



# Trabalho Final

Disciplina: Métodos Numéricos em Termofluidos

Professor: Adriano Possebon Rosa

Departamento de Engenharia Mecânica

Faculdade de Tecnologia

Universidade de Brasília

---

---

## Sumário

1	Introdução	1
2	Problema da Convecção Natural	2
3	Problema do Degrau	2
4	Implementação Usando Vorticidade e Função de Corrente	2
5	Método de Projeção de Primeira Ordem Implícito	3
6	Ordem de Convergência do Método	3
7	Upwind	3

---

---

## 1 Introdução

O objetivo neste trabalho é escrever um artigo científico e apresentá-lo à turma na data combinada com o professor. Cada aluno deve escolher um tema.

O artigo deve ser entregue na forma digital, em formato pdf, pelo Moodle, e no **modelo de um artigo científico** (use um *template* de alguma revista/congresso). O artigo deverá conter **Título, Resumo, Introdução, Fundamentação Teórica, Metodologia, Resultados, Conclusões e Referências**. **O artigo pode ser**



**escrito em Português ou em Inglês.** Para resolver o problema proposto, utilize a linguagem de programação de sua preferência.

A apresentação deve ser feita em slides e deve ter duração de no máximo 15 minutos. A apresentação deve focar na implementação e nos resultados obtidos. Não coloque textos nos slides.

Algumas sugestões de temas são apresentadas neste roteiro.

## 2 Problema da Convecção Natural

Neste trabalho você deverá resolver o problema de **convecção natural bidimensional de um fluido Newtoniano** em uma cavidade quadrada. Para isso, você deve utilizar o **método de projeção de primeira ordem explícito**, juntamente com o método de diferenças finitas. Investigue o comportamento resultante do fluido para **quatro** números de Rayleigh diferentes:  $Ra = 10^3$ ,  $Ra = 10^4$ ,  $Ra = 10^5$  e  $Ra = 10^6$ . Use  $Pr = 0.71$ . Plote os gráficos da função de corrente, da temperatura, da pressão e do vetor velocidade em diferentes instantes de tempo e no regime permanente. Discuta os resultados. O que acontece com o escoamento quando aumentamos o  $Ra$ ? Por que isso acontece? **Calcule** o  $Nu_m$  para cada caso e compare com resultados da literatura. Os códigos utilizados devem ser enviados separadamente, em um outro arquivo.

## 3 Problema do Degrau

Resolva o problema do escoamento de um fluido newtoniano incompressível em um degrau, apresentado na aula de Tópicos Complementares, com diferentes valores de  $Re$ . Compare o tamanho da recirculação principal com artigos da literatura. O que acontece quando  $Re$  aumenta? Os seus resultados coincidem com os de outros trabalhos?

## 4 Implementação Usando Vorticidade e Função de Corrente

Resolva o problema da cavidade cisalhante usando a formulação vorticidade - função de corrente juntamente com o método das diferenças finitas, para 4 números de Reynolds diferentes:  $Re = 1$ ,  $Re = 10$ ,  $Re = 100$  e  $Re = 1000$ . Plote os gráficos da função de corrente e da vorticidade para cada um dos casos. Compare os seus resultados com os resultados usando o método de projeção e com os resultados de outros trabalhos.



## 5 Método de Projeção de Primeira Ordem Implícito

Implemente o método de projeção implícito de primeira ordem e resolva o problema da cavidade cisalhante. Compare com os resultados obtidos com o método explícito.

## 6 Ordem de Convergência do Método

Estude a ordem de convergência do método de diferenças finitas que você usou para resolver o problema da cavidade cisalhante. Estude a ordem de convergência no tempo e no espaço de  $u$ ,  $v$  e  $p$ .

## 7 Upwind

Implemente diferentes métodos de *upwind* no seu código da cavidade cisalhante e discuta sobre as diferenças encontradas nos resultados. Foque em  $Re$  altos (100, 500 e 1000).