

## VIABILIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE UMA MICRO USINA DE ENERGIA EÓLICA

Lucas Jónatas Rodrigues da Silva (\*), Laércio Rodrigues de Carvalho 2, Vinícius Batista Campos 3, Carlos Alberto Nóbrega Sobrinho 4

\* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Princesa Isabel, lucasrodriguesejc@gmail.com

### RESUMO

Com o crescente despertar para ações ambientais nos diversos segmentos da sociedade, a área energética também possui destaque no cenário científico e de inovação tecnológica. Associar temáticas que abarquem tais anseios da população é essencial para se obter resultados mais aplicados ao cotidiano tanto de grandes empresas, mas também dos pequenos consumidores. Nesse sentido o presente estudo visou elaborar uma micro usina de geração de energia eólica (MUEE) aproveitando a ventilação de condensadores de ar-condicionado. O estudo ocorreu no IFPB - Campus Princesa Isabel onde foram realizadas medições da velocidade do vento gerado pelas centrais com o auxílio de um anemômetro digital, sendo que foram feitas três repetições para cada tipo de central de condensamento, uma vez que possuíam diâmetro das hélices e potência de refrigeração diferentes. Realizaram-se também medições grandezas elétricas [tensão, corrente, potência e energia (kwh)] e também algumas mensurações relacionadas a velocidade e intensidade do vento. Ao realizar o levantamento do potencial eólico das centrais de condensamento dos ares-condicionados, observou-se que é possível a microgeração de energia. A maiores velocidades médias, para o eixo x e y, ocorreram entre 16 e 20 cm e 12 e 16 cm do centro, respectivamente, ambos no afastamento de 0 a 4 cm. Faz-se necessário a projeção de um melhor protótipo, pensado exclusivamente para essa situação, no que se refere a design e tamanho, para que gere uma quantidade de energia constante e em associação a outros componentes produza a quantidade de energia necessária para o carregamento de dispositivos portáteis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência energética; gestão ambiental; sustentabilidade

### INTRODUÇÃO

Atualmente a gestão ambiental vem ganhando forças e maior representatividade nos mais diversos setores do mercado, esses que vão desde o setor empresarial privado até as instituições públicas, como alternativa para se adequar as rigorosas legislações, e satisfazer os consumidores, que atualmente possuem uma visão mais crítica no que se refere a sustentabilidade e origem dos produtos consumidos (FRIZZO et al., 2014).

Diversas são as ferramentas de gestão ambiental que podem ser aplicadas nas instituições, estas na sua grande maioria visam a sustentabilidade e a diminuição na produção de insumos (ARAUJO; SÁ; NAYARA, 2015). Esses autores descrevem ainda que o aumento de custos principalmente no que se refere a consumo de energia e água são problemáticas ideais para aplicação das ferramentas de gestão ambiental.

Segundo Frizzo et al. (2014), as instituições de ensino Superior (IES), estão diretamente ligadas ao desenvolvimento de pesquisas e tecnologias voltadas a gestão ambiental, por meio de disciplinas e linhas de pesquisa que contemplam assuntos a temática abordada, como forma de solucionar problemas externos. Porém, muitas vezes com anseio de resolver os problemas de instituições externas, acabam “esquecendo” as problemáticas dentro das próprias instituição, estas que também necessitam de estudos, e ofertam problemáticas tão pertinentes quanto os ofertados pela comunidade externa.

Em concordância com Campos et al. (2017), diversas instituições de ensino vêm aderindo às práticas sustentáveis de maneira interna, a exemplo disso vale citar, Suécia (ARVIDSSON, 2004) e Austrália (CARPENTER e MEEHAN, 2000). No Brasil, o Ministério de Meio Ambiente – MMA, criou o programa A3P – Agenda Ambiental na Administração Pública, a qual surge como forma de inserir os entes públicos no contexto de gestão ambiental e sustentabilidade. Esses autores ao realizarem um estudo referente a gastos anuais em uma Instituição de Ensino Superior (IES), observaram que gastos com energia elétrica resultou em um gasto de aproximadamente 23,5 mil reais entre 2015 e 2016.

O mercado de energia eólica assume uma posição de destaque dentre as fontes renováveis no Brasil, havendo um contínuo crescimento do segmento de grande porte, fruto de ações governamentais de estímulo ao segmento. Nos últimos 12 anos, o setor brasileiro de energia eólica recebeu investimentos da ordem de 32 bilhões de reais. O rápido desenvolvimento das tecnologias aplicáveis e o mercado têm um grande impacto nas pessoas e instituições. A utilização da energia eólica remonta a antiguidade e tornou-se uma tecnologia muito complexa caracterizada por uma grande variedade de conceitos inovadores para os geradores e para os dispositivos eletrônicos de potência.

O Greenpeace em parceria com a Market Analysis desenvolveu uma pesquisa em nível nacional para explorar o conhecimento e as atitudes da população brasileira em relação à micro e minigeração de energia (GREENPEACE. MARKET ANALYSIS, 2014), obtendo informações importantes para melhor compreensão do potencial deste mercado

no Brasil. Com base no estudo, registrou-se que aproximadamente 4 em cada 10 brasileiros (43%) mostram alguma disposição de investir na instalação de um sistema de microgeração de energia limpa.

No entanto, as pesquisas e estudos ocorrem mais expressivamente numa escala de macro e mini geração de energia eólica já os estudos numa escala micro e levando ainda fontes não convencionais de ventilação, são incipientes em âmbito nacional e internacional.

## OBJETIVOS

Nesse sentido, objetivou-se avaliar a viabilidade de geração de energia elétrica a partir de uma micro usina de geração de energia eólica (MUEE) aproveitando a ventilação originária de condensadores de ar-condicionado.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Princesa Isabel. Inicialmente foi realizado o levantamento de todas as centrais de condensamento de ar-condicionado do Campus, onde identificou-se que a potência entre elas varia de 16 e 48 BTU's (British Thermal Unit).

Foram realizadas medições da velocidade do vento gerado pelas centrais com o auxílio de um anemômetro digital (Figura 1), sendo que foram feitas três repetições para cada tipo de central de condensamento, uma vez que possuíam diâmetro das hélices e potência de refrigeração diferentes.



Figura 1 - Medição da velocidade do vento com auxílio de um anemômetro digital

Foram identificados os pontos onde os ventos incidiram com maior velocidade desde o diâmetro das centrais até a borda das mesmas. As medidas foram coletadas no sentido vertical e horizontal, sendo que o distanciamento dos pontos em relação ao centro, foi de: 2 cm; 4 cm; 8 cm; 12 cm; 16 cm e 20 cm, como mostra o esquema na Figura 2.

Criou-se ainda um eixo Z para representar a distância entre a central e o anemômetro, observando-se a velocidade dos ventos à 2 cm; 4 cm; 8 cm; 12 cm. Para que dessa forma pudesse ser identificado também até que ponto os ventos externos poderiam influenciar na verificação da velocidade dos ventos, conseqüentemente a eficiência energética.

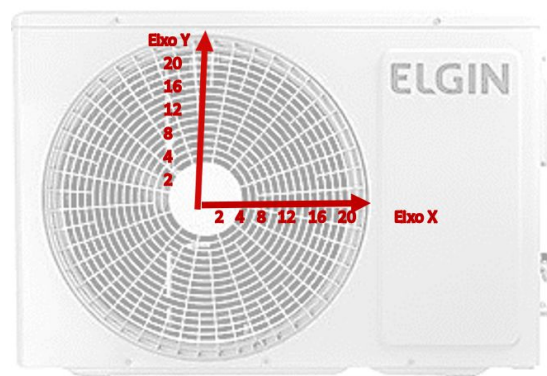


Figura 2 Distanciamento dos pontos em relação ao centro da central de condensamento

Os dados obtidos no levantamento foram trabalhados na ferramenta Excel, sendo assim, foi possível produzir gráficos 3D (três dimensões) e tabelas representando os pontos com maior e menor velocidade do vento dentro da área das centrais de ar-condicionados.

Para os cálculos de tensão (V), corrente (A) e potência (W) foram realizadas simulações em laboratório, inicialmente com o auxílio de um wattímetro, multímetro e circuito protoboard e uma fonte de alimentação, como mostra a Figura 3. Para uma possível aproximação dos valores encontrados nas centrais.



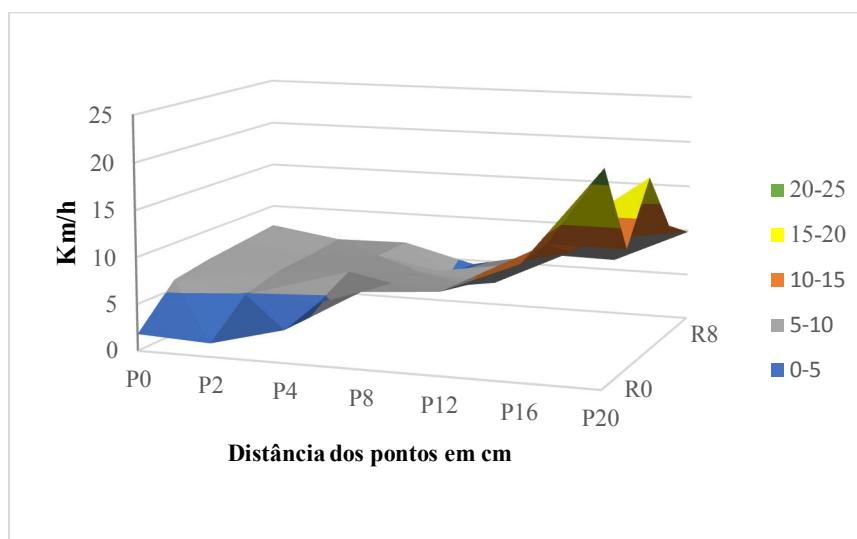
Figura 3 - Quantificação das variáveis, tensão, corrente e potência.

De posse desses dados produziram-se protótipos eólicos com a intenção de captar a energia produzida pelos ventos das centrais e identificar o seu potencial de geração de energia elétrica a partir da eólica. Os protótipos foram produzidos com materiais encontrados no próprio campus. Para simular os aerogeradores foram utilizados coolers de computadores que já foram desativados, uma vez que era ofertado o curso de MSI – Manutenção e Suporte em Informática. Sendo assim visando a sustentabilidade os materiais utilizados no protótipo são de baixo custo e estavam sendo subutilizados na instituição.

Para que o aerogerador adaptado pudesse ter alguma capacidade de geração de energia alterou-se os fios condutores da bobina, uma vez que a função desses equipamentos é receber energia e resfriar computadores e após as modificações eles passaram a produzir uma pequena corrente elétrica.

## RESULTADOS

As medições com auxílio do anemômetro digital resultaram em gráficos referentes aos eixos X e Y, respectivamente (Figura 4). De acordo com Assis (2015), para a escolha de um aerogerador há a necessidade de verificar qual a velocidade mínima de vento para funcionamento do micro gerador eólico.



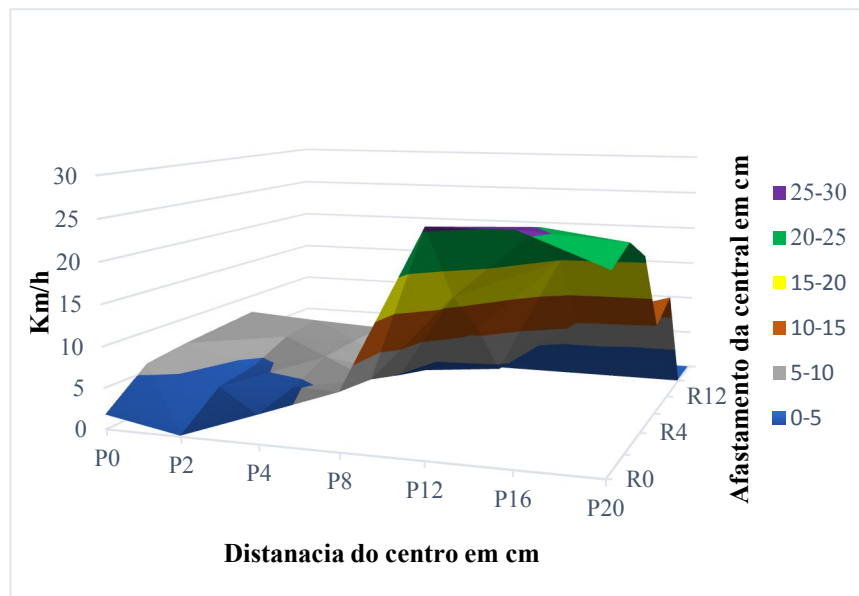


Figura 4 - Velocidades média produzidas pelas centrais de condensamento-vertical (eixo-X) e horizontal (eixo-Y).

Antes das modificações nas bobinas dos coolers as simulações realizadas com o circuito protoboard não se mostraram eficientes ao estudo, uma vez que a geração de energia por parte dos coolers não foi suficiente para ser quantificada no wattímetro, sendo assim foram identificados outros meios de quantificar a energia produzida.

O protótipo produzido foi acoplado em uma das centrais de condensamento (Figura 6) que é utilizada apenas para testes, os coolers foram fixados na grade metal exatamente na posição identificada nos gráficos onde os ventos incidiram com maior velocidade de acordo com o potencial de produção eólica já encontrado com o auxílio do anemômetro.

O levantamento do potencial de microgeração eólica é aplicada a uso residencial (DIAS, 2017), ou, para uso prédios de instituições de ensino (NETTO, 2017). No entanto, nenhum trabalho referente a micro geração oriunda de algum aparelho que gerasse quantidade significativa de vento.

O potencial eólico das centrais de condensamento dos ares-condicionados mostrou-se dentro do que a maioria dos autores descreve como velocidade mínima, com médias que variavam entre 1km/h a 23km/h. No entanto, observou-se que essa velocidade não se mantinha constante, uma vez que oscilava, provavelmente devido ao design das hélices das centrais.

Assis (2015), descreve que os aerogeradores de uma micro usina de energia eólica não se diferenciam da produção de uma usina de macro geração, no entanto esses possuem uma capacidade inferior a produção apresentada pelas turbinas convencionais.

A escolha dos coolers para funcionarem como aerogeradores partiu do princípio da sustentabilidade, uma vez que esse material estava sem utilidade no campus, mas ao realizar os testes observou-se a baixa produção de energia por parte dos coolers, sendo que estes também não produziam uma mesma quantidade de energia provavelmente devido a questões relacionadas a tamanho e design, embora se estude ainda maneiras de tornar esse pequena geração de certo modo eficiente ao se fazer ligações em série ou paralelo de acordo com a necessidade, e acoplar pequenos dispositivos como capacitores, resistores.

Ao serem acionadas as centrais de condensamento, observou-se que os coolers possuíam um potencial gerador baixo, este que variou entre 02 e 03 volts. No entanto, um dos coolers dotado de três diodos conseguia gerar uma maior voltagem, chegando a atingir 06 volts. Sendo assim capaz de alimentar a bateria de um aparelho portátil.

Observou-se ainda que os coolers não conseguiam girar no momento de acionamento da central de condensamento, sendo assim necessário o contato com as hélices dos mesmos para que eles girassem.

## CONCLUSÕES

Ao realizar o levantamento do potencial eólico das centrais de condensamento dos ares-condicionados, observou-se que é possível a microgeração de energia elétrica.

As maiores velocidades médias, para o eixo x e y, ocorreram entre 16 e 20 cm e 12 e 16 cm do centro, respectivamente, ambos no afastamento de 0 a 4 cm.

Faz-se necessário a projeção de um melhor protótipo, pensado exclusivamente para essa situação, no que se refere a design e tamanho, para que gere uma quantidade de energia constante e em associação a outros componentes produza a quantidade de energia necessária para o carregamento de dispositivos portáteis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Resolução Normativa nº 687, de 24 de Novembro de 2015. [Brasília], p. 1. 2015.
2. ASSIS, A.A **energia eólica para o consumo residencial**. Especialização em Economia e Meio Ambiente no curso de Pós-graduação em Curso de Especialização, (Universidade Federal do Paraná). Curitiba, 2015.
3. BIDERMAN, R (Org.); BETIOL, L. (Org.); MACEDO, L. S. V. (Org.); MONZONI, M (Org.); MAZON, R (Org.). **Guia de Compras Públicas Sustentáveis** - Uso do Poder de Compra do Governo para a Promoção do Desenvolvimento Sustentável. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2008. v. único. 151 p.
4. CRUZ, D.T. **Micro e minigeração eólica e solar no Brasil**: propostas para desenvolvimento do setor. 155f. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
5. DELGADO, C. C. J. Propuesta de implementación de um sistema de gestión ambiental para campus universitario. **Poliantea**, v. 2, n.3, 21-43, 2003.
6. DIAS, A. L. da S. **Microgeração Distribuída para uso Residencial com Base em Fontes de Energia Eólica e Solar Fotovoltaica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) UFRJ/ Escola Politécnica- Rio de Janeiro, 2017.
7. FERREIRA, A.A.A. **Sistema de produção de energia eólica**. 191f. 2011. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.
8. GREENPEACE. MARKET ANALYSIS. **Os brasileiros diante da microgeração de energia renovável**. Market Analysis, 2014.
9. JARVELL, J.T. **Estudo da influência das características do vento no desempenho de aerogeradores**. 87f. 2008. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
10. RAMOS, T. B.; CAEIRO, S.; HOOFF, B. V.; LORANO, R.; HUISINGH, D.; CEULEMANS, K. Experiences from the implementation of sustainable development in higher education institutions: Environmental Management for Sustainable Universities. **Journal of Cleaner Production**, v. 106, p. 3-10, 2015.
11. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2023**. Brasília, p. 434. 2014.
12. MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 4 ed. Rio de Janeiro: Expressão Gráfica, 2010.
13. NETTO, Altieres Schincariol. **Estudo de Viabilidade de Microgeração de Energia Eólica no Campus da UTFPR de Guarapuava**. 2017. 92 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.
14. PENHA, E. das M.; JU NIOR, J. B. T.; ENCARNAÇÃO, R. de O.; COHEN, K. de O.; MAURO, R. de A.; HAMMES, V. S.; ANGELIS, S. de; OLIVEIRA, Y. M. M. de Implantação de um sistema de gestão ambiental na Embrapa. Simpósio Nacional sobre Tratamento de Resíduos de Laboratórios, **Anais...** Jequié-BA, 2010.
15. PEREIRA, M.M. **Um Estudo do Aerogerador de Velocidade Variável e Sua Aplicação para Fornecimento de Potência Elétrica Constante**. 86p. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil.
16. RAMOS, T. B.; CAEIRO, S.; HOOFF, B. V.; LORANO, R.; HUISINGH, D.; CEULEMANS, RIBEIRO, A. L.; BRESSAN, L. W.; LEMOS, M.F.; DUTRA, C.; NASCIMENTO, L. F.DO; Avaliação de barreiras para implementação de um sistema de gestão ambiental na UFRGS. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, **Anais...** Porto Alegre, RS, 2005.
17. SALGADO, M. F. DE M.; CANTARINO, A. A. A. O papel das instituições de ensino superior na formação socioambiental dos futuros profissionais. XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, **Anais...**Fortaleza (CE), 2006.
18. TAUCHEN, J. BRANDLI, L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Revista Gestão e Produção**, v. 13, n. 03, p. 503 – 515, 2006.