



Cruzeiro do Sul Virtual
Educação a Distância

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA QUE PODE SER GERADA PELO FLUXO DOS VENTOS EM ESTAÇÃO DO METRÔ DE SÃO PAULO

ALUNO: Alexandre Mascarenhas

ORIENTAÇÃO: Professor Júlio César

RESUMO

- Este projeto tem o objetivo de estudar e avaliar a capacidade que os ventos que são gerados devido a diferença de pressão que surge devido a passagem dos trens nos túneis do Metrô de São Paulo;
- O projeto se propõe a avaliar a capacidade de geração de energia elétrica no mezanino da estação São Joaquim da Linha 1 - Azul do Metrô de São Paulo;
- obter estimativas e possibilitar o estudo em possíveis soluções para microgeração de energia elétrica por meio da energia eólica;
- Desenvolvimento de um dispositivo capaz de transformar a energia mecânica dos ventos em energia elétrica e medir a potência gerada.



INTRODUÇÃO

- Empresas de transporte público sobre trilhos, como a Companhia do Metropolitano de São Paulo, não ficam de fora deste cenário;
- Máximo aproveitamento dos recursos do qual as operadoras se utilizam, de forma a minimizar o desperdício de energia, e otimizar os gastos;
- Iniciar um estudo sobre a capacidade que os deslocamentos de ventos que ocorrem nas estações do Metrô de São Paulo, devido a passagem do trem na mesma, têm de gerar energia elétrica;
- Quanto é possível gerar em média por dia, e algumas possíveis configurações, nas quais a captação dos ventos seria mais eficiente.



METODOLOGIA

- Pesquisa bibliográfica em livros, páginas e artigos científicos da área;
- Desenvolvimento e Montagem de um protótipo, capaz de medir a potência elétrica gerada, a partir de um fluxo mínimo de ventos;
- Estudo em campo, para definição da melhor estação do Metrô de São Paulo para a realização das medições;
- Calibração do protótipo para se adequar às intensidades encontradas em campo;
- Medição da potência gerada pelos ventos na estação;

DESENVOLVIMENTO

- Desenvolvimento de um dispositivo capaz de medir a energia elétrica gerada pelo fluxo de vento.

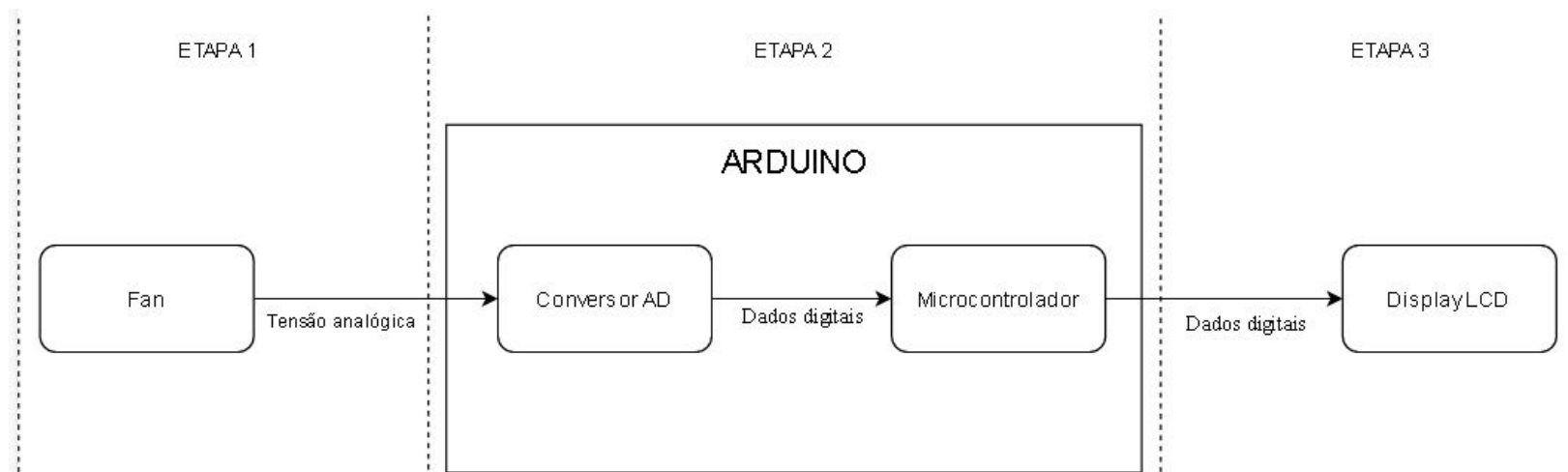


Figura 1 - Fluxograma das etapas necessárias.

Fonte: O autor

DESENVOLVIMENTO

- Esquema elétrico do dispositivo

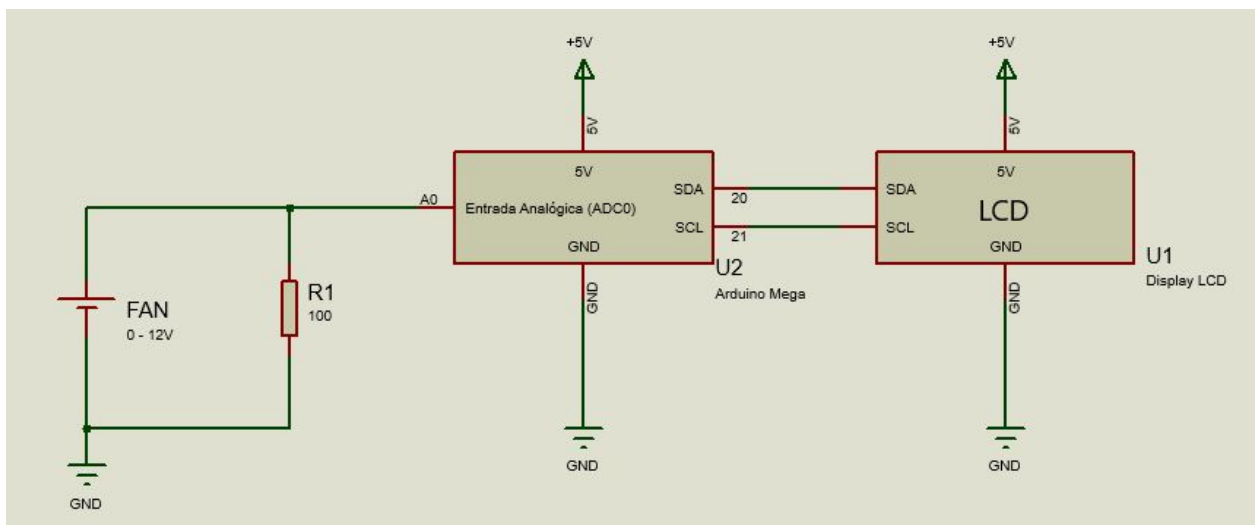


Figura 2 - Esquema final de ligação do dispositivo

Fonte: O autor

DESENVOLVIMENTO

- Dispositivo montado

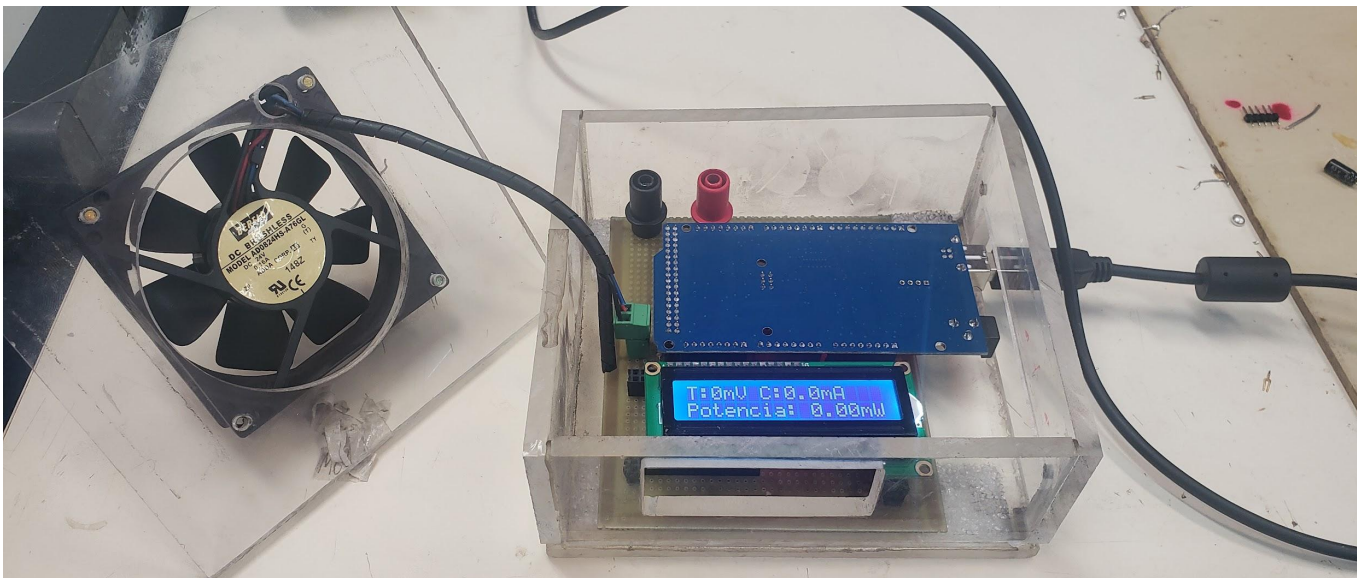


Figura 3 - Fluxograma das etapas necessárias.

Fonte: O autor



DESENVOLVIMENTO

- Validação em bancada do dispositivo

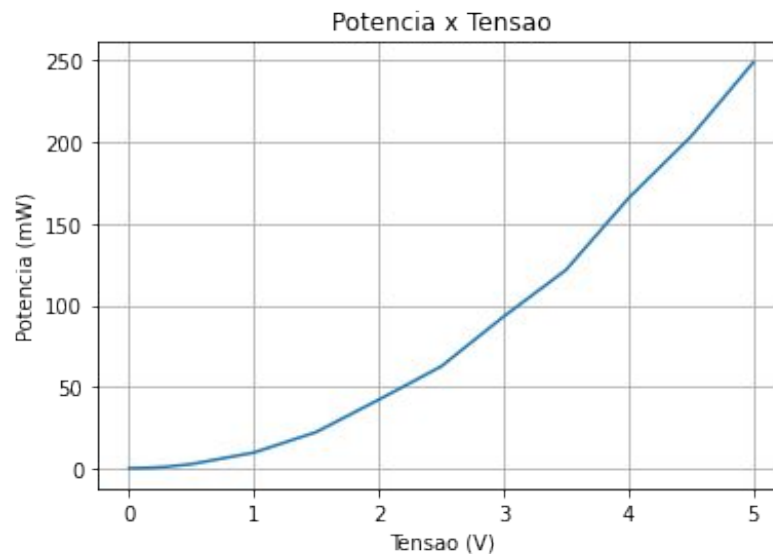


Figura 4 - Gráfico da potência x Tensão dos valores calculados pelo dispositivo

Fonte: O autor

DESENVOLVIMENTO

- Estação São Joaquim da Linha 1 - Azul do Metrô de São Paulo

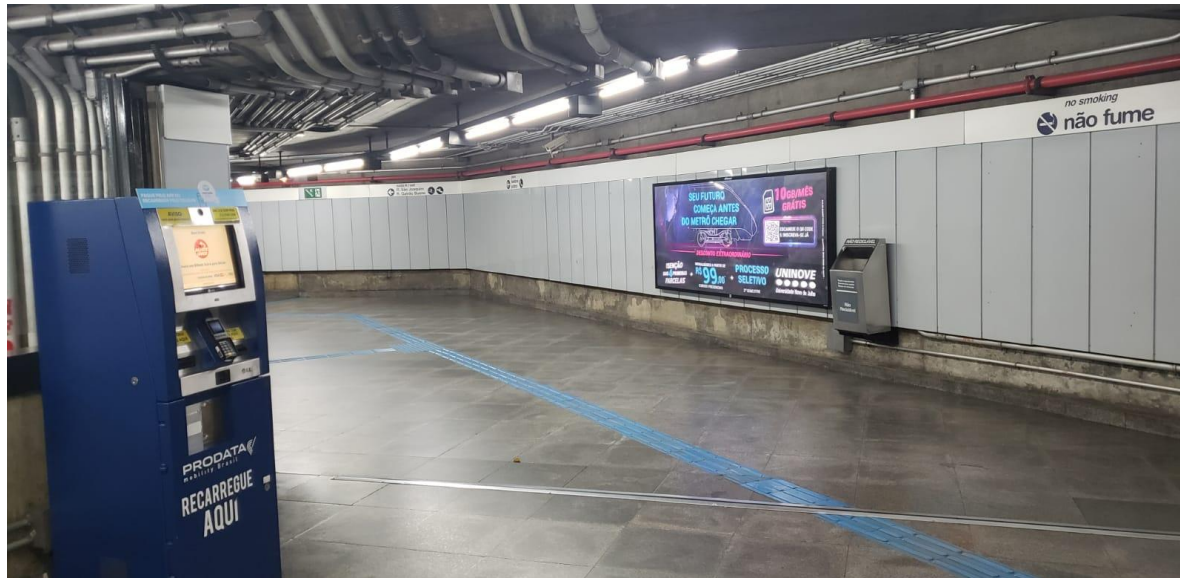


Figura 5 - Mezanino da Estação São Joaquim da Linha 1 - Azul do Metrô de São Paulo

Fonte: O autor

DESENVOLVIMENTO

- Dispositivo realizando medições em campo

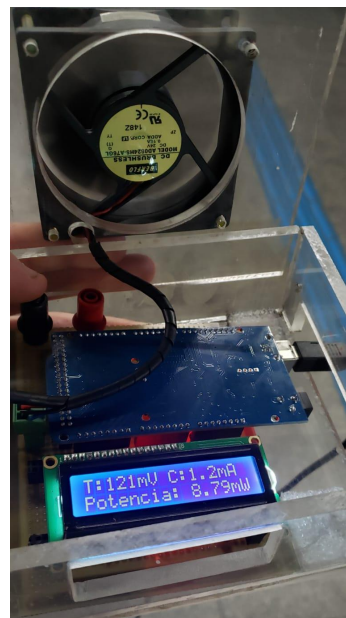


Figura 6 - Dispositivo medindo em tempo real a tensão gerada pelo fluxo de vento na estação

Fonte: O autor

DESENVOLVIMENTO

- Cálculos realizados com os dados levantados em campo

$$P_{med} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} P_{medidos} = 9.66 \text{ mW}$$

$$P_{med} \simeq 10 \text{ mW}$$

Como tanto na chegada como na partida do trem, existe essa geração de fluxo de vento, e o intervalo de duração desse fluxo é algo em torno de 10s, a cada passagem de trem pode ser considerado que haverá 20s de geração de energia elétrica pelos ventos, o que permite calcular qual a geração de energia em miliwatt-hora.

$$P_{gerada} = 10 \text{ mW} * \frac{1}{3} * \frac{1}{60} \simeq 0.06 \text{ mWh}$$

Para se ter uma ideia melhor estendendo este resultado para um possível cenário real de geração, onde será considerado que um trem passa na estação a cada 2 minutos em média, podendo ser em qualquer um dos sentidos, que a estação opera 20 horas por dia e que poderia ser instalado cerca de 300 destes microgeradores em uma estação.

$$P_{dia} = 0.06 * 300 * 30 * 20 = 10.800 \text{ mWh}$$

$$P_{dia} \simeq 11 \text{ Wh}$$

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Foi possível ter uma primeira avaliação do potencial de geração de energia elétrica, através do fluxo de vento causado pela diferença de pressão que ocorre pela passagem dos trens no túnel. O que é de grande valia uma vez que abre as portas para ideias de como utilizar esta energia assim como incentivar mais pesquisas na área;
- Mostrar que de fato existe um potencial eólico nas estações. Porém, os resultados mostraram que a potência gerada é bem pequena quando se pensa em usos práticos da mesma;
- As medições que foram feitas em campo, possuem bastante limitações, devido ao fato de que os componentes utilizados para a pesquisa não eram componentes desenvolvidos para este fim;
- Pensar no uso a longo prazo, como por exemplo o carregamento de baterias. Uma vez que os dispositivos geradores ficariam 24 horas por dia 7 dias por semana captando a energia eólica dos fluxos de ventos e transformando-os em energia elétrica, essa energia gerada, poderia estar o tempo todo ligado a um banco de baterias e as carregando.

REFERÊNCIAS

BOUBENIA, Ahmed. **Analysis of hybrid renewable energy systems integrating Power-To-Gas Concept: Performances optimization based on artificial intelligence techniques**. 2019/03/15. DO - 10.13140/RG.2.2.27952.61446

CBIE. **Como funciona a geração eólica?** 2020. Disponível em:
<<https://cbie.com.br/artigos/como-funciona-a-geracao-eolica>>. Acesso em 16/10/2021.

CRUZ, D. T. **Micro e minigeração eólica e solar no Brasil: Propostas para desenvolvimento do setor** / D. T. Cruz -- versão corr. -- São Paulo, 2015. 155 p.

FERREIRA, H. T. **Energia eólica: barreiras à sua participação no setor elétrico brasileiro**. 2007. 117p. Dissertação de Mestrado - Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2022**. Brasília, p. 410. 2013.

REFERÊNCIAS

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2023**. Brasília, p. 434. 2014.

PORTAL ENERGIA. **Energia Eólica**. Portal Energia, 2019. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/energia-eolica/>>. Acesso em: 15/10/2021.

PRESERVAR É INDISPENSÁVEL. **Gráfico Sobre Energia Eólica...** Disponível em <https://preservareindispensavel.blogspot.com/2012/11/grafico_3.html> . Acesso em: 16/10/2021

TODA MATÉRIA. **Energia Eólica**. 2020. Disponível em <<https://www.todamateria.com.br/energia-eolica/>>. Acesso em: 15/10/2021

VINDEL HERNÁNDEZ, TANNIA KARINA. **A proposal for the integration of distributed generation, through virtual power plant, to São Paulo State Electrical System**. 2015. 143 f. Master of Science Thesis - Energy Graduate Program, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.



Cruzeiro do Sul Virtual
Educação a Distância