

# Gerenciamento Eficientemente Energético de Microrrede de Energia Elétrica utilizando um Sistema Híbrido Inteligente

Renan Moreira Soares (IC)\*, Ghunter Paulo Viajante (PQ), Marcelo Escobar de Oliveira (PQ)

PIBITI

Campus Itumbiara

\* renanmoreirasoes@gmail.com

**Palavras Chave:** Gerenciamento; Sistemas Fuzzy; Microrredes de Energia; Sistemas Multiagentes; Eficiência.

## Introdução

Com o avanço das microrredes de energia elétrica, suas técnicas de controle devem também evoluir para acompanhar a demanda de uma rede elétrica cada vez mais inteligente. Diversas inteligências artificiais já são utilizadas para gerenciar os recursos de uma microrrede. No entanto, a combinação destas num sistema híbrido inteligente ainda carece de estudos. Neste trabalho, propõe-se o gerenciamento de energia numa microrrede utilizando um sistema híbrido inteligente composto de um sistema multiagentes com percepção *fuzzy*. A utilização de duas inteligências artificiais podem ser complementares, além de suprir deficiências, permitindo o gerenciamento mais eficiente de recursos de microrredes.

## Metodologia

Para realizar o gerenciamento, foi necessário modelar a microrrede, tangente ao nível de geração, consumo e sistema de armazenamento. A geração fotovoltaica foi modelada para estimar a geração com base em irradiação solar e temperatura, assim como a eólica para estimar a geração com base na velocidade do vento, de acordo com equações disponíveis em Filho (2007). Foram utilizados os dados coletados pela estação solarimétrica do campus para o dia 29 de junho de 2022, conforme Figura 1.



**Figura 1.** Radiação Solar, Velocidade do Vento e Temperatura ao longo do dia 29 de junho de 2022.

As baterias foram modeladas de acordo com seu estado de carga (SOC – State of Charge), com base em Zhao et al. (2013). As cargas foram modeladas de acordo com prioridades, recebendo uma curva de demanda de acordo com sua prioridade. O sistema multiagentes foi modelado utilizando a biblioteca PADE (MELO et al., 2019), sendo composto por 5 agentes, distribuídos de forma hierárquica, cada um possuindo diferentes objetivos, além de comunicação. O agente supervisor, com base na Equação (1) do balanço energético, toma suas decisões de forma binária. A percepção *fuzzy* proposta visa substituir esta decisão binária, a partir de dois controladores. O primeiro infere se há excesso ou falta de potência na microrrede, com base na geração renovável e período do dia, enquanto o segundo infere na escolha do agente cargas ou baterias para o processo de transferência de potência. Isto se dá por meio de regras que adicionam um raciocínio indutivo ao gerenciamento.

$$\Delta P = P_{fotovoltaica} + P_{eólica} - P_{consumo} \quad (1)$$

Os agentes cargas e baterias, apesar de estarem subordinados às decisões do agente supervisor, são capazes de decidir por si próprios quanto aos seus recursos. Ao fim, o gerenciamento armazena dados de balanço energético ao longo do dia, minuto a minuto, assim como dados de quantidade de cargas conectadas, SOC de baterias, consumo, dentre outros, permitindo que análises e comparações sejam realizadas entre as duas metodologias aplicadas.

## Resultados e Discussão

Foram realizadas duas simulações, considerando apenas o sistema multiagentes e outra considerando o sistema híbrido inteligente. Nos dois casos foi possível observar um balanço energético similar ao longo do dia. No entanto, no sistema híbrido foi possível verificar melhoras quanto às decisões dos agentes cargas e baterias. O primeiro consegue realizar um gerenciamento de cargas com menos oscilações, permitindo que mais cargas continuem conectadas ao sistema por mais tempo. Já o agente baterias apresenta uma melhoria mais significativa, gerenciando de melhor forma o carregamento e o descarregamento de baterias, sem grandes influências no balanço energético ao longo do dia. Ao final do dia, o SOC das baterias ficou num nível maior quando comparado ao outro gerenciamento sem inteligências combinadas.

## Conclusões

A utilização de um sistema híbrido inteligente trouxe um aperfeiçoamento quanto ao gerenciamento de cargas e baterias da microrrede, permitindo uma gestão de recursos mais eficaz quando comparada ao sistema multiagentes. De tal forma, otimizando a utilização de fontes renováveis, ao permitir que energia limpa seja aproveitada por mais tempo. Isto se dá devido à complementação das inteligências artificiais por meio de um sistema híbrido inteligente, tornando o processo de decisão cada vez mais próximo do raciocínio humano, combinando diferentes técnicas a fim de chegar numa conclusão

[1] FILHO, L. R. A. G. Análise e modelagem geométrica da potência gerada por um sistema híbrido solar fotovoltaico eólico. Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 2007.

[2] MELO, L. S. et al. Python-based multi-agent platform for application on power grids. Int Trans Electr Energy Syst. 2019; e12012., <https://doi.org/10.1002/2050-7038.12012>, 2019.

[3] ZHAO, B. et al. Operation Optimization of Standalone Microgrids Considering Lifetime Characteristics of Battery Energy Storage System. IEEE transactions on sustainable energy, v. 4, n. 4, p. 934-943, 2013.