

# Preparação de Documentos Acadêmicos com $\text{\LaTeX}$

## Aula 02 - Modo Matemático, Equações, Referências Cruzadas e Notas de Rodapé

Prof. Jean Paul Barddal

Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGla)

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)



# Agenda

- 1 Modo Matemático
- 2 Referências Cruzadas
- 3 Notas de Rodapé

# Agenda

- 1 Modo Matemático
- 2 Referências Cruzadas
- 3 Notas de Rodapé

# Modo Matemático

- Um dos grandes benefícios do  $\text{\LaTeX}$  é a apresentação de elementos matemático
- Isso pode ser realizado de diferentes formas:
  - Modo *inline*
  - Modo *display*

## Modo *inline*

- O modo *inline* serve para adicionarmos elementos matemáticos em texto corrido.
- As opções para esse modo matemático são:
  - `\(...\)`
  - `$...$`
  - `\begin{math} ... \end{math}`

- Exemplos:

Código	Saída
Pitágoras: <code>\(a^2 + b^2 = c^2\)</code>	Pitágoras: $a^2 + b^2 = c^2$
Pitágoras: <code>\$a^2 + b^2 = c^2\$</code>	Pitágoras: $a^2 + b^2 = c^2$
Pitágoras: <code>\begin{math}a^2 + b^2 = c^2\end{math}</code>	Pitágoras: $a^2 + b^2 = c^2$



# Modo *display*

Exemplo:

```

1 A equivalência massa-energia
   descrita pela famosa equação
2 \[E=mc^2\]
3 foi descoberta em 1905 por Albert
   Einstein.
4
5 Em unidades naturais ( $c = 1$ ), a f
   órmula expressa a identidade
6 \begin{equation}
7 E=m
8 \end{equation}

```

Resultado:

A equivalência massa-energia descrita pela famosa equação

$$E = mc^2$$

foi descoberta em 1905 por Albert Einstein.  
Em unidades naturais ( $c = 1$ ), a fórmula expressa a identidade

$$E = m \quad (1)$$

## Principais símbolos e formulações

- `\times` → ×
- `\div` → ÷
- `\cdot` → ·
- `\pm` → ±
- `\leq` → ≤
- `\geq` → ≥
- `\neq` → ≠
- `\approx` → ≈

- `\in`  $\rightarrow \in$
- `\notin`  $\rightarrow \notin$
- `\subset`  $\rightarrow \subset$
- `\subseteq`  $\rightarrow \subseteq$
- `\forall`  $\rightarrow \forall$
- `\exists`  $\rightarrow \exists$
- `\wedge`  $\rightarrow \wedge$
- `\vee`  $\rightarrow \vee$



# Letras Gregas (não exaustivo)

■ `\alpha` →  $\alpha$

■ `\beta` →  $\beta$

■ `\gamma` →  $\gamma$

■ `\delta` →  $\delta$

■ `\epsilon` →  $\epsilon$

■ `\varepsilon` →  $\varepsilon$

■ `\zeta` →  $\zeta$

■ `\eta` →  $\eta$

■ `\theta` →  $\theta$

■ `\vartheta` →  $\vartheta$

■ `\iota` →  $\iota$

■ `\kappa` →  $\kappa$

■ `\lambda` →  $\lambda$

■ `\mu` →  $\mu$

■ `\nu` →  $\nu$

■ `\xi` →  $\xi$

■ `\pi` →  $\pi$

■ `\varpi` →  $\varpi$

■ `\rho` →  $\rho$

■ `\varrho` →  $\varrho$

■ `\sigma` →  $\sigma$

■ `\varsigma` →  $\varsigma$

■ `\tau` →  $\tau$

■ `\upsilon` →  $\upsilon$

■ `\phi` →  $\phi$

■ `\varphi` →  $\varphi$

■ `\chi` →  $\chi$

■ `\psi` →  $\psi$

■ `\omega` →  $\omega$

■ `\Gamma` →  $\Gamma$

■ `\Delta` →  $\Delta$

■ `\Theta` →  $\Theta$

■ `\Lambda` →  $\Lambda$

■ `\Xi` →  $\Xi$

■ `\Pi` →  $\Pi$

■ `\Sigma` →  $\Sigma$

■ `\Upsilon` →  $\Upsilon$

■ `\Phi` →  $\Phi$

■ `\Psi` →  $\Psi$

■ `\Omega` →  $\Omega$

## Outros símbolos úteis

- `\sum` →  $\Sigma$
- `\prod` →  $\prod$
- `\int` →  $\int$
- `\lim` →  $\lim$
- `\to` →  $\rightarrow$
- `\rightarrow` →  $\rightarrow$
- `\Leftarrow` →  $\Leftarrow$
- `\iff` →  $\iff$

# Exemplos

```
1 \begin{displaymath}
2 y = \sum_{i=0}^{10}{x
   _i^2}
3 \end{displaymath}
```

$$y = \sum_{i=0}^{10} i^2$$

```
1 \begin{displaymath}
2 y = \prod_{i=1}^{10}{
   i}
3 \end{displaymath}
```

$$y = \prod_{i=1}^{10} i$$

```
1 \begin{displaymath}
2 \int_0^{\frac{\pi}{4}}{\cos x~dx}
3 \end{displaymath}
```

$$\int_0^{\frac{\pi}{4}} \cos x \, dx$$

# Frações

`\frac{a}{b}`

$$\frac{a}{b}$$

`\dfrac{a}{b}` (fração em display)

$$\frac{a}{b}$$

`\tfrac{a}{b}` (fração compacta)

$$\frac{a}{b}$$

`a^{2}`

$$a^2 \text{ (expoente)}$$

`a_{i}`

$$a_i \text{ (índice)}$$

`\sqrt{x}`

$$\sqrt{x}$$

`\sqrt[n]{x}`

$$\sqrt[n]{x}$$

# Fontes Diferenciadas

- Dentro do modo matemático, podemos usar também os pacotes  $\text{\usepackage{mathcal}}$  e  $\text{\usepackage{mathbb}}$
- `mathcal`: Fonte caligráfica
- `mathbb`: Fonte útil para representar conjuntos

- Produz um estilo
- Funciona com le

$\backslash\mathrm{mathcal{A}}, \backslash\mathrm{mat}$

- Produz um estilo caligráfico
- Funciona com letras maiúsculas Exemplo:

 $\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C}, \dots, \mathcal{Z}$ 

$\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C}, \dots, \mathcal{Z}$

- Produz estilo em negrito, comumente usado para conjuntos numéricos
- Requer `\usepackage{amssymb}` ou `\usepackage{amsfonts}` no preâmbulo do arquivo.

- 1  $\mathbb{N}, \mathbb{Z}, \mathbb{Q}, \mathbb{R}, \mathbb{C}$

```
1 f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}
```

$$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$

# Alinhamento de Equações

- Em alguns casos, é possível que tenhamos equações extensas ou que seja de nosso interesse descrever múltiplas etapas de um cálculo
- Nesse sentido, é importante saber como quebrar uma equação em diferentes linhas
- Outro cenário importante é a construção de condicionais



# Equações longas

```

1
2 \begin{displaymath}
3 I(n) = \binom{n}{4} + \frac{-5n^3 + 45n^2 - 70n + 24}{24} \cdot \delta_2(n)
      - \frac{3n}{2} \cdot \delta_4(n) + \frac{-45n^2 + 262n}{6} \cdot \delta_6(n) + 42\delta_{12}(n) +
      60n \cdot \delta_{18}(n) + 35n \cdot \delta_{24}(n) - 38n \cdot \delta_{30}(n) - 82n \cdot \delta_{42}(n) - 330n \cdot \delta_{60}(n) - 144n \cdot \delta_{84}(n) - 96n \cdot \delta_{90}(n) - 144n \cdot \delta_{120}(n) - 96n \cdot \delta_{210}(n)
4 \end{displaymath}

```

Número de interseções das diagonais em um polígono regular, sendo que  $\delta_m(n)$  denota que  $n$  é divisível por  $m$ :

$$I(n) = \binom{n}{4} + \frac{-5n^3 + 45n^2 - 70n + 24}{24} \cdot \delta_2(n) - \frac{3n}{2} \cdot \delta_4(n) + \frac{-45n^2 + 262n}{6} \cdot \delta_6(n) + 42\delta_{12}(n) +$$

# Equações longas

```

1 \begin{align*}
2 I(n) =\; & \& \binom{n}{4} \\
3 + \frac{-5n^3 + 45n^2 - 70n + 24}{24} \cdot \delta_2(n) \; & \\
4 & - \frac{3n}{2} \cdot \delta_4(n) \\
5 + \frac{-45n^2 + 262n}{6} \cdot \delta_6(n) \\
6 + 42 \cdot \delta_{12}(n) \; & \\
7 & + 60n \cdot \delta_{18}(n) \\
8 + 35n \cdot \delta_{24}(n) \\
9 - 38n \cdot \delta_{30}(n) \; & \\
10 & - 82n \cdot \delta_{42}(n) \\
11 - 330n \cdot \delta_{60}(n) \\
12 - 144n \cdot \delta_{84}(n) \; & \\
13 & - 96n \cdot \delta_{90}(n) \\
14 - 144n \cdot \delta_{120}(n) \\
15 - 96n \cdot \delta_{210}(n) \\
16 \end{align*}

```

Número de interseções  
que  $n$  é divisível por

$$I(n) =$$

$$\begin{aligned} I(n) = & \binom{n}{4} + \frac{-5n^3 + 45n^2 - 70n + 24}{24} \cdot \delta_2(n) \\ & - \frac{3n}{2} \cdot \delta_4(n) + \frac{-45n^2 + 262n}{6} \cdot \delta_6(n) + 42 \cdot \delta_{12}(n) \\ & + 60n \cdot \delta_{18}(n) + 35n \cdot \delta_{24}(n) - 38n \cdot \delta_{30}(n) \\ & - 82n \cdot \delta_{42}(n) - 330n \cdot \delta_{60}(n) - 144n \cdot \delta_{84}(n) \\ & - 96n \cdot \delta_{90}(n) - 144n \cdot \delta_{120}(n) - 96n \cdot \delta_{210}(n) \end{aligned}$$





- Função Rectified Linear Unit (ReLU)

$$f(x) = \begin{cases} x, & \text{se } x \geq 0 \\ 0, & \text{se } x < 0 \end{cases}$$

# Equações com Condicionais

- Função de Sinal

```

1 \begin{displaymath}
2 \text{\text{sgn}}(x) =
3 \begin{cases}
4 -1, & \text{\text{se}} \ x < 0 \\
5 0, & \text{\text{se}} \ x = 0 \\
6 1, & \text{\text{se}} \ x > 0
7 \end{cases}
8 \end{displaymath}

```

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} -1, & \text{se } x < 0 \\ 0, & \text{se } x = 0 \\ 1, & \text{se } x > 0 \end{cases}$$

# Agenda

- 1 Modo Matemático
- 2 Referências Cruzadas
- 3 Notas de Rodapé



## Referências Cruzadas

- Uma das funcionalidades mais relevantes do  $\text{\LaTeX}$  é a de criação de referências cruzadas
- Para trabalhar com referências cruzadas, os elementos a serem referenciados devem possuir rótulos (`\label{}`)
- Para referenciar um elemento, usamos o comando (`\ref{}`)

## Dicas

Apesar de não ser obrigatório, é comum trabalhar da seguinte forma:

- Tabela: `\label{tab:...}`
- Figura: `\label{fig:...}`
- Equação: `\label{eq:...}`
- Capítulo: `\label{cap:}`
- Seção: `\label{sec:...}`
- Subseção: `\label{subsec:...}`

# Exemplos

```

1 A Equação \ref{eq:bhaskara}
  apresenta a fórmula de Bhaskara
  , onde  $a$ ,  $b$  e  $c$ 
  apresentam os coeficientes de
  uma equação de segundo grau no
  formato  $ax^2+bc+c=0$ :
2 \begin{equation}
3 x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}
4 \label{eq:bhaskara}
5 \end{equation}
  
```

A Equação 2 apresenta a fórmula de Bhaskara, onde  $a$ ,  $b$  e  $c$  apresentam os coeficientes de uma equação de segundo grau no formato  $ax^2 + bc + c = 0$ :

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (2)$$

# Exemplos

```

1 A Figura \ref{fig:lulu} apresenta
  um Lulu da Pomeranea.
2 \begin{figure}
3   \centering
4   \includegraphics[width=0.5\
    linewidth]{imgs/cachorro.
      jpeg}
5   \caption{Lulu da Pomeranea}
6   \label{fig:lulu}
7 \end{figure}
  
```

A Figura 1 apresenta um Lulu da Pomeranea.



Figure 1: Lulu da Pomeranea

# Exemplos

```

1 A Tabela \ref{tab:notas} apresenta
  as notas dos estudantes na
  disciplina de \LaTeX.
2 \begin{table}
3   \centering
4   \caption{Notas da disciplina.}
5   \label{tab:notas}
6   \begin{tabular}{c|c}
7     \hline
8     Estudante & Nota \\
9     \hline
10    Rômulo & 9,0 \\
11    Thales & 8,0 \\
12    \hline
13  \end{tabular}
14 \end{table}

```

A Tabela 1 apresenta as notas dos estudantes na disciplina de  $\text{\LaTeX}$ .

Table 1: Notas da disciplina.

Estudante	Nota
Rômulo	9,0
Thales	8,0

# Agenda

- 1 Modo Matemático
- 2 Referências Cruzadas
- 3 Notas de Rodapé

# O que são notas de rodapé?

- Notas de rodapé fornecem informações adicionais no rodapé da página.
- São úteis para referências, explicações ou comentários adicionais.
- Usadas em diferentes tipos de documentos, inclusive apresentações.

## Criando notas de rodapé

- Comando básico: `\footnote{Texto da nota vai aqui.}`

### Exemplo

```
1 Este é um exemplo de nota de rodapé\footnote{Isto é uma nota.}.
```

Resultado:

*Este é um exemplo de nota de rodapé<sup>1</sup>.*

---

<sup>1</sup>Isto é uma nota.

## Alternativa com footnote mark e footnotetext

- Separar o marcador do texto da nota.

### Exemplo

```
Texto\footnotemark  
\footnotetext{Texto da nota.}
```

Útil em ambientes onde `\footnote` não funciona diretamente (como em tabelas ou títulos).



## Exemplo com Tabela

## Tabela com nota de rodapé

```

1 \begin{tabular}{|c|c|}
2 \hline
3 Produto & Preço\footnotemark \\
4 \hline
5 Livro & R\$ 30,00 \\
6 Caneta & R\$ 5,00 \\
7 \hline
8 \end{tabular}
9 \footnotetext{Preços atualizados em Maio de 2025.}

```

## Resultado Esperado

Produto	Preço <sup>2</sup>
Livro	R\$ 30,00
Caneta	R\$ 5,00

<sup>2</sup>Preços atualizados em Maio de 2025.