



## II EVENTO INTEGRADO – PROCIEMA

### Educação, Ciências e Extensão: Transformando Vidas

#### Estudo Numérico de um Método dos Gradientes Conjugados para resolução de equações monótonas não lineares

Giselle Lopes da Cruz<sup>1</sup>, Marcio Antônio de Andrade Bortoloti<sup>2</sup>

#### RESUMO

Na Otimização Contínua, o Método dos Gradientes Conjugados (MGC) possui muita relevância, devido à sua aplicabilidade em várias áreas do conhecimento humano. Podemos destacar seu emprego no processamento de imagens e de sinais, [2], e na resolução de problemas de grande escala. Ao longo dos anos, o MGC vem sendo aperfeiçoado, com o objetivo de se obter melhorias no desempenho computacional além das necessidades impostas por cada tipo de problema, [3]. No contexto de minimização de funções, destacamos a melhoria proposta por Perry, veja [1]. Esta propõe uma modificação no parâmetro que controla as direções de descida, a fim de se obter um desempenho computacional mais robusto. Do ponto de vista teórico, tal modificação possibilita o uso de algumas propriedades matemáticas do conhecido método de Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno (BFGS) na análise de convergência. Partindo do método proposto por [1], Waziri, Hungu e Sabi'u, [4], estenderam tal método para resolver sistemas de equações monótonas não lineares. Neste trabalho, nós estudamos o desempenho numérico do MGC proposto em [4] considerando duas estratégias de direção de descida. Nomeamos por MCGP1 e MCGP2 o método que utiliza a primeira e a segunda estratégia de direção de descida, respectivamente. Com o objetivo de analisar o desempenho numérico desse método, acerca das duas estratégias de direção de descida utilizadas, nós desenvolvemos um estudo do método utilizado na determinação de zero de funções  $F: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ . Consideramos as funções testes utilizadas em [4], onde tomamos a dimensão  $n = 500$ . O algoritmo foi implementado na linguagem de programação Julia e está livremente disponível no endereço <https://github.com/petimatematica/MWHS>. Os testes foram realizados utilizando os parâmetros propostos em [4]. Analisamos o número de iterações, o tempo de CPU e o número de avaliações de funções que o método utilizou para encontrar os zeros das funções estudadas. Os experimentos mostraram que o método MCGP1 obteve um melhor desempenho em relação ao MCGP2.

**Palavras-chave:** Linguagem Julia. Otimização Contínua. Perry. Performance Profiles.

#### REFERÊNCIAS

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências Biológicas, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil<sup>1</sup>. E-mail: giselle.lcz@gmail.com

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências Biológicas, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil<sup>2</sup>. E-mail: mbortoloti@uesb.edu.br

- [1] PERRY, Avinoam. A modified conjugate gradient algorithm. **Operations Research**, v. 26, n. 6, p. 1073-1078, 1978.
- [2] SABI'U, Jamilu; SHAH, Abdullah; STANIMIROVIĆ, Predrag S.; IVANOV, Branislav; WAZIRI, Mohammed Yusuf. Modified optimal Perry conjugate gradient method for solving system of monotone equations with applications. *Applied Numerical Mathematics*, v. 184, p. 431-445, 2023. ISSN 0168-9274. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apnum.2022.10.016>. Acesso em: 20 ago. 2024.
- [3] SILVA, Leonardo Castro da. **Uma estratégia híbrida para o método dos gradientes conjugados não-linear**. Orientadora: Dra. Luziane Ferreira de Mendonça. 2011. 181 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- [4] Waziri, M.Y., Hungu, K.A. & Sabi'u, J. Descent Perry conjugate gradient methods for systems of monotone nonlinear equations. *Numer Algor* **85**, 763–785 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11075-019-00836-1>. Acesso em: 20 ago. 2024.