

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO  
PRETO

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO E MATEMÁTICA

PROPOSTA DE PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

---

**Estudo Numérico de Equações em Meios Porosos**

---

*Candidato:*

Henrique Casellato V. R. da Costa

*Orientador:*

Nikolai Vasilievich Chemetov

Ribeirão Preto, SP

7 de agosto de 2025

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução e Justificativa</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Bibliografia Fundamental</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Plano de Trabalho e Cronograma de Execução</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Material e Métodos</b>	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>Forma de Análise dos Resultados</b>	<b>3</b>

# 1 Introdução e Justificativa

Um meio poroso é um material caracterizado pela sua habilidade de armazenar fluidos, sendo encontrado em diversos contextos, como em rochas sedimentares para extração de petróleo, aquíferos subterrâneos, tecidos biológicos, células de combustível, entre outros. Em geral, simulações computacionais são instrumentos para entender os processos químicos, físicos e de escoamento, assim complementando as observações de campo, testes em laboratórios e modelos analíticos.

Este trabalho de conclusão de curso pretende introduzir o aluno aos conceitos, teorias e aplicações deste campo de pesquisa, e portanto consistirá na leitura de material teórico sobre *Métodos Numéricos para Equações Diferenciais* e suas aplicações no contexto de *Meios Porosos* e *Mecânica dos Fluidos Computacional*. Em específico, serão estudados métodos para simulações numéricas com equações elípticas e hiperbólicas.

No período de vigência deste trabalho, o aluno estará cursando o oitavo semestre do curso de Bacharelado em Ciência da Computação, já tendo concluído número suficiente de disciplinas para desenvolver o projeto. Acreditamos que, na conclusão deste trabalho, o aluno desenvolverá uma base sólida na teoria de métodos numéricos para equações diferenciais, assim como em simulações relacionadas a meios porosos. Por conseguinte, será possível colocá-lo em contato com o processo de investigação em matemática aplicada e computacional, além de prepará-lo para o prosseguimento de seus estudos na pós-graduação.

## 2 Bibliografia Fundamental

BURDEN, Richard L.; FAIRES, J. Douglas; BURDEN, Annette M. **Análise Numérica**. 10. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016. Tradução de: *Numerical Analysis*. 10. ed. ISBN 978-85-221-2341-4.

ISAACSON, Eugene; KELLER, Herbert Bishop. **Analysis of Numerical Methods**. New York: John Wiley & Sons, 1966. Reprinted by Dover Publications in 1994. ISBN 0-486-68029-0.

SOUSA, Fabricio S.; ROCHA, Franciane F. **Métodos de volumes finitos para modelagem computacional de reservatórios de petróleo**. São Carlos, SP: SBMAC, 2022. v. 96, p. 102. (Notas em Matemática Aplicada). ISBN 978-65-86388-18-3.

### **3 Objetivos**

Este trabalho tem como objetivo prover ao aluno uma base bem estruturada acerca de tópicos de Métodos Numéricos e aplicações em Meios Porosos e Mecânica dos Fluidos Computacional. Ainda, empenha-se em proporcionar um primeiro contato com tópicos avançados de pesquisa em matemática aplicada e computacional.

### **4 Plano de Trabalho e Cronograma de Execução**

O trabalho será desenvolvido em três fases principais, compreendendo o estudo e implementação de métodos numéricos. A primeira fase terá foco na resolução de Problemas de Valores de Contorno e de Equações Diferenciais Parciais, usando os capítulos finais do livro (BURDEN; FAIRES; BURDEN, 2016). A segunda fase terá foco nos métodos de Volumes Finitos para Equações Elípticas e Hiperbólicas, usando como referências os livros (ISAACSON; KELLER, 1966) e (SOUSA; ROCHA, 2022). Por fim, a última fase abarca a simulação de problemas de transporte passivo em meios porosos, usando também como referência principal o livro (SOUSA; ROCHA, 2022).

No momento em que foi enviada esta proposta de projeto, o aluno já realizou parte do trabalho, nomeadamente as duas primeiras fases de estudo. Então, agora nesses quatro últimos meses antes da apresentação, o aluno estará realizando a parte final de simulação de transporte passivo, além da escrita da monografia.

### **5 Material e Métodos**

Os materiais fundamentais para o desenvolvimento do projeto serão as referências bibliográficas, em conjunto aos tradicionais de lousa, canetas e giz, além do computador pessoal para simulações numéricas. Como tecnologias usadas, o código da simulação numérica será desenvolvido em C/C++ e a visualização dos dados, em Python. Os métodos a serem utilizados envolvem a apresentação de seminários com o orientador, onde serão apresentados os desenvolvimentos no estudo teórico e os resultados das simulações numéricas, além da possível apresentação pôsteres ou seminários em eventos científicos de interesse para o projeto. Por fim, o conteúdo estudado pelo aluno será escrito em forma de monografia e apresentado à banca examinadora no final do período.

## **6 Forma de Análise dos Resultados**

O orientador avaliará o desempenho do aluno em seus seminários, onde poderá aferir o empenho e a dedicação do aluno. Outros pontos avaliados serão: o desempenho acadêmico, a qualidade do material escrito e dos trabalhos apresentados nos eventos.