

## ACELERAÇÃO DO MÉTODO DE DIFERENÇAS FINITAS PARA O PROBLEMA DA CAVIDADE COM TAMPA MÓVEL UTILIZANDO LINGUAGEM JULIA.

**GUILHERME CESAR TOMIASI, ANALICE COSTACURTA BRANDI, FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia,**  
 Campus de Presidente Prudente, gc.tomiasi@unesp.br, analice.brandi@unesp.br

Apresentado no XXXV Congresso de Iniciação Científica da Unesp – CIC 2023  
*“Desafios na produção do conhecimento: democratização e diversidade”*

**INTRODUÇÃO:** O Problema da Cavidade com Tampa Móvel é um problema da mecânica dos fluidos que visa descrever os efeitos causados pela movimentação de uma superfície adjacente a um fluido localizado em uma cavidade. Este problema é modelado a partir de equações diferenciais parciais e solucionado numericamente com o método de diferenças finitas [1][3]. Nesse trabalho, é avaliada a performance de um algoritmo implementado utilizando a linguagem de programação Julia [2], que obtém crescente interesse por parte da comunidade acadêmica. O suporte à metaprogramação tem tornado a linguagem referência em aplicações como diferenciação automática e discretização de problemas de forma simbólica através de métodos, como o método das Linhas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O problema em questão envolve o cálculo de derivadas de forma numérica utilizando o método de diferenças finitas. O sistema de EDPs descreve o valor da vorticidade  $\omega$ , o valor da função corrente  $\psi$  e o valor das componentes da velocidade, descritas como derivadas da função corrente.

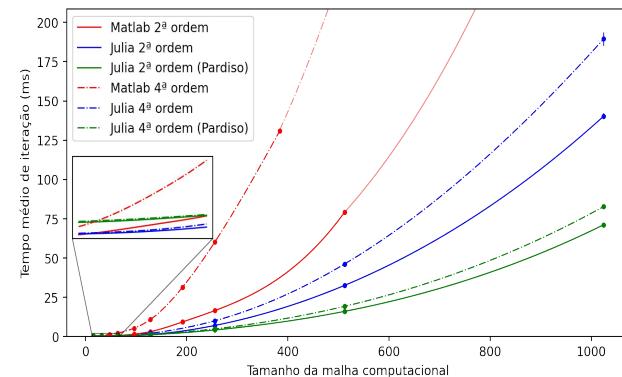
$$\frac{D\omega}{Dt} = \frac{\nabla^2 \omega}{Re}, \quad \nabla^2 \psi = -\omega \quad (1)$$

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad v = -\frac{\partial \psi}{\partial x} \quad (2)$$

Tais cálculos utilizam de notação e cálculo matricial, e podem ser otimizados a partir do uso de instruções vetorizadas (SIMD) e paralelização através do uso de múltiplos processadores (*multithreading*).

Neste trabalho são comparados tempos médios de iteração para métodos de diferenças finitas: convencionais de segunda ordem e compactas de quarta ordem. As implementações originais dos métodos, realizadas em MATLAB, são comparadas com as implementações realizadas em Julia. Para isolar ao máximo a interferência de eventos externos, os métodos são executados por milhares de iterações, utilizando diferentes tamanhos de malha computacional, sendo executados três vezes para cada malha. O resultado obtido final é a média dos tempos médios de iteração para cada execução. Foi utilizado o mesmo computador e o ambiente foi controlado para que a temperatura ambiente fosse a mesma em ambos os casos. Algumas otimizações foram realizadas nas implementações originais para aumentar a relevância da comparação. A implementação realizada utilizando Julia foi adaptada para utilizar o *PARDISO*, um solucionador de sistemas lineares esparsos paralelizado, útil para multiprocessadores com memória compartilhada.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 apresenta o tempo de execução médio por iteração obtido para cada método, relacionando-os ao refinamento da malha.



**Figura 1:** Comparação dos tempos de execução.

Na região inicial, dado um tamanho de malha suficientemente pequeno, observa-se o custo computacional do uso de múltiplas *threads*, chamado de *overhead*. Em casos muito pequenos, esse custo é maior que o benefício observado.

**CONCLUSÕES:** A tendência de melhora da eficiência para malhas refinadas destaca como melhor organização, alocação e uso de memória pode ajudar consideravelmente na resolução de problemas desse tipo em escalas muito maiores. A paralelização empregada para resolver o sistema linear esparsos melhorou ainda mais a eficiência do algoritmo.

**AGRADECIMENTOS:** Agradeço a minha família, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo programa PIBIC e seu auxílio financeiro durante a realização da minha Iniciação Científica, e a comunidade da Linguagem Julia através do fórum *Discourse*.

### REFERÊNCIAS:

- STERZA, R. L.; CARREIRA, B. L.; BRANDI, A. C. Solução numérica da equação de Poisson no problema da cavidade com tampa móvel. Revista Eletrônica Paulista de Matemática, v. 17, 17 fev. 2020.
- BEZANSON, J.; EDELMAN, A.; KARPINSKI, S.; SHAH, V. B. Julia: A fresh approach to numerical computing. SIAM Review, v. 59, n. 1, p. 65-98, 2017.
- FORTUNA, A.O. (2000). Técnicas computacionais para dinâmica dos fluidos: conceitos básicos e aplicações. São Paulo: EDUSP, 2000.