

# ALOCAÇÃO OTIMIZADA DE REATORES LINEARES POR MEIO DE ALGORITMOS GENÉTICOS

Msc. Luciano Jorge Menezes, Victor Barros dos Santos

## UNA CATALÃO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

luciano.menezes@ulife.com.br



### Introdução

O sistema elétrico de potência é complexo e dinâmico, e o seu correto funcionamento depende do adequado controle dos níveis de tensão em seus barramentos. Caso estes valores estejam fora dos limites aceitáveis pelas normativas vigentes, podem surgir problemas técnicos e financeiros. Sabe-se que a alocação de reatores lineares é uma das técnicas utilizadas para manter os níveis de tensão dentro de limites aceitáveis, pois eles reduzem os valores de tensão quando presentes em uma rede elétrica. Contudo, determinar o local e a potência desses reatores é uma tarefa difícil. Com vistas a contornar este problema tem-se como recurso a aplicação dos algoritmos genéticos. Como consequência, este trabalho apresenta a aplicação de um algoritmo genético para otimizar a alocação de reatores lineares em um sistema elétrico de potência com trinta barras. Esse algoritmo é implementado na linguagem de programação Python, com o auxílio do fluxo de potência de Newton-Raphson, que tem como função obter as tensões para cada um dos indivíduos gerados pelo algoritmo genético.

### Objetivos

Este projeto de iniciação científica tem como objetivo principal a implementação de um algoritmo genético no sistema IEEE 30 barras modificado, visando otimizar a alocação de reatores lineares para manter as tensões nas barras tão próximas quanto possível de 1 p.u. Para alcançar este objetivo, será utilizado o método de fluxo de potência de Newton-Raphson como componente essencial do algoritmo genético.

### Metodologia

Para alcançar o objetivo estabelecido neste projeto de iniciação científica, foi aplicada uma metodologia abrangente que integrou diferentes etapas, desde a revisão bibliográfica até a implementação prática do algoritmo genético. A seguir, são detalhadas as principais etapas executadas e os resultados alcançados:

#### 1. Revisão Bibliográfica

Uma revisão bibliográfica foi realizada, abordando temas relacionados à qualidade de energia elétrica, normativas brasileiras, gestão de potência reativa e técnicas de otimização com foco em algoritmos genéticos. Essa etapa permitiu fundamentar teoricamente o projeto e identificar os principais desafios e abordagens na área.

#### 2. Análise das Normativas Brasileiras

Foram analisadas em detalhes as normativas brasileiras, como os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico (PRODIST) e os indicadores de qualidade da rede básica estabelecidos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Essa análise orientou o desenvolvimento do projeto em conformidade com as diretrizes regulatórias.

#### 3. Desenvolvimento do Algoritmo Genético:

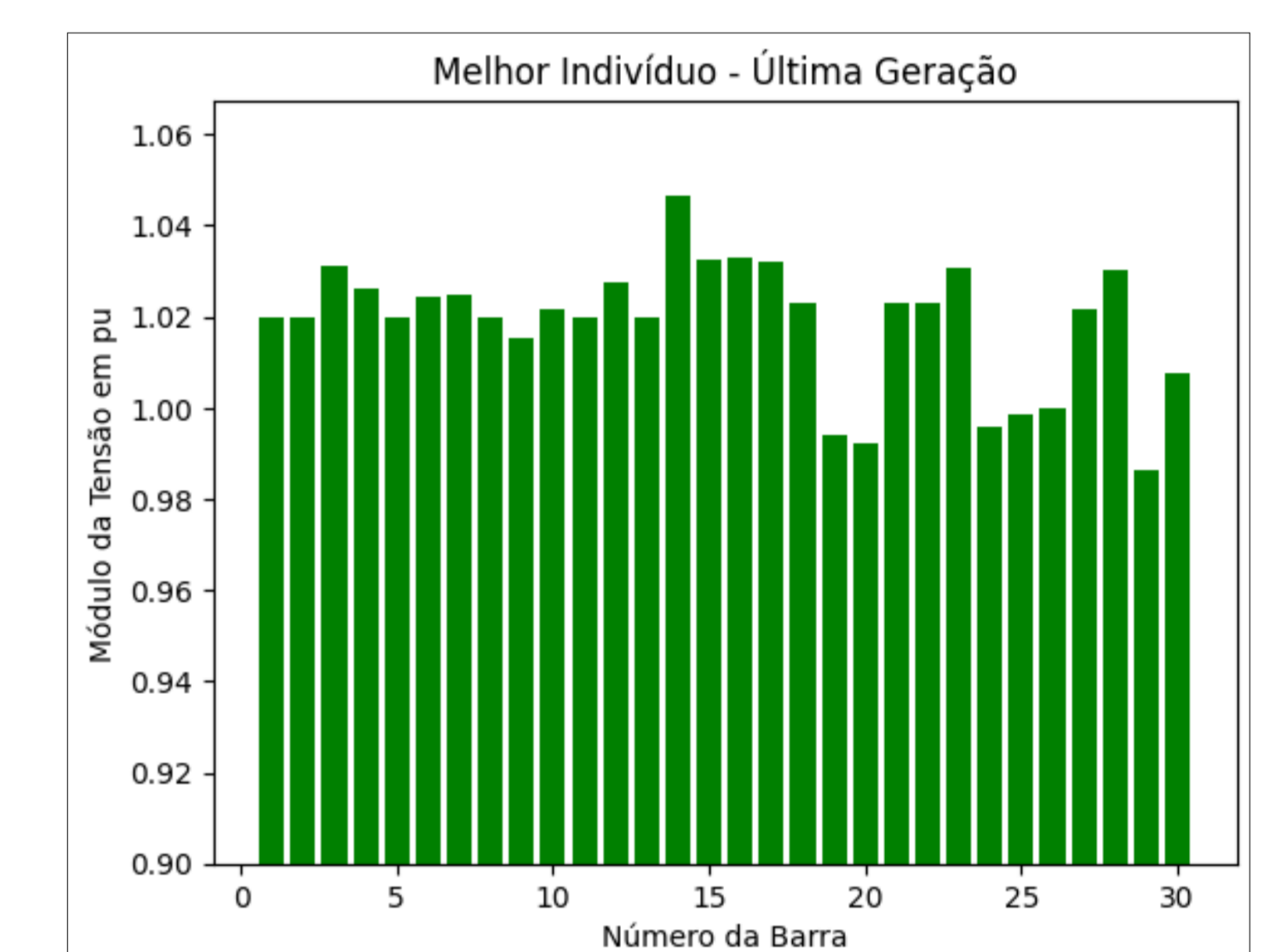
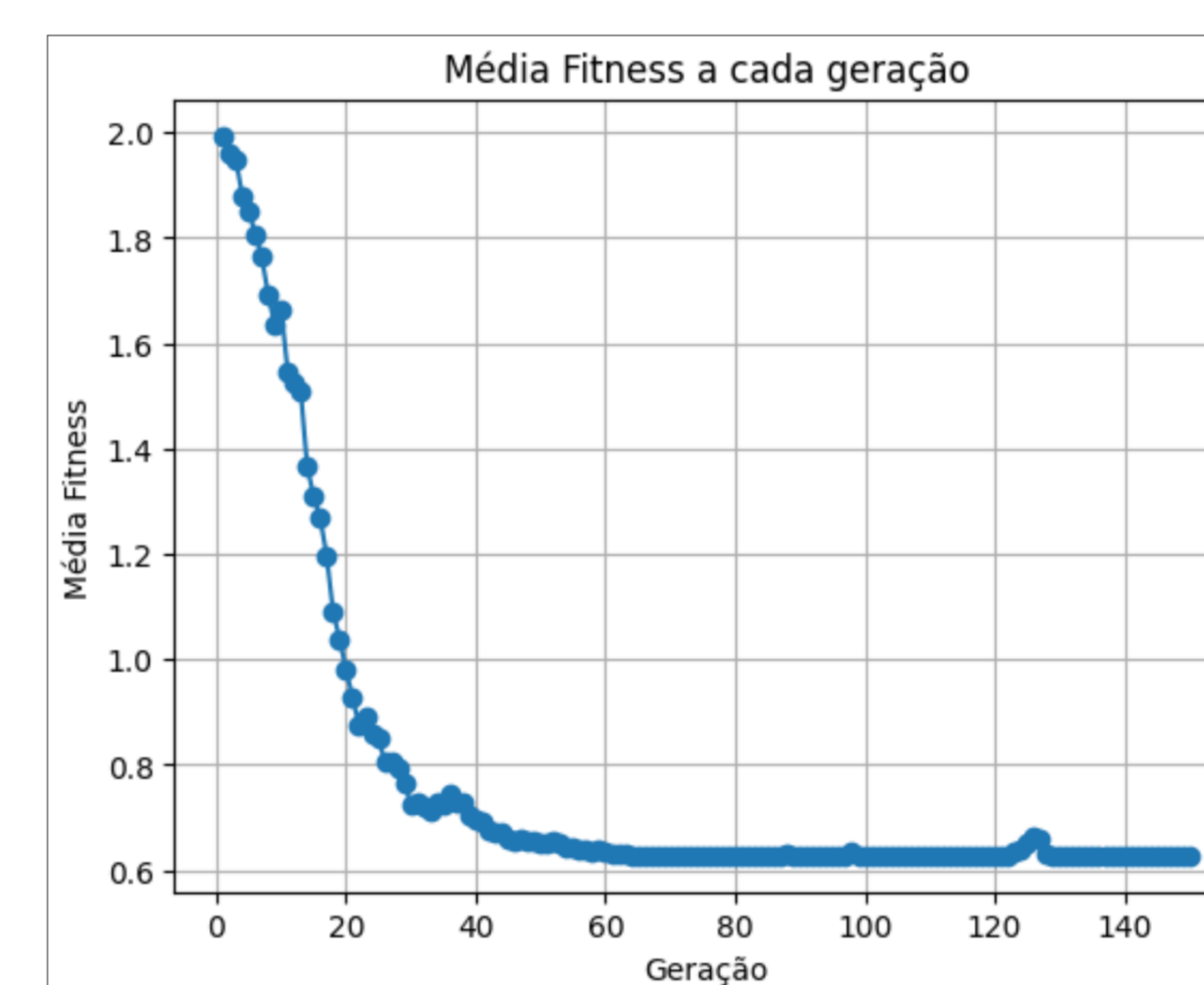
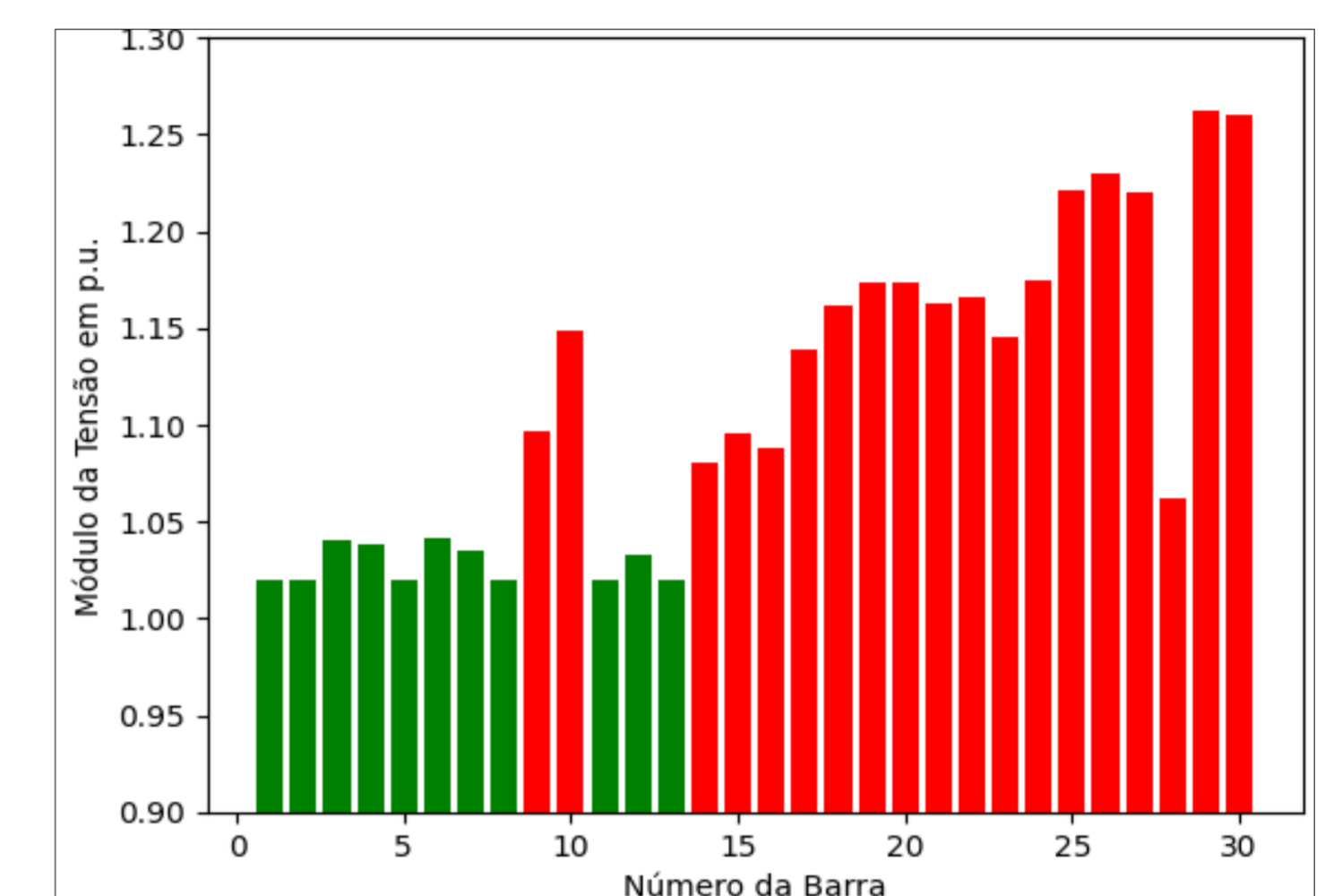
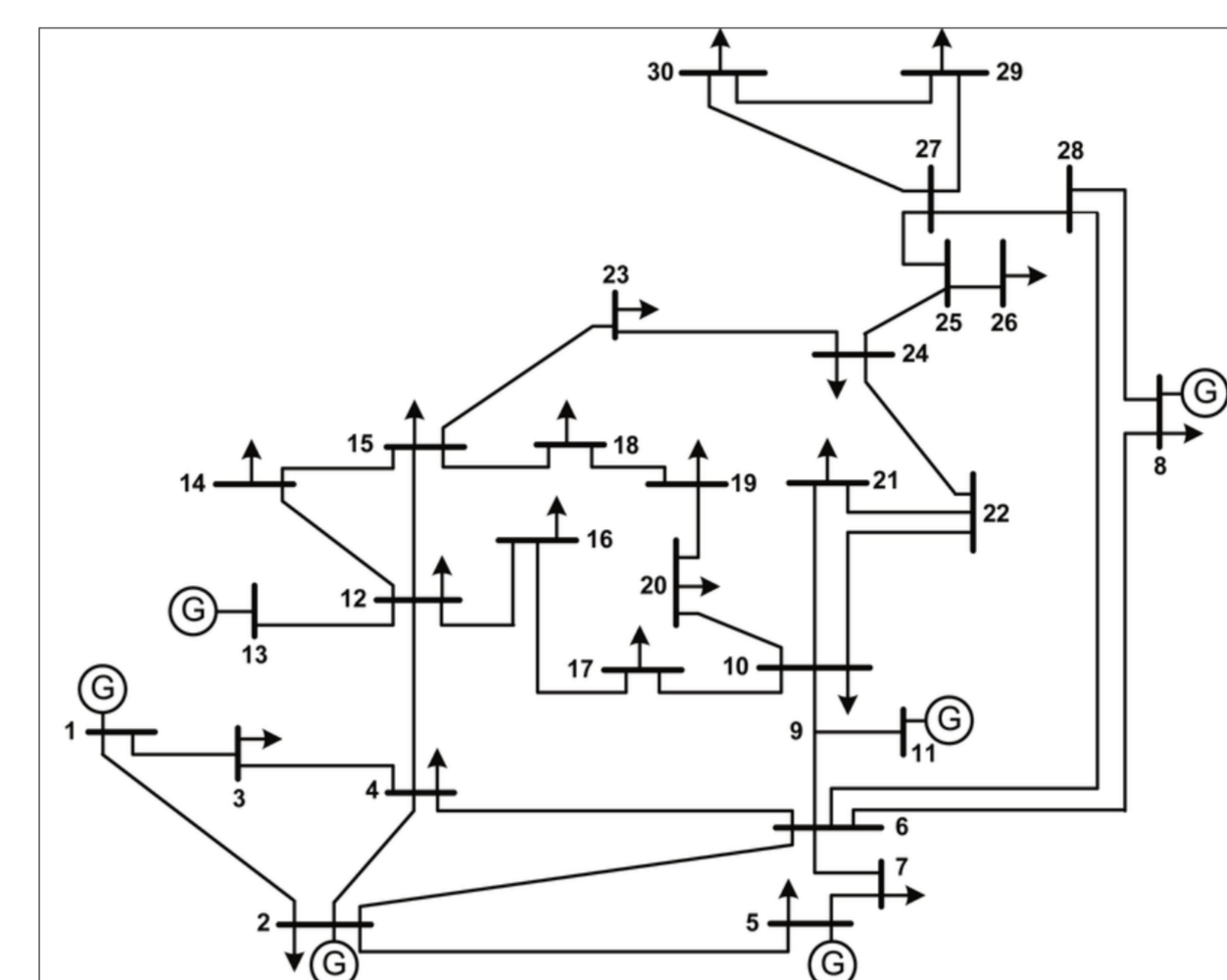
Com base nos conhecimentos obtidos, um algoritmo genético foi desenvolvido para otimizar a alocação de reatores lineares no sistema IEEE 30 barras modificado. O algoritmo foi implementado utilizando a linguagem Python, escolhida por sua versatilidade e eficiência.

#### 4. Implementação do Método de Fluxo de Potência de Newton-Raphson:

O método de fluxo de potência de Newton-Raphson foi integrado ao algoritmo genético, possibilitando determinar as tensões em cada barra do sistema após a seleção de soluções potenciais pelo algoritmo.

A aplicação dessa metodologia permitiu não apenas o alcance dos objetivos propostos, mas também contribuiu para o avanço do conhecimento na área de qualidade de energia elétrica e otimização de sistemas elétricos de potência.

### Resultados



### Conclusões

Diante do resultado obtido nas simulações, é possível concluir que a aplicação do algoritmo genético no contexto da alocação de reatores shunt apresentou resultados promissores para a melhoria da qualidade de energia elétrica em sistemas de potência. A abordagem adotada, utilizando o algoritmo genético em conjunto com o método de fluxo de potência de Newton-Raphson, demonstrou eficácia na busca por soluções ótimas para a alocação de reatores, visando manter as tensões próximas a 1 pu.

Além disso, a metodologia proposta não apenas busca melhorar a qualidade das tensões, mas também considera a eficiência econômica ao otimizar a alocação dos reatores. A minimização do número de reatores necessários para atingir os objetivos de tensão desejados pode representar uma economia significativa para as empresas do setor elétrico.

Diante do exposto, fica evidente que a abordagem baseada em algoritmos genéticos pode ser uma ferramenta valiosa para a tomada de decisões na gestão de potência reativa, contribuindo para a otimização dos sistemas elétricos de potência.

### Referencial bibliográfico

- [1] R. C. Dugan, M. F. McGranaghan, S. Santoso, and H. W. Beaty, *Electrical Power Systems Quality*, Second Edition, New York: Mc. Graw-Hill, 2003.
- [2] N. Kagan, E. J. Robba, and H. P. Schmidt, *Estimação de indicadores de qualidade da energia elétrica*, 1a edição, Blucher, 2009.
- [3] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), "Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico nacional (PRODIST): Módulo 8 - Qualidade da energia elétrica. Brasil", 2021.
- [4] Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), "Procedimentos de Rede do Operador Nacional do Sistema Elétrico: Submódulo 9.7 - Indicadores de qualidade de energia elétrica da Rede Básica. Brasil".
- [5] T. Sousa, "Estudo de planejamento de reativos em sistemas elétricos de potência." Dissertação, Universidade Federal de São Carlos, 2003.
- [6] L. W. de Oliveira, "Reconfiguração e alocação ótima de capacitores em sistemas de distribuição." Tese, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.
- [7] C. de S. Chaves, "Projeto, modelagem e avaliação da eficácia dos reatores a núcleo saturado ao processo da regulação de tensão." Tese, Universidade Federal de Uberlândia, 2016.
- [8] R. Linden, *Algoritmos genéticos*, 3a Edição, Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2012.
- [9] L. de Castro and F. J. Von Zuben, *Introdução à computação evolutiva*. Campinas: Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, 2002.
- [10] J. O. Rezende, "Otimização de Potência Reativa em Sistemas Elétricos com Energia Solar Fotovoltaica Utilizando Algoritmo Genético." Tese, Universidade Federal de Uberlândia, 2021.
- [11] "Sistema IEEE: 30 barras-Modelagem da Rede Elétrica". [https://www.researchgate.net/figure/figura-2-Sistema-IEEE-30-barras-Modelagem-da-Rede-Elétrica-no-Nível-Barra-Ramo\\_fig2\\_262745037](https://www.researchgate.net/figure/figura-2-Sistema-IEEE-30-barras-Modelagem-da-Rede-Elétrica-no-Nível-Barra-Ramo_fig2_262745037) (accessed August, 12, 2023).
- [12] G. R. Rocha, and M. A. Z. M. e Silva, "Software de roteirização e carregamento de veículo utilizando algoritmos genéticos. Resultados e Discussão Material e Métodos." 2021.