



## **UM MÉTODO PARA INSTALAÇÃO ÓTIMA DE TURBINAS EÓLICAS E PLANTAS FOTOVOLTAICAS PARA A REDUÇÃO DAS PERDAS DE ENERGIA EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**

Bruno Araújo Marques de Almeida<sup>1</sup>, Damásio Fernandes Júnior<sup>2</sup>

### **RESUMO**

Com a crescente inserção da geração renovável no sistema elétrico de potência, novos métodos vêm surgindo com o intuito de otimizar a instalação dessas fontes em sistemas de distribuição para suprir a demanda das cargas, reduzir as perdas de energia e não ultrapassar os limites de tensão definidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Destarte, foi elaborado um método de instalação ótima de turbinas eólicas e plantas fotovoltaicas utilizando o Algoritmo Genético (AG). O AG foi utilizado por ser reconhecido na literatura como um método muito eficiente na solução de problemas de otimização e demanda pouco esforço computacional. Para o cálculo do fluxo de potência foi utilizado o OpenDSS, um software livre mantido pelo *Electric Power Research Institute* (EPRI), ferramenta computacional de ampla capacidade de simulação de sistemas elétricos, especialmente no segmento de distribuição de energia elétrica. No cálculo do fluxo de potência, foram consideradas as curvas de carga do sistema, velocidade do vento, temperatura e irradiação. Na instalação ótima das fontes renováveis, foram considerados os limites de tensão impostos pela ANEEL e limite máximo de 20% de penetração da Geração Distribuída (GD). Na pesquisa, tanto turbinas eólicas quanto plantas fotovoltaicas mostraram-se viáveis, com o modelo Nordex N90/2000 destacando-se na geração eólica, e o modelo Canadian HiKu7 CS7N apresentando os melhores resultados no sistema fotovoltaico. Em ambos os casos, o método proporcionou uma maior redução percentual nas perdas de energia e menor Custo Nivelado de Energia (LCOE), o que, por sua vez, impacta diretamente na eficiência dos sistemas analisados.

**Palavras-chave:** Algoritmo genético; energias renováveis; geração distribuída.

---

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, UFCG, Campina Grande, PB, e-mail: bruno.marques@ee.ufcg.edu.br

<sup>2</sup>Engenharia Elétrica, Professor Doutor, Departamento de Engenharia Elétrica, UFCG, Campina Grande, PB, e-mail: damasio@dee.ufcg.edu.br

***A METHOD FOR OPTIMAL INSTALLATION OF WIND TURBINES AND  
PHOTOVOLTAIC PLANTS FOR THE REDUCTION OF ENERGY LOSSES IN  
DISTRIBUTION SYSTEMS***

**ABSTRACT**

With the growing insertion of renewable generation in the electric power system, new methods have emerged in order to optimize the installation of these sources in distribution systems to meet the demand of loads, reduce energy losses and not exceed the voltage limits defined by the National Electric Energy Agency. Thus, a method of optimal installation of wind turbines and photovoltaic plants was elaborated using the Genetic Algorithm (GA). The AG was used because it is recognized in the literature as a very efficient method in solving optimization problems and requires little computational effort. To calculate the power flow, OpenDSS was used, a free software maintained by the Electric Power Research Institute (EPRI), a computational tool with a wide capacity for simulating electrical systems, especially in the electric power distribution segment. In the calculation of the power flow, the curves of system load, wind speed, temperature and irradiance were considered. During the optimal installation of renewable sources, the voltage limits imposed by ANEEL and a maximum limit of 20% penetration of Distributed Generation (DG) were considered. In the research, both wind turbines and photovoltaic plants proved to be viable, with the Nordex N90/2000 model standing out in wind generation, and the Canadian HiKu7 CS7N model presenting the best results in the photovoltaic system. In both cases, the method provided a greater percentage reduction in energy losses and lower Levelized Cost of Energy (LCOE), which, in turn, directly impacts the efficiency of the systems analyzed.

**Keywords:** Genetic algorithm; renewable energies; distributed Generation.