



ENERGIA HÍBRIDA EÓLICA-SOLAR: SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA COM VIBRAÇÕES ESTRUTURAIS INDUZIDAS PELO VENTO PARA AGRICULTURA INTELIGENTE

Eduardo Machado Anessi (apresentador)¹

Jorge Luis Palacios Felix²

Resumo: A crescente demanda por fontes de energia sustentável tem impulsionado o desenvolvimento de sistemas híbridos de conversão energética, combinando diferentes fontes renováveis para maximizar a eficiência e a confiabilidade operacional. Nesse contexto, a combinação de células fotovoltaicas com sistemas piezoelétricos, que convertem vibrações mecânicas induzidas pelo vento em eletricidade, emerge como uma solução inovadora para a geração de energia em ambientes rurais, especialmente em aplicações voltadas à agricultura inteligente. Esta pesquisa busca desenvolver e otimizar um sistema híbrido eólico-solar baseado em vibrações de estruturas induzidas pelo vento, visando aumentar a autonomia energética de sensores, dispositivos IoT (Internet das Coisas) e equipamentos agrícolas de monitoramento. Além da conversão piezoelétrica, o sistema integra células fotovoltaicas responsáveis pela conversão da radiação solar em energia elétrica, complementando a geração energética em condições de baixa velocidade do vento e contribuindo para maior estabilidade e continuidade no fornecimento de energia ao sistema. A agricultura inteligente, caracterizada pelo uso de tecnologias avançadas para otimizar a produtividade e o uso eficiente dos recursos naturais, depende fortemente de sensores distribuídos para monitoramento climático, umidade do solo e saúde das plantações. No entanto, um desafio significativo é a disponibilidade de fontes de energia sustentáveis para alimentar esses dispositivos em locais remotos, onde a infraestrutura elétrica convencional é limitada. Inicialmente, definiu-se a configuração estrutural do sistema, composta por uma viga horizontal (H) responsável pela captação da excitação aerodinâmica e uma viga vertical (V), onde é fixado o elemento piezoelétrico. A geometria adotada segue diretrizes da literatura especializada, priorizando uma configuração assimétrica entre as vigas ($L_v < L_h$), com o objetivo de favorecer a transferência modal de energia vibracional e maximizar a deformação mecânica do piezoelétrico. As dimensões das vigas foram estabelecidas considerando critérios de rigidez e frequência natural, sendo adotada uma chapa de alumínio de 1 mm de espessura, largura entre 20 e 25 mm, comprimento da viga vertical em torno de 270 mm e da viga horizontal aproximadamente 120 mm, valores adequados para operação em baixas frequências e

¹ Graduando em Agronomia, UFFS, campus Cerro Largo, PIBIT-UFFS, a96347358@gmail.com

² Dr. em Engenharia Mecânica (UNICAMP), Docente PPGATS-UFFS, campus Cerro Largo, (jorge.felix@uffs.edu.br)



possíveis condições de ressonância. Para promover a excitação do sistema, foi projetado o acoplamento de um cilindro aerodinâmico no extremo livre da viga horizontal, com dimensões definidas com base na teoria de vibrações induzidas por vórtices (VIV), adotando-se diâmetro de 75 mm e altura de 150 mm. Na etapa experimental, foi desenvolvido um banco de ensaios em escala reduzida, utilizando um ventilador, onde foram determinadas as velocidades do vento em diferentes distâncias e níveis de potência, com auxílio de anemômetro. Com base nesses dados, foram definidos cenários experimentais de um simulador de vento com velocidades controladas. Posteriormente, realizaram-se testes com o protótipo de coletor de energia, medindo os sinais elétricos gerados, tensão pico a pico (V_{pp}) e tensão eficaz (V_{rms}) em função da velocidade do vento, utilizando osciloscópio digital. Os resultados obtidos permitem avaliar o desempenho eletromecânico do sistema de colheita de energia, evidenciando seu potencial para aplicações em sistemas autônomos e sustentáveis no contexto da agricultura inteligente.

Palavras-chave: Colheita de energia, piezoelectricidade, dispositivos IoT, sensores autônomos, monitoramento.

Categoria: Engenharias