 50,2 V                    |
| Corrente de Curto Circuito (Isc)   | 13,82 A                   |

Tabela 1 - Principais dados técnicos do painel escolhido.

A princípio, os painéis foram alocados no prédio de maior área, prédio referente ao bloco didático, no qual ambas as águas do telhado foram utilizadas, totalizando a alocação de 912 módulos, conforme exhibe a Figura 1. É válido mencionar que, devido ao peso de 29 kg por painel, é necessário que um engenheiro civil avalie e gere uma Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) constatando se a estrutura é capaz de suportar o peso dos módulos ou se será necessária uma modificação nesta estrutura.

Depois de 912 módulos serem designados ao prédio da escola (gerando uma potência de 501,6 kWp), o prédio do teatro foi utilizado para alocar a quantidade faltante de painéis de forma a atender a demanda proposta de 1000 módulos, portanto, no prédio referente ao bloco cultural foram alocados 88 painéis fotovoltaicos, gerando uma potência total de 48,4 kWp. A Figura 2 exhibe a distribuição feita para cada um dos prédios citados.

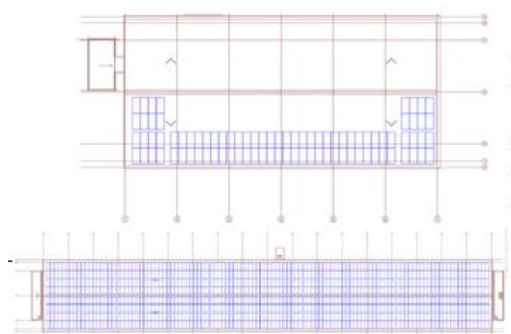


Figura 1 - Planta do prédio didático e cultural.

A Figura 2 evidencia a localização das salas elétricas de cada um dos blocos, didático e cultural, utilizados neste projeto.



Figura 2 – Localização das salas elétricas.

Utilizando como exemplo o prédio da escola, na sala elétrica, a fiação entra no quadro elétrico de corrente contínua (DC), identificado como QDDC-DID, no qual estão os dispositivos de proteção. Analisando a Figura 3, nota-se que, após o quadro elétrico DC, há quatro inversores (INV-DID-01, INV-DID-02, INV-DID-03 e

INV-DID-04), e, na sequência, um quadro elétrico de corrente alternada (AC), indicado pela sigla QDAC-DID, do qual saem os cabos de 3F+PE#70mm<sup>2</sup> que serão interligados, através de tubos de PVC enterrados, à cabine de entrada já existente no CEU Butantã.

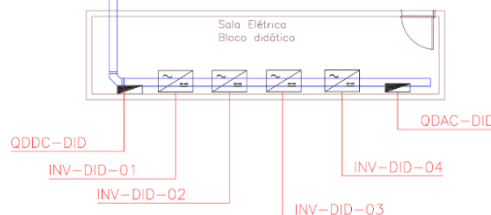


Figura 3 – Dimensionamento da sala elétrica do bloco didático.

#### 4. Conclusões

A união do estudo explicitado neste documento - pesquisa com o enfoque em um sistema de geração de energia limpa através de painéis geradores fotovoltaicos - juntamente com o concurso Engenharia-ação na cidade de São Paulo, no qual o presente estudo se encaixa no eixo de energias renováveis, é uma grande oportunidade para comprovação do sistema proposto no atual projeto.

Com a disponibilização, feita pelos órgãos responsáveis pelo concurso, das contas de luz e das plantas referentes aos prédios presentes na área relativa ao CEU Butantã - Elizabeth Gaspar Tunalá, pôde-se determinar como e quantos painéis seriam acoplados aos telhados dos prédios da escola e do teatro e, a partir deste dimensionamento, foi possível otimizar a construção da usina de gerados fotovoltaicos.

É válido mencionar que durante o estudo referente a fazenda fotovoltaica, foi proposto a criação de uma construção auxiliar para alocação de mais placas fotovoltaicas, entretanto, notou-se que os custos desta construção não seriam de alta rentabilidade para o projeto.

Por último, é importante frisar que este projeto poderia ser feito, de forma bastante similar, com painéis fotovoltaicos híbridos, ou PVT, de maneira que fosse capaz de utilizar duas formas de geração de energia e não apenas a geração solar de energia elétrica.

#### 5. Referências

- [1] Engenharia-Ação na cidade de São Paulo. Disponível em: [http://abece.com.br/concurso\\_engenharia\\_acao/index.html#](http://abece.com.br/concurso_engenharia_acao/index.html#). Acesso em: 26 nov. 2021.
- [2] SILVA, Marcelo G. da; GUIMARÃES, L. D. S. G. Uso do Índice de Desenvolvimento Humano como Instrumento de Projeção de Demanda de Energia Elétrica. Economia e Energia. Rio de Janeiro, v. 1, n. 86, p. 03-16, 2012.
- [3] TRIGOSO, Federico Bernardino Morante. Demanda de energia elétrica e desenvolvimento socioeconômico: o caso das comunidades rurais eletrificadas com sistemas fotovoltaicos. Programa Intercomunidades de Pós Graduação em Energia. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

#### 6. Agradecimentos

À minha família e amigos pelo apoio de sempre e à professora Michele por acreditar no meu potencial.