



Métodos Numéricos - CI 181 A

Prof. Luis Allan
Departamento de Informática

E-mail: kunzle@inf.ufpr.br

Web: www.inf.ufpr.br/kunzle

Cálculo Numérico

Módulo I

Introdução

Profs.: Bruno C N Queiroz
José Eustáquio R. de Queiroz
Marcelo Alves de Barros



**O que é
Cálculo Numérico?**



Introdução II

- **Cálculo Numérico** é uma área de estudo de ferramentas ou métodos empregados na resolução de problemas matemáticos, de forma **aproximada**, relativos às mais diversas áreas do conhecimento humano.
 - Principal aplicação \Rightarrow Problemas cujas soluções **exatas** são inviáveis ou impossíveis de se obter, de modo que carecem de uma abordagem **numérica** para sua resolução.

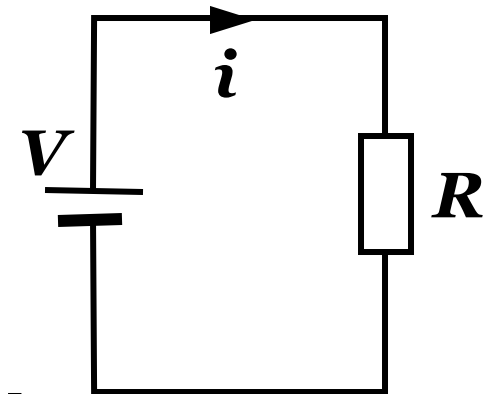
Introdução III

- **Exemplo:** Circuito elétrico composto por uma fonte de alimentação contínua e um resistor.

$$V - R \cdot i = 0$$

$$i = \frac{V}{R}$$

Solução **exata**

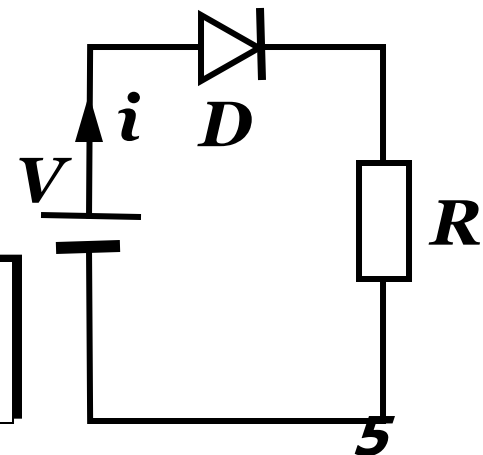


Introdução de um diodo no circuito:

$$v(i) = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{i}{I_s} + 1\right)$$

$$V - R \cdot i - \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{i}{I_s} + 1\right) = 0$$

Solução via **métodos numéricos**





Introdução IV

**Por que empregar
soluções numéricas?**



Introdução V

- Um problema de Cálculo pode ser solucionado **analiticamente**, mas sua resolução pode tornar-se **impraticável** com o aumento do *escopo* do problema.

Exemplo: Resolução de sistemas de equações lineares (SEL).



Introdução VI

- Existência de problemas para os quais não existem métodos **analíticos** de resolução.
 - Exemplos:
 - a) $\int e^{x^2} dx$ **não** tem primitiva em forma simples;
 - b) $y' = y^2 + t^2$ **não** pode ser solucionada analiticamente;
 - c) equações diferenciais parciais (EDP) não lineares **só** podem ser solucionadas analiticamente em casos particulares.



Introdução VII

- Métodos **numéricos** visam a soluções **aproximadas** para formulações matemáticas.
- Em problemas reais, dados são **medidas** e, como tais, **não** são **exatos**
 - Medidas físicas **não** são **números**, mas **intervalos**, pela própria imprecisão das medidas.
 - Emprego de uma **figura do erro**, inerente à própria medição.



Introdução VIII

- Métodos numéricos buscam **aproximações** para soluções que, analiticamente, seriam **exatas**.
- Inerência do erro aos métodos ⇒
Consideração de uma figura da aproximação, do erro, do desvio associadas às medições que produzem os dados a serem processados.

Função do **Cálculo Numérico** na Engenharia



Resolução de problemas a partir
de métodos **numéricos**



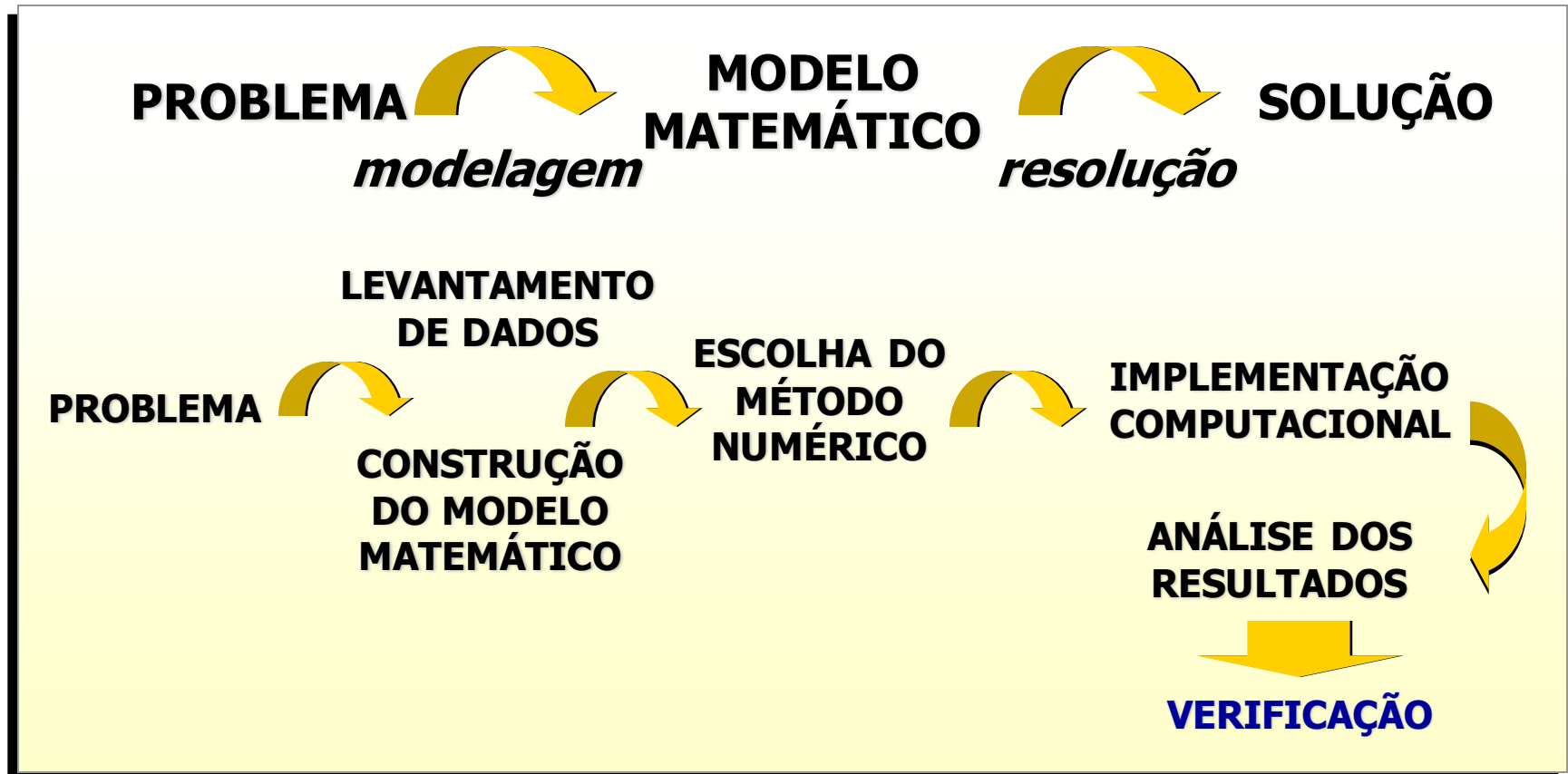
Fundamentação em **modelos matemáticos** de eventos do mundo real

■ Etapas para a resolução de problemas



Introdução XI

■ Fluxograma – Resolução Numérica



■ Influência dos Erros nas Soluções

- Exemplo **02**: Falha no lançamento do míssil *Patriot* (Guerra do Golfo – 1991)

Limitação na representação numérica (**24** bits)



Erro de **0,34** s no cálculo do tempo de lançamento



Comprometimento do rastreamento dos mísseis inimigos (*Scud*)



Introdução XIII

■ Influência dos Erros nas Soluções

- Exemplo **01**: Explosão do foguete lançador *Ariane 5* (Kourou, Guiana Francesa – 1996)

Limitação na representação numérica
(conversão **64** bits para **16** bits)



Erro de **36,7** s no cálculo
do tempo de lançamento



Explosão do lançador, perda do
satélite e prejuízo U\$ **7,5** bilhões)



- **Aplicações na Engenharia**
 - **Determinação de raízes de equações**
 - **Resolução de SEL**
 - **Interpolação de valores tabelados**
 - **Integração numérica**
 - **Diferenciação numérica**
 - **Resolução de EDO**
 - **⋮**



Plano de Ensino

- **Objetivos**
- **Ementa**
- **Abordagem Metodológica**
- **Recursos Didáticos**
- **Avaliação**
- **Bibliografia**



Objetivos do Curso

- **Fornecer condições para que se conheça, calcule, utilize e aplique corretamente métodos numéricos na resolução de problemas de Engenharia.**
- **Construir métodos numéricos e analisar em que condições se pode ter a garantia de que os resultados computados são satisfatórios, baseados no conhecimento dos métodos.**

- **Motivação / Ferramentas:** considerações introdutórias e exame de bibliotecas e ferramentas atuais
- **Conceitos Básicos:** princípios empregados, representação binária de números inteiros e reais, padrão IEEE 754
- **Erros:** geração e propagação

- **Métodos Numéricos:** determinação de zeros de equações, resolução de SEL, interpolação de pontos e ajuste de curvas, integração.
- **SciLab:** programação e análise dos métodos numéricos utilizando a ferramenta Scilab.

■ Módulos

- **I** **Motivação e Ferramentas de Suporte**
- **II** **Conceitos Básicos**
- **III** **Erros Numéricos – Geração e Propagação**
- **IV** **Determinação de Zeros de Equações**
- **V** **Introdução ao Scilab**

■ Módulos

- **VI Resolução Numérica de SEL**
- **VII Interpolação de Pontos e Ajuste de Curvas**
- **VIII Integração e Diferenciação Numéricas**
- **IX Programação em Scilab**



Abordagem Metodológica

- **Aulas teórico-demonstrativas**
- **Aulas práticas**
- **Atividades individuais e em grupo**



Recursos Didáticos

- **Quadro branco**
- **Projektor multimídia (*Data show*)**
- **Infraestrutura do Laboratório 1-2 do Departamento de Informática**

- **Duas provas teóricas**
 - 11/09/2019 - quarta
 - 28/10/2019 - segunda

- **Uma prova prática (laboratório)**
 - 13/11/2019 - quarta



Bibliografia I

- **ASANO, C. H. & COLLI, E. *Cálculo Numérico: Fundamentos e Aplicações*. Departamento de Matemática Aplicada – IME/USP, 2007.**
- **CHAPRA, S. C., *Applied Numerical Methods with MATLAB® for Engineers and Scientists*. McGraw-Hill Higher Education, 2012. 3rd Ed.**
- **CHAPRA, S. C. & CANALE, R. P. *Numerical Methods for Engineers*. McGraw-Hill, 2010. 6th Ed.**
- **EPPERSON, J. F., *An introduction to numerical methods and analysis*. John Wiley & Sons, Inc., 2013. 2nd Ed.**



Bibliografia II

- **FERNANDES, E. M. DA G. P., *Computação Numérica*. Publicações da Universidade do Minho, 1997. 2a. Edição.**
- **FRANCO, N. B. *Cálculo Numérico*. Pearson Prentice Hall, 2006. 1a. Edição.**
- **RUGGIERO, M. A. G. & LOPES, V. L. R. *Cálculo numérico: aspectos teóricos e computacionais*. 2a ed. São Paulo, Makron, 1997.**