



**Universidade de Brasília  
Faculdade de Tecnologia**

**Modelo de trabalho  
acadêmico com UnBT<sub>E</sub>X**

Carlos Lisboa

PROJETO FINAL DE CURSO  
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Brasília  
2023

**Universidade de Brasília  
Faculdade de Tecnologia**

**Modelo de trabalho  
acadêmico com UnBT<sub>E</sub>X**

Carlos Lisboa

Projeto Final de Curso submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro de Controle e Automação

Orientador: Prof. Dr. Lourenço Nassib Chehab

Brasília  
2023

Lisboa, Carlos.

L000m      Modelo de trabalho acadêmico com Un $\text{\LaTeX}$  / Carlos Lisboa;  
orientador Lourenço Nassib Chehab. -- Brasília, 2023.  
43 p.

Projeto Final de Curso (Engenharia de Controle e Automação)  
-- Universidade de Brasília, 2023.

1. Palavra chave 1. 2. Palavra chave 2. 3. Palavra chave 3. 4.  
Palavra chave 4. I. Chehab, Lourenço Nassib, orient. II. Título

**Universidade de Brasília**  
**Faculdade de Tecnologia**

**Modelo de trabalho  
acadêmico com UnBT<sub>E</sub>X**

Carlos Lisboa

Projeto Final de Curso submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro de Controle e Automação

Trabalho aprovado. Brasília, 17 de outubro de 2023:

---

**Prof. Dr. Lourenço Nassib Chehab,**  
**UnB/FT/ENE**  
Orientador

---

**Prof. Dr. Roberto Aureliano Salmeron,**  
**UnB/FT/ENM**  
Examinador interno

---

**Prof. Dr. Anísio Spínola Teixeira,**  
**UnB/FT/CIC**  
Examinador interno

Brasília  
2023

*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que,  
quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*

# Agradecimentos

Agradecemos ao Dr. Lauro César Araujo e equipe que desenvolveram a classe `abnTEX2`, que pôde ser facilmente customizada para escrita de trabalhos acadêmicos na Universidade de Brasília que atendessem não só as normas da ABNT, como também regras e necessidades específicas de cursos de graduação e pós-graduação.

Agradecemos também ao Prof. Dr. Leonardo Luiz e Castro pelo modelo em `LATEX` para livro para editora UnB, com diversas customizações que foram adaptadas para o `UnBTEX`.

*“If you find that you’re spending almost all your time on theory,  
start turning some attention to practical things;  
it will improve your theories.  
If you find that you’re spending almost all your time on practice,  
start turning some attention to theoretical things;  
it will improve your practice.”  
(Donald Knuth)*

# Resumo

Segundo a [ABNT \(2003, seções 3.1-3.2\)](#), o resumo deve ressaltar o objetivo, o método, os resultados e as conclusões do documento. A ordem e a extensão destes itens dependem do tipo de resumo (informativo ou indicativo) e do tratamento que cada item recebe no documento original. O resumo deve ser precedido da referência do documento, com exceção do resumo inserido no próprio documento. (...) As palavras-chave devem figurar logo abaixo do resumo, antecedidas da expressão Palavras-chave: separadas entre si por ponto e finalizadas também por ponto.

**Palavras-chave:** Palavra chave 1. Palavra chave 2. Palavra chave 3. Palavra chave 4.



# Abstract

This is the english abstract.

**Keywords:** Keyword 1. Keyword 2. Keyword 3. Keyword 4.

# Lista de ilustrações

Figura 2.1 – Sistema de controle em malha fechada . . . . .	19
Figura 2.2 – Gráfico produzido em Excel e salvo como PDF . . . . .	19
Figura 2.3 – Imagem 1 da minipage . . . . .	19
Figura 2.4 – Gráfico 2 da minipage . . . . .	19
Figura 2.5 – Figura com subfiguras . . . . .	20
Figura 3.6 – Logo $\text{\LaTeX}$ . . . . .	28

# Lista de tabelas

Tabela 2.1 – Níveis de investigação . . . . .	17
Tabela 2.2 – Um Exemplo de tabela alinhada que pode ser longa ou curta, conforme padrão IBGE. . . . .	17
Tabela 2.3 – Componentes curriculares do segundo nível . . . . .	18
Tabela 2.4 – Tabela de conversão de acentuação. . . . .	26

# Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas .....	15
UnB	Universidade de Brasília .....	15

# Lista de símbolos

## Símbolos romanos

$h$	Elevação .....	21
$p$	Pressão .....	21
$v$	Velocidade .....	21

## Símbolos gregos

$\phi$	Ângulo de rolamento .....	21
$\psi$	Ângulo de guinada .....	21
$\theta$	Ângulo de arfagem .....	21

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Comandos do <math>\text{\LaTeX}</math>, do <math>\text{abnTeX2}</math> e do <math>\text{UnBTeX}</math></b>	<b>16</b>
2.1	Codificação dos arquivos: UTF8	16
2.2	Citações diretas	16
2.3	Notas de rodapé	17
2.4	Tabelas	17
2.5	Figuras	18
2.5.1	Figuras em <i>minipages</i>	19
2.5.2	Subfiguras	20
2.6	Expressões matemáticas	20
2.7	Enumerações: alíneas e subalíneas	21
2.8	Inclusão de outros arquivos	22
2.9	Remissões internas	23
2.10	Divisões do documento: seção	23
2.10.1	Divisões do documento: subseção	23
2.10.2	Divisões do documento: subseção	23
2.11	Este é um exemplo de nome de seção longo. Ele deve estar alinhado à esquerda e a segunda e demais linhas devem iniciar logo abaixo da primeira palavra da primeira linha	24
2.12	Diferentes idiomas e hifenizações	24
2.13	Consulte o manual da classe $\text{abntex2}$	25
2.14	Referências bibliográficas	25
2.14.1	Acentuação de referências bibliográficas	26
2.15	Listas	26
2.16	Ficha catalográfica com código Cutter-Sanborn	27
<b>3</b>	<b>Figuras e gráficos</b>	<b>28</b>
3.1	Introdução	28
3.2	Exercício	28
3.3	Algoritmo	28
3.4	Programa	29
<b>4</b>	<b>Ambientes</b>	<b>30</b>
4.1	Exemplos de ambientes disponíveis	30

<b>5 Conclusões . . . . .</b>	<b>32</b>
<b>Referências . . . . .</b>	<b>33</b>
<b>Apêndices</b>	<b>35</b>
<b>Apêndice A Citações . . . . .</b>	<b>36</b>
<b>Apêndice B Códigos de programação . . . . .</b>	<b>38</b>
B.1 Projeto do Controlador com Realimentação de Estados . . . . .	38
B.2 Exemplo de teste em Malha Fechada com Rampa . . . . .	38
B.3 Redução modal . . . . .	39
<b>Anexos</b>	<b>41</b>
<b>Anexo A Figuras de exemplo . . . . .</b>	<b>42</b>
<b>Anexo B Logo LaTeX . . . . .</b>	<b>43</b>

# 1 Introdução

Este documento e seu código-fonte são exemplos de referência de uso da classe `unbtex`, uma customização da classe `abntex2` para a Universidade de Brasília (UnB). O documento exemplifica a elaboração de trabalho acadêmico (trabalho de conclusão de curso, dissertação e tese) a partir do `UnBTEX`. O `abnTEX2`, por sua vez, é uma customização da classe `memoir` que visa atender os requisitos da norma ABNT NBR 14724:2011 *Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação*. Uma lista completa das normas observadas pelo `abnTEX2` é apresentada em [Araujo \(2015a\)](#).

O `abnTEX2` não é uma classe específica para nenhuma universidade ou instituição e implementa somente os requisitos das normas da ABNT. Sinta-se convidado a participar do projeto `abnTEX2`! Acesse o site do projeto em [<http://www.abntex.net.br/>](http://www.abntex.net.br/). Também fique livre para conhecer, estudar, alterar e redistribuir o trabalho do `abnTEX2`, desde que os arquivos modificados tenham seus nomes alterados e que os créditos sejam dados aos autores originais, nos termos da “The `LTEX` Project Public License”<sup>1</sup>.

Encorajamos que sejam realizadas customizações específicas deste exemplo para universidades e outras instituições — como capas, folha de aprovação, etc. Porém, recomendamos que ao invés de se alterar diretamente os arquivos do `abnTEX2`, distribua-se arquivos com as respectivas customizações, como feito no `UnBTEX`. Isso permite que futuras versões do `abnTEX2` não se tornem automaticamente incompatíveis com as customizações promovidas. Consulte [Araujo \(2015b\)](#) para mais informações.

Este documento deve ser utilizado como complemento do manual do `abnTEX2` ([ARAÚJO, 2015a](#)) e da classe `memoir` ([WILSON; MADSEN, 2010](#)).

Parte das customizações feitas no `abnTEX2` são baseadas em soluções adotadas por [Castro \(2019\)](#) para editoração dos livros da série *Ensino de graduação* da Editora UnB.

## TEXTO MOTIVADOR

Esperamos que o `abnTEX2` aprimore a qualidade do trabalho que você produzirá, de modo que o principal esforço seja concentrado no principal: na contribuição científica.

<sup>1</sup> [<http://www.latex-project.org/lppl.txt>](http://www.latex-project.org/lppl.txt)



## 2 Comandos do $\text{\LaTeX}$ , do $\text{abnTeX2}$ e do $\text{UnBTeX}$

Este capítulo ilustra o uso de comandos do  $\text{\LaTeX}$ , do  $\text{abnTeX2}$  e do  $\text{UnBTeX}$ .

### 2.1 Codificação dos arquivos: UTF8

A codificação de todos os arquivos do  $\text{abnTeX2}$  é UTF8. É necessário que você utilize a mesma codificação nos documentos que escrever, inclusive nos arquivos de base bibliográficas `.bib`.

### 2.2 Citações diretas

Utilize o ambiente `citacao` para incluir citações diretas com mais de três linhas:

As citações diretas, no texto, com mais de três linhas, devem ser destacadas com recuo de 4 cm da margem esquerda, com letra menor que a do texto utilizado e sem aspas. No caso de documentos datilografados, deve-se observar apenas o recuo ([ABNT, 2002](#), seção 5.3).

Use o ambiente assim:

```
\begin{citacao}
As citações diretas, no texto, com mais de três linhas [...] deve-se observar
apenas o recuo \cite[seção 5.3]{NBR10520:2002}.
\end{citacao}
```

O ambiente `citacao` pode receber como parâmetro opcional um nome de idioma previamente carregado nas opções da classe ([seção 2.12](#)). Nesse caso, o texto da citação é automaticamente escrito em itálico e a hifenização é ajustada para o idioma selecionado na opção do ambiente. Por exemplo:

```
\begin{citacao}[english]
Text in English language in italic with correct hyphenation.
\end{citacao}
```

Tem como resultado:

*Text in English language in italic with correct hyphenation.*

Citações simples, com até três linhas, devem ser incluídas com aspas. Observe que em  $\text{\LaTeX}$  as aspas iniciais são diferentes das finais: “Amor é fogo que arde sem se ver”.

## 2.3 Notas de rodapé

As notas de rodapé são detalhadas pela NBR 14724:2011 na seção 5.2.1<sup>1,2,3</sup>.

## 2.4 Tabelas

A [tabela 2.1](#) é um exemplo de tabela construída em  $\text{\LaTeX}$ .

Tabela 2.1 – Níveis de investigação.

Nível de Investiga- ção	Insumos	Sistemas de Investigação	Produtos
Meta-nível	Filosofia da Ciência	Epistemologia	Paradigma
Nível do objeto	Paradigmas do metanível e evidências do nível inferior	Ciência	Teorias e modelos
Nível inferior	Modelos e métodos do nível do objeto e problemas do nível inferior	Prática	Solução de problemas

Fonte: [van Gigch e Pipino \(1986\)](#)

Já a [tabela 2.2](#) apresenta uma tabela criada conforme o padrão do [IBGE \(1993\)](#) requerido pelas normas da ABNT para documentos técnicos e acadêmicos.

Tabela 2.2 – Um Exemplo de tabela alinhada que pode ser longa ou curta, conforme padrão IBGE.

Nome	Nascimento	Documento
Maria da Silva	11/11/1111	111.111.111-11
João Souza	11/11/2111	211.111.111-11
Laura Vicuña	05/04/1891	3111.111.111-11

Fonte: Produzido pelos autores.

Nota: Esta é uma nota, que diz que os dados são baseados na regressão linear.

Anotações: Uma anotação adicional, que pode ser seguida de várias outras.

<sup>1</sup> As notas devem ser digitadas ou datilografadas dentro das margens, ficando separadas do texto por um espaço simples de entre as linhas e por filete de 5 cm, a partir da margem esquerda. Devem ser alinhadas, a partir da segunda linha da mesma nota, abaixo da primeira letra da primeira palavra, de forma a destacar o expoente, sem espaço entre elas e com fonte menor [ABNT \(2011, seção 5.2.1\)](#).

<sup>2</sup> Caso uma série de notas sejam criadas sequencialmente, o  $\text{\LaTeX}$  instrui o  $\text{\LaTeX}$  para que uma vírgula seja colocada após cada número do expoente que indica a nota de rodapé no corpo do texto.

<sup>3</sup> Verifique se os números do expoente possuem uma vírgula para dividi-los no corpo do texto.

Na [tabela 2.3](#) são mostrados os componentes curriculares do novo fluxograma da engenharia mecatrônica.

Tabela 2.3 – Componentes curriculares do segundo nível

<b>2º Nível</b>							
Código	Componente curricular	Quantidade de horas					Pré-requisito
		Teo.	Pr.	Ext.	EaD	Tot.	
MAT0026	Cálculo 2	60	30	0	0	90	MAT0025
IFD0171	Física 1	60	0	0	0	60	
IFD0173	Física 1 Experimental	0	30	0	0	30	
EST0023	Probabilidade e Estatística	30	30	0	0	60	MAT0025
ENM0190	Desenho Mecânico para Engenharia	30	30	0	0	60	
CIC0090	Estruturas de Dados	30	30	0	0	60	CIC0004
Componentes optativos ou eletivos						60	
Total de horas do 2º Nível						420	

É uma boa ideia usar o pacote `longtable` para criar tabelas, pois assim uma mesma tabela pode ocupar várias páginas. Também há pacotes que rotacionam tabelas, para que fiquem em uma página em formato paisagem. Faça as tabelas usando como base qualquer um dos exemplos aqui apresentados ou outros que considerar mais adequados e que podem ser facilmente encontrados na internet.

## 2.5 Figuras

Existem pacotes que permitem criar figuras e gráficos no próprio código  $\text{\LaTeX}$ . Por exemplo, temos

- PGFPlots <<http://pgfplots.sourceforge.net/>>
- TikZ <<http://www.texample.net/tikz/examples/all/>>
- Metapost <<http://tex.loria.fr/prod-graph/zoonekynd/metapost/metapost.html>>
- PSTricks <<https://tug.org/PSTricks/main.cgi?file=examples>>

Figuras também podem ser incorporadas de arquivos externos, como é o caso das [figuras 2.1](#) e [2.2](#). Se a figura que for incluída se tratar de um diagrama, um gráfico ou uma ilustração que você mesmo produza, priorize o uso de imagens vetoriais no formato PDF. Com isso, o tamanho do arquivo final do trabalho será menor, e as imagens terão uma apresentação melhor, principalmente quando impressas, uma vez que imagens vetoriais são perfeitamente escaláveis para qualquer dimensão. Nesse caso, se for utilizar o Microsoft Excel para produzir gráficos, ou o Microsoft Word para produzir ilustrações, exporte-os como

PDF e os incorpore ao documento conforme o exemplo abaixo. No entanto, para manter a coerência no uso de software livre (já que você está usando  $\text{\LaTeX}$  e  $\text{\abnTeX2}$ ), teste a ferramenta Inkscape (<http://inkscape.org/>). Ela é uma excelente opção de código-livre para produzir ilustrações vetoriais, similar ao CorelDraw ou ao Adobe Illustrator. De todo modo, caso não seja possível utilizar arquivos de imagens como PDF, utilize qualquer outro formato, como JPEG, GIF, BMP, etc. Nesse caso, você pode tentar aprimorar as imagens incorporadas com o software livre Gimp (<http://www.gimp.org/>). Ele é uma alternativa livre ao Adobe Photoshop.

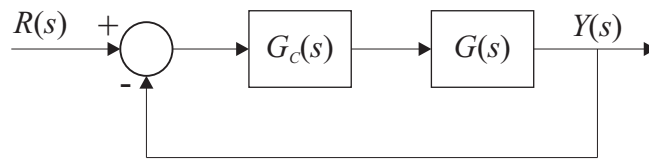


Figura 2.1 – Sistema de controle em malha fechada

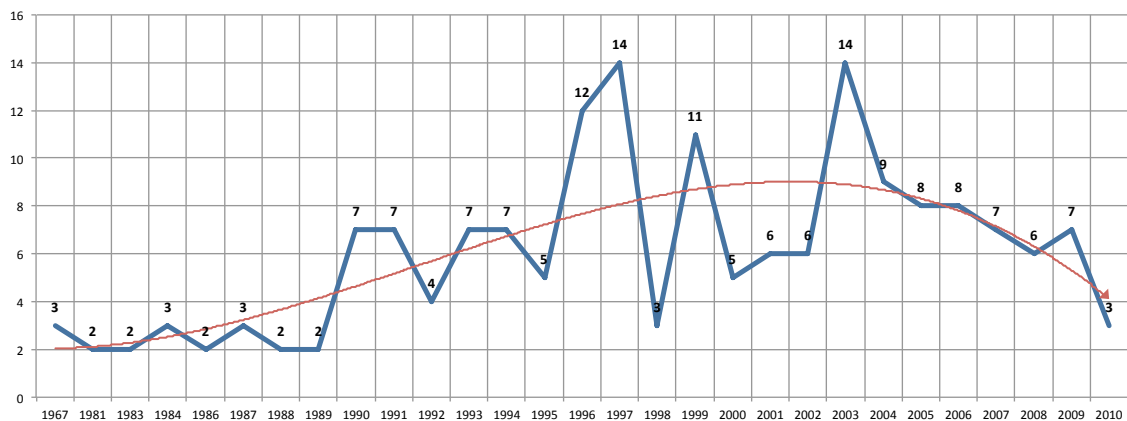


Figura 2.2 – Gráfico produzido em Excel e salvo como PDF

Fonte: Araujo (2012, 24)

### 2.5.1 Figuras em *minipages*

*Minipages* são usadas para inserir textos ou outros elementos em quadros com tamanhos e posições controladas. Veja os exemplos das figuras 2.3 e 2.4.



Figura 2.3 – Imagem 1 da minipage

Fonte: Produzido pelos autores

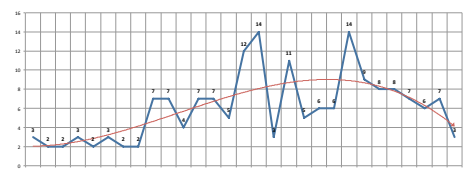


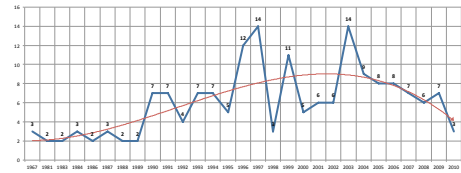
Figura 2.4 – Gráfico 2 da minipage

Fonte: Araujo (2012, 24)

## 2.5.2 Subfiguras



(a) Primeira subfigura



(b) Segunda subfigura

Figura 2.5 – Figura com subfiguras

Observe que, segundo a [ABNT \(2011, seções 4.2.1.10 e 5.8\)](#), as ilustrações devem sempre ter numeração contínua e única em todo o documento:

Qualquer que seja o tipo de ilustração, sua identificação aparece na parte superior, precedida da palavra designativa (desenho, esquema, fluxograma, fotografia, gráfico, mapa, organograma, planta, quadro, retrato, figura, imagem, entre outros), seguida de seu número de ordem de ocorrência no texto, em algarismos arábicos, travessão e do respectivo título. Após a ilustração, na parte inferior, indicar a fonte consultada (elemento obrigatório, mesmo que seja produção do próprio autor), legenda, notas e outras informações necessárias à sua compreensão (se houver). A ilustração deve ser citada no texto e inserida o mais próximo possível do trecho a que se refere. ([ABNT, 2011, seção 5.8](#))

## 2.6 Expressões matemáticas

Use o ambiente `equation` para escrever expressões matemáticas numeradas:

$$\forall x \in X, \quad \exists y \leq \epsilon \quad (2.1)$$

Escreva expressões matemáticas entre `$` e `$`, como em  $\lim_{x \rightarrow \infty} \exp(-x) = 0$ , para que fiquem na mesma linha.

Também é possível usar colchetes para indicar o início de uma expressão matemática que não é numerada.

$$\left| \sum_{i=1}^n a_i b_i \right| \leq \left( \sum_{i=1}^n a_i^2 \right)^{1/2} \left( \sum_{i=1}^n b_i^2 \right)^{1/2}$$

Consulte mais informações sobre expressões matemáticas em <https://github.com/abntex/abntex2/wiki/Referencias>.

Muitos cientistas gostam de usar  $\text{\LaTeX}$  porque essa ferramenta possibilita escrever facilmente equações como a seguinte:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{constante} \quad (2.2)$$

onde  $p$  é a pressão,  $v$  é a velocidade e  $h$  é a elevação, ou seja, a “altura do tubo”. A equação (2.2) pode ser deduzida a partir do *Teorema Trabalho-Energia*.

A seguir, são apresentados mais alguns exemplos de equações feitas com o  $\text{\LaTeX}$ .

$$\mathbf{R}_r(t) = \mathbf{R}_\chi(t) \triangleq \begin{bmatrix} \cos \chi_0(t) & -\sin \chi_0(t) & 0 \\ \sin \chi_0(t) & \cos \chi_0(t) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (2.3)$$

$$\mathbf{L}_{ij} = \begin{cases} -a_{ij}, & \text{se } j \neq i \text{ e } j \in \mathcal{N}_i, \\ \sum_{k \in \mathcal{N}_i} a_{ik}, & \text{se } j = i, \\ 0, & \text{caso contrário,} \end{cases} \quad (2.4)$$

$$\tau_{li}^s(t) = \ddot{p}_{li}^d(t) - k_d \dot{e}_{li}(t) - k_p e_{li}(t), \quad (2.5)$$

$$\dot{\tau}_{li}^f(t) + \xi_i \tau_{li}^f(t) = u_{li}(t), \quad (2.6)$$

$$u_{li}(t) = -\text{sign}(s_{li}(t))\eta. \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} \dot{V}_i(t) &= \frac{T_i(t) - D_i(t)}{m_i} - g \sin \gamma_i(t) + b_{ti}(t), \\ \dot{\chi}_i(t) &= \frac{L_i(t) \sin \phi_i(t)}{m_i V_i(t) \cos \gamma_i(t)} + \frac{b_{\psi_i}(t)}{V_i(t) \cos \gamma_i(t)}, \\ \dot{\gamma}_i(t) &= \frac{L_i(t) \cos \phi_i(t)}{m_i V_i(t)} - \frac{g \cos \gamma_i(t)}{V_i(t)} + \frac{b_{\theta_i}(t)}{V_i(t)}, \end{aligned} \quad (2.8)$$

## 2.7 Enumerações: alíneas e subalíneas

Quando for necessário enumerar os diversos assuntos de uma seção que não possua título, esta deve ser subdividida em alíneas (ABNT, 2012, seção 4.2):

- a) os diversos assuntos que não possuam título próprio, dentro de uma mesma seção, devem ser subdivididos em alíneas;
- b) o texto que antecede as alíneas termina em dois pontos;
- c) as alíneas devem ser indicadas alfabeticamente, em letra minúscula, seguida de parêntese. Utilizam-se letras dobradas, quando esgotadas as letras do alfabeto;

- d) as letras indicativas das alíneas devem apresentar recuo em relação à margem esquerda;
- e) o texto da alínea deve começar por letra minúscula e terminar em ponto-e-vírgula, exceto a última alínea que termina em ponto final;
- f) o texto da alínea deve terminar em dois pontos, se houver subalínea;
- g) a segunda e as seguintes linhas do texto da alínea começa sob a primeira letra do texto da própria alínea;
- h) subalíneas (ABNT, 2012, seção 4.3) devem ser conforme as alíneas a seguir:
  - as subalíneas devem começar por travessão seguido de espaço;
  - as subalíneas devem apresentar recuo em relação à alínea;
  - o texto da subalínea deve começar por letra minúscula e terminar em ponto-e-vírgula. A última subalínea deve terminar em ponto final, se não houver alínea subsequente;
  - a segunda e as seguintes linhas do texto da subalínea começam sob a primeira letra do texto da própria subalínea.
- i) no abnT<sub>E</sub>X2 estão disponíveis os ambientes `incisos` e `subalíneas`, que em soma são o mesmo que se criar outro nível de alíneas, como nos exemplos à seguir:
  - *Um novo inciso em itálico;*
- j) Alínea em **negrito**:
  - *Uma subalínea em itálico;*
  - *Uma subalínea em itálico e sublinhado;*
- k) Última alínea com *ênfase*.

## 2.8 Inclusão de outros arquivos

É uma boa prática dividir o seu documento em diversos arquivos, e não apenas escrever tudo em um único. Esse recurso foi utilizado neste documento. Para incluir diferentes arquivos em um arquivo principal, de modo que cada arquivo incluído fique em uma página diferente, utilize o comando:

```
\include{documento-a-ser-incluido}      % sem a extensão .tex
```

Para incluir documentos sem quebra de páginas, utilize:

```
\input{documento-a-ser-incluido}      % sem a extensão .tex
```

## 2.9 Remissões internas

Ao nomear a [tabela 2.1](#) e a [figura 2.1](#), apresentamos um exemplo de remissão interna, que também pode ser feita quando indicamos o [capítulo 2](#), que tem o nome *Comandos do  $\text{\LaTeX}$ , do  $\text{abnT}_{\text{E}}\text{X}2$  e do  $\text{UnB}_{\text{E}}\text{X}$* . O número do capítulo indicado é 2, que se inicia à [página 16](#)<sup>4</sup>. Veja a [seção 2.10](#) para outros exemplos de remissões internas entre seções, subseções e subsubseções.

O código usado para produzir o texto desta seção é:

```
Ao nomear a \cref{tab-nivinv} e a \cref{fig:syscl}, apresentamos um
exemplo de remissão interna, que também pode ser feita quando indicamos
o \cref{cap_exemplos}, que tem o nome \emph{\nameref{cap_exemplos}}.
O número do capítulo indicado é \ref{cap_exemplos}, que se inicia à
\cpageref{cap_exemplos}\footnote{O número da página de uma remissão
pode ser obtida também assim: \pageref{cap_exemplos}.}.
Veja a \cref{sec-divisoes} para outros exemplos de remissões internas
entre seções, subseções e subsubseções.
```

## 2.10 Divisões do documento: seção

Esta seção testa o uso de divisões de documentos. Esta é a [seção 2.10](#). Veja a [seção 2.10.1](#).

### 2.10.1 Divisões do documento: subseção

Isto é uma subseção. Veja a [seção 2.10.1.1](#), que é uma subsubsection do  $\text{\LaTeX}$ , mas é impressa chamada de “subseção” porque no Português não temos a palavra “subsubseção”.

#### 2.10.1.1 Divisões do documento: subsubseção

Isto é uma subsubseção.

#### 2.10.1.2 Divisões do documento: subsubseção

Isto é outra subsubseção.

### 2.10.2 Divisões do documento: subseção

Isto é uma subseção.

#### 2.10.2.1 Divisões do documento: subsubseção

Isto é mais uma subsubseção da [seção 2.10.2](#).

---

<sup>4</sup> O número da página de uma remissão pode ser obtida também assim: 16.



#### 2.10.2.1.1 Esta é uma subseção de quinto nível

Esta é uma seção de quinto nível. Ela é produzida com o seguinte comando:

```
\subsubsection{Esta é uma subseção de quinto  
nível}\label{sec-exemplo-subsubsection}
```

#### 2.10.2.1.2 Esta é outra subseção de quinto nível

Esta é outra seção de quinto nível.

#### 2.10.2.1.3 Este é um parágrafo numerado

Este é um exemplo de parágrafo nomeado. Ele é produzida com o comando de parágrafo:

```
\paragraph{Este é um parágrafo nomeado}\label{sec-exemplo-paragrafo}
```

A numeração entre parágrafos numerados e subsubsubseções são contínuas.

#### 2.10.2.1.4 Esta é outro parágrafo numerado

Esta é outro parágrafo nomeado.

## 2.11 Este é um exemplo de nome de seção longo. Ele deve estar alinhado à esquerda e a segunda e demais linhas devem iniciar logo abaixo da primeira palavra da primeira linha

Isso atende à norma [ABNT \(2011, seções 5.2.2 a 5.2.4\)](#) e [ABNT \(2012, seções 3.1 a 3.8\)](#).

## 2.12 Diferentes idiomas e hifenizações

Para usar hifenizações de diferentes idiomas, inclua nas opções do documento o nome dos idiomas que o seu texto contém.

O idioma português-brasileiro (`brazil`) é incluído automaticamente pela classe `abntex2`. Porém, mesmo assim a opção `brazil` deve ser informada como a última opção da

classe para que todos os pacotes reconheçam o idioma. Vale ressaltar que a última opção de idioma é a utilizada por padrão no documento.

A lista completa de idiomas suportados, bem como outras opções de hifenização, estão disponíveis em [Braams \(2008, p. 5-6\)](#).

Exemplo de hifenização em inglês<sup>5</sup>:

*Text in English language. This environment switches all language-related definitions, like the language specific names for figures, tables etc. to the other language. The starred version of this environment typesets the main text according to the rules of the other language, but keeps the language specific string for ancillary things like figures, in the main language of the document. The environment hyphenrules switches only the hyphenation patterns used; it can also be used to disallow hyphenation by using the language name ‘nohyphenation’.*

O idioma geral do texto por ser alterado como no exemplo seguinte:

```
\selectlanguage{english}
```

Isso altera automaticamente a hifenização e todos os nomes constantes de referências do documento para o idioma inglês. Consulte o manual da classe ([ARAUJO, 2015a](#)) para obter orientações adicionais sobre internacionalização de documentos produzidos com abnT<sub>E</sub>X2.

A [seção 2.2](#) descreve o ambiente `citacao` que pode receber como parâmetro um idioma a ser usado na citação.

## 2.13 Consulte o manual da classe abntex2

Consulte o manual da classe abntex2 ([ARAUJO, 2015a](#)) para uma referência completa das macros e ambientes disponíveis.

Além disso, o manual possui informações adicionais sobre as normas ABNT observadas pelo abnT<sub>E</sub>X2 e considerações sobre eventuais requisitos específicos não atendidos, como o caso da [ABNT \(2011, seção 5.2.2\)](#), que especifica o espaçamento entre os capítulos e o início do texto, regra propositalmente não atendida pelo presente modelo.

## 2.14 Referências bibliográficas

Para referências bibliográficas que seguem as normas da ABNT são utilizados os pacotes biblatex e biblatex-abnt. Consulte os manuais [Kime, Wemheuer e Lehman \(2020\)](#) e [Marques \(2018\)](#) para obter informações sobre como utilizar as referências bibliográficas.

<sup>5</sup> Extraído de: <http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Internationalization>

Embora as normas da ABNT permitam citações utilizando o formato numérico, é recomendado o uso do sistema autor-ano em trabalhos acadêmicos. A razão é que a leitura por parte do avaliador fica mais simples. Basta ver o nome e o ano para se lembrar rapidamente da referência, sem precisar recorrer frequentemente à lista de referências, que fica no final do texto, tornando a leitura mais agradável.

No formato autor-data, considere chamar as referências usando o comando `\citeonline` com maior frequência que o comando `\cite`. Desse modo, a citação fica melhor incorporada ao texto, outra vantagem do formato autor-data.

### 2.14.1 Acentuação de referências bibliográficas

Normalmente não há problemas em usar caracteres acentuados em arquivos bibliográficos (\*.bib). Porém, como as regras da ABNT fazem uso quase abusivo da conversão para letras maiúsculas, é preciso observar o modo como se escreve os nomes dos autores. Na [tabela 2.4](#) você encontra alguns exemplos das conversões mais importantes. Preste atenção especial para ‘ç’ e ‘í’ que devem estar envoltos em chaves. A regra geral é sempre usar a acentuação neste modo quando houver conversão para letras maiúsculas.

Tabela 2.4 – Tabela de conversão de acentuação.

acento	bibtex
à á ã	\‘a \’a \~a
í	{\’i}
ç	{\c c}

## 2.15 Listas

As listas de ilustrações (figuras) e de tabelas utilizadas ao longo do trabalho são geradas automaticamente e incluídas entre o *Abstract* e o Sumário.

Para definir um elemento que deverá aparecer na lista de abreviatura e siglas, próximo do texto onde a sigla ou abreviatura aparece, utilize o comando `\nomenclature`. Por exemplo, para definir as siglas que aparecem no primeiro parágrafo do [capítulo 1](#), foram utilizados os seguintes comandos:

```
\nomenclature[A]{ABNT}{Associação Brasileira de Normas Técnicas}
\nomenclature[A]{UnB}{Universidade de Brasília}
```

Para definir um elemento da lista de símbolos, próximo da equação onde o símbolo aparece, utilize também o comando `\nomenclature`. Por exemplo, para definir os símbolos das equações da [seção 2.6](#), foram utilizados os comandos:

```

\nomenclature[B]{\$p\$}{Pressão}
\nomenclature[B]{\$v\$}{Velocidade}
\nomenclature[B]{\$h\$}{Elevação}
\nomenclature[C]{\$\\theta\$}{Ângulo de arfagem}
\nomenclature[C]{\$\\phi\$}{Ângulo de rolamento}
\nomenclature[C]{\$\\psi\$}{Ângulo de guinada}

```

Note que a letra [A] de `\nomenclature[A]` indica que o item pertence à lista de abreviaturas e siglas. Já as letras [B] em `\nomenclature[B]` e [C] em `\nomenclature[C]` referem-se, respectivamente, aos grupos de símbolos romanos e gregos, que compõem a lista de símbolos. As listas e seus grupos estão definidos no arquivo `unbtex-example.tex`. A ordem de apresentação dos grupos em uma lista segue a ordem alfabética das letras que os designam.

## 2.16 Ficha catalográfica com código Cutter-Sanborn

A Tabela Cutter-Sanborn é uma codificação elaborada por Charles Ammi Cutter e, posteriormente, expandida por Kate F. Sanborn. Na Tabela Cutter-Sanborn, é possível consultar qual sequência numérica representa a sequência do sobrenome do autor.

Em vários sites da internet<sup>6,7</sup> há ferramentas online para obtenção do código. Se o nome do primeiro autor do trabalho for, digamos, Carlos Lisboa, a entrada da ferramenta online deverá ser: **Lisboa, Carlos**. Nenhuma outra informação é necessária para gerar o código que, no caso desse autor, é **769**. Considere apenas esses três números. Eventuais letras devem ser ignoradas. No arquivo `*.tex` principal do relatório, na linha que tem o comando `\numerocutter` troque por

```
\numerocutter{769}
```

Esse número aparecerá na ficha catalográfica gerada. Automaticamente será adicionado na frente do número, a letra **L** maiúscula, que é a primeira letra do sobrenome **Lisboa**. Será também adicionado, ao final do número, a letra **m** minúscula, correspondente à primeira letra do título do trabalho (o título desse relatório de exemplo é “Modelo de Trabalho Acadêmico com UnBT<sub>E</sub>X”). Se seu nome for, por exemplo, Carlos da Silva, utilize como entrada da ferramenta que gera o código: **Silva, Carlos da**.

A ficha catalográfica é um elemento pré-textual obrigatório para todos os trabalhos acadêmicos (teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso: graduação e especialização).

<sup>6</sup> <<https://www.tabelacutter.com/>>

<sup>7</sup> <<https://cuttersonline.com.br/registrador-gratuito>>

## 3 Figuras e gráficos

### 3.1 Introdução

Sugiro que você guarde todas as figuras na pasta “figuras” para que seu projeto fique mais organizado. A [figura 3.6](#) mostra como é fácil inserir uma figura com legenda e referência à fonte.



Figura 3.6 – Logo  $\text{\LaTeX}$ .

Fonte: Wikimedia Commons ([WIKIMEDIA COMMONS, 2008](#)).

Além de figuras, é possível inserir caixas de texto de diversos tipos, como axiomas, teoremas etc.

### 3.2 Exercício

**Exercício 3.1.** Explique como Isaac Newton usaria cada um dos pacotes seguintes, se vivesse no tempo presente:

- (A) Metapost
- (B) TikZ
- (C) PGFPlots
- (D) PSTricks

### 3.3 Algoritmo

O [algoritmo 1](#) é um pseudo-código para obtenção de um controlador preditivo baseado em modelo e em redes neurais.

---

**Algorithm 1** NN-based MPC pseudocode for consensus control
 

---

```

1: System Initialization at  $x(0), \theta(0)$ 
2:  $J = V(e(0), \theta(0))$ 
3:  $K_0^{ab} = 0 \forall (a, b)$ 
4:  $dataset \leftarrow [K_0, J]$ 
5: for  $k = 1 : k_{max}$  do ▷ Simulation loop
6:    $(W, Y) \leftarrow train(dataset)$ 
7:    $\tilde{J} = Y\sigma(WZ) \forall K_k^{ab} \pm \delta_K$ 
8:    $K_k^* = \arg \min_{K_k}(\tilde{J})$ 
9:    $u(k) = (L(\theta(k)) \otimes K_k^*) x(k)$ 
10:   $\hat{x}(k) = x(k); \hat{\theta}(k) = \theta(k)$ 
11:  for  $t = k + 1 : k + h + 1$  do ▷ Prediction loop
12:     $\hat{\theta}(t) = randMarkov(\hat{\theta}(t-1), \Pi)$ 
13:     $p = \hat{\theta}(t)$ 
14:     $\hat{u}(t) = (L(p) \otimes K_k^*) \hat{x}(t)$ 
15:     $\hat{x}(t+1) = F_p(\hat{x}(t))$ 
16:     $x_0(t) = mean(\hat{x}(t))$ 
17:     $\hat{e}(t) = F_p(\hat{x}(t)) - \mathbf{1}_N f_{p0}(x(t))$ 
18:     $\hat{V}_t = \hat{e}^T(t) P_p \hat{e}(t)$ 
19:  end for
20:   $\hat{J} = \sum_{t=k+1}^{k+h+1} \hat{V}_t$ 
21:   $dataset \leftarrow [K_k^*, \hat{J}]$ 
22:   $x(k+1) = F_p(x(k))$ 
23: end for

```

---

## 3.4 Programa

```

1  /**
2  * MS0: ativa o servo cujo eixo eh descrito
3  * por drive_axis; informacoes de controle
4  * sao gravadas em MS0_1
5  */
6  MS0(drive_axis, MS0_1);
7  /* Atribui o valor 0.0 ao primeiro elemento do array speed */
8  speed[0] := 0.0;
9  /* Atribui 1 para dataInitialized */
10 dataInitialized := 1;

```

Para mais exemplos de programas, veja o [apêndice B](#)

## 4 Ambientes

Este modelo disponibiliza alguns “ambientes”, ou seja, caixas de texto com formatação especial para certos tipos de elementos que são automaticamente numerados (e.g. [proposição 4.1](#), [teorema 4.1](#), etc.). Esses ambientes foram adaptados para o UnB $\text{\TeX}$  a partir soluções utilizadas por [Castro \(2019\)](#).

### 4.1 Exemplos de ambientes disponíveis

**Definição 4.1.** O WYSIWYG (ou “What You See Is What You Get - O que você vê é o formato final”) é um tipo de editor HTML que permite editar sua página da Web em uma visualização simplificada e sem código de aparência semelhante à do layout da página real.

**Proposição 4.1.**  $\text{\LaTeX}$  produz equações mais bonitas que qualquer editor WYSIWYG.

**Lema 4.1.** Teste

*Observação 4.1.*  $\text{\LaTeX}$  produz equações mais bonitas que qualquer editor WYSIWYG.

**Teorema 4.1** (Teorema LaTeX-WYSIWYG). Todo físico prefere usar código  $\text{\LaTeX}$  puro que qualquer editor WYSIWYG.

**Corolário 4.1.** Teste

**Demonstração.** Físicos gostam de equações bonitas. Editores What-You-See-Is-What-You-Get não são apropriados para fazer equações bonitas.<sup>a</sup> Logo, se algum físico preferisse usar um editor WYSIWYG no lugar de  $\text{\LaTeX}$ , não seria muito inteligente. Como todo físico é inteligente, o teorema está demonstrado *ad absurdum*.  $\square$

<sup>a</sup> É certo que há editores WYSIWYG baseados em  $\text{\LaTeX}$ , mas eles não nos dão o mesmo nível de controle.

**Exemplo 4.1.** Einstein usaria um editor WYSIWYG ou  $\LaTeX$ ?

Einstein era físico. Portanto, usando o teorema LaTeX-WYSIWYG, concluímos que ele usaria  $\LaTeX$ .



## 5 Conclusões

Você deve começar a editar o seu TCC/Dissertação/Tese agora mesmo!

## Referências

ADAMS, P. The title of the work. *The name of the journal*, v. 4, n. 2, p. 201–213, 7 1993. An optional note. Citado na página 36.

ARAUJO, L. C. *Configuração: uma perspectiva de Arquitetura da Informação da Escola de Brasília*. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Brasília, Brasília, 03 2012. Citado na página 19.

ARAUJO, L. C. *A classe abntex2: Modelo canônico de trabalhos acadêmicos brasileiros compatível com as normas ABNT NBR 14724:2011, ABNT NBR 6024:2012 e outras*. [S.l.], 2015. Disponível em: <<http://www.abntex.net.br/>>. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 25.

ARAUJO, L. C. *Como customizar o abnTeX2*. 2015. Wiki do abnTeX2. Disponível em: <<https://github.com/abntex/abntex2/wiki/ComoCustomizar>>. Citado na página 15.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10520: Informação e documentação — apresentação de citações em documentos*. Rio de Janeiro, 2002. 7 p. Citado na página 16.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6028: Resumo - apresentação*. Rio de Janeiro, 2003. 2 p. Citado na página 7.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14724: Informação e documentação — trabalhos acadêmicos — apresentação*. Rio de Janeiro, 2005. 9 p. Citado na página 33.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14724: Informação e documentação — trabalhos acadêmicos — apresentação*. Rio de Janeiro, 2011. 15 p. Substitui a Ref. ABNT (2005). Citado 4 vezes nas páginas 17, 20, 24 e 25.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6024: Numeração progressiva das seções de um documento*. Rio de Janeiro, 2012. 4 p. Citado 3 vezes nas páginas 21, 22 e 24.

BABINGTON, P. *The title of the work*. 3. ed. The address: The name of the publisher, 1993. v. 4. (10, v. 4). An optional note. ISBN 3257227892. Citado na página 36.

BRAAMS, J. *Babel, a multilingual package for use with LATEX's standard document classes*. [S.l.], 2008. Disponível em: <<http://mirrors.ctan.org/info/babel/babel.pdf>>. Citado na página 25.

CASTRO, L. L. e. *Modelo de livro para Editora UnB*. 2019. <<https://www.overleaf.com/latex/templates/modelo-de-livro-para-editora-unb/trznrgjcsyfg>>. Disponível como template no Overleaf. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 30.

CAXTON, P. *The title of the work*. The address of the publisher, 1993. An optional note. Citado na página 36.

ESTON, P. The title of the work. In: \_\_\_\_\_. 3. ed. The address of the publisher: The name of the publisher, 1993. (5, v. 4), cap. 8, p. 201–213. An optional note. Citado na página 36.

---

GREENWADE, G. D. The Comprehensive Tex Archive Network (CTAN). *TUGBoat*, v. 14, n. 3, p. 342–351, 1993. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 37.

IBGE. *Normas de apresentação tabular*. 3. ed. Rio de Janeiro: Centro de Documentação e Disseminação de Informações. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1993. Citado na página 17.

KIME, P.; WEMHEUER, M.; LEHMAN, P. *The biblatex Package: Programmable Bibliographies and Citations*. [S.l.], 2020. Disponível em: <<https://www.ctan.org/pkg/biblatex>>. Citado na página 25.

MARQUES, D. B. *biblatex-abnt 3.4*. [S.l.], 2018. Disponível em: <<https://ctan.dcc.uchile.cl/macros/latex/contrib/biblatex-contrib/biblatex-abnt/doc/biblatex-abnt.pdf>>. Citado na página 25.

van GIGCH, J. P.; PIPINO, L. L. In search for a paradigm for the discipline of information systems. *Future Computing Systems*, v. 1, n. 1, p. 71–97, 1986. Citado na página 17.

WIKIMEDIA COMMONS. *File: LaTeX logo.svg*. 2008. Upload de EmilJ. Disponível em: <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/LaTeX\\_logo.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/LaTeX_logo.svg)> – acesso em 24 jan. 2019. Citado na página 28.

WILSON, P.; MADSEN, L. *The Memoir Class for Configurable Typesetting - User Guide*. Normandy Park, WA, 2010. Disponível em: <<http://mirrors.ctan.org/macros/latex/contrib/memoir/memman.pdf>>. Citado na página 15.

## **Apêndices**

## Apêndice A – Citações

Este modelo usa Bib $\text{\LaTeX}$  para configurar as referências. Os arquivos `referencias.bib` e `references.bib` contêm várias entradas de bibliografia como modelos ([ADAMS, 1993](#); [BABBINGTON, 1993](#); [CAXTON, 1993](#); [ESTON, 1993](#)). Esses modelos podem ser utilizados para incluir outras entradas e citá-las por meio do seguinte comando:

```
\cite{nome_da_entrada}
```

Por exemplo, a entrada

```
@article{greenwade93,
  author = "George D. Greenwade",
  title = "The {C}omprehensive {T}ex {A}rchive {N}etwork ({CTAN})",
  year = "1993",
  journal = "TUGBoat",
  volume = "14",
  number = "3",
  pages = "342-351"
}
```

pode ser citada no texto com

```
\cite{greenwade93}
```

e a citação apareceria assim: ([GREENWADE, 1993](#)).

Para fazer uma citação direta no formato ABNT, criamos o ambiente `citacao`, que é uma simples generalização do ambiente `quotation` (habilitado por padrão) com um campo específico de autor. Veja o exemplo a seguir:

```
\begin{citacao}{Carl Sagan}
  Alegações extraordinárias exigem evidências extraordinárias.
\end{citacao}
```

Esse código gera uma citação assim:

Carl Sagan Alegações extraordinárias exigem evidências extraordinárias.

O comando `\cite{...}` pode ser usado como indicação do autor:

```
\begin{citacao}{\cite{greenwade93}}
  TEX is a typesetting program designed for high-quality composition of material
  that contains a lot of mathematical and technical expressions. It has been
  adopted by many authors and publishers who generate technical books and papers.
\end{citacao}
```

It was created by Professor Donald E. Knuth of Stanford University, originally for preparation of his book series “The Art of Computer Programming”. TEX has been made freely available by Knuth.

```
\end{citacao}
```

Naturalmente, a referência `gremnwade93` deve estar definida no arquivo BibTeX (aqui, `references.bib`). Confira o resultado:

([GREENWADE, 1993](#)) TEX is a typesetting program designed for high-quality composition of material that contains a lot of mathematical and technical expressions. It has been adopted by many authors and publishers who generate technical books and papers. It was created by Professor Donald E. Knuth of Stanford University, originally for preparation of his book series “The Art of Computer Programming”. TEX has been made freely available by Knuth.

# Apêndice B – Códigos de programação

## B.1 Projeto do Controlador com Realimentação de Estados

Código B.1 – Código de Matlab

```

1 % Controle com realimentação de estados
2 pC = (0.6)*ones(1,5);
3 pC(4) = 0.5 + 0.4*1i;
4 pC(5) = 0.5 - 0.4*1i;
5
6 %Seguindo controle digital...
7 n = 4;
8 m = 1;
9
10 Ahat = [A, B; zeros(1,n), 0];
11 Bhat = [zeros(n,1); eye(m)];
12 Khat = acker(Ahat, Bhat, pC);
13 K = (Khat + [zeros(m, n), eye(m)])/([A - eye(n), B; H*A, H*B]);
14
15 % Ganhos para utilizar na realimentação
16 Ki = K(5);
17 Kp = K(1:4);

```

## B.2 Exemplo de teste em Malha Fechada com Rampa

Código B.2 – Código de Python

```

1 # -*- coding: utf-8 -*-
2
3 from __future__ import print_function
4 import time
5 from Model import Model
6 from PlantOPC import PlantOPC
7 import OpenOPC
8 import numpy
9 import matplotlib.pyplot as plt
10
11 opc = OpenOPC.client() # Cria o cliente OPC; o servidor é o RSLinx
12 opc.connect('RSLinx OPC Server') # Essa string não muda; conecta
    ao RSLinx
13

```

```

14 pC = numpy.array([0.5, 0.6, 0.7, 0.5 + 0.4j, 0.5 - 0.4j])
15 Ki = 0.183111320328469
16 Kp = numpy.array([0.007993734748865, 0.009705988539721,
    -0.004630469582507, -0.000426479250745])
17
18 t = numpy.array(range(0, n_t)) * Ts
19 # time = linspace(0,10,n_t)
20 # instantiate the plant that will be used, it should be a subclass
    of Plant
21
22 plant = PlantOPC(opc, '[CLP_AB]position', '[CLP_AB]speed', init_pos)
23 model = Model(n, A, B, C, D, Ak, Bk, Ck, Q, R, Kp, Ki, epsilon,
    Ts, plant)
24
25 start = time.clock()
26 t_old = start
27 times_p = []
28 for i in range(0, n_t):
29     y_out[i] = model.closed_loop(y_topo[i], y_fundo[i])
30     #time.sleep(0.1)
31 plant.kill()
32 print("Total simulation time: {}s".format(time.clock() - start))
33
34 y_out_phased = y_out[5:n_t]
35 t_out_phased = t[0:n_t-5]
36 ##plt.plot(t, y_out[0:n_t], label='out')
37 plt.plot(t_out_phased, y_out_phased, label='out_n')
38 plt.plot(t, y_fundo[0:n_t], label='ref fundo')
39 plt.plot(t, y_topo[0:n_t], label='ref topo (in)')
40 plt.legend(loc=4)
41 plt.xlabel('time (s)')
42 plt.ylabel('position (m)')
43 plt.title('Position of cart - close loop')
44 plt.grid(True)
45 # plt.show()
46 plt.savefig("resultados/closed_loop_trajetoria_rafael.png",
    format='png', dpi=200)
47 File = open('resultados/trajetoria_rafael.npz', 'wb')
48 numpy.savez(File, t=t, y_topo=y_topo, y_fundo=y_fundo,
    y_out=y_out, pC=pC, Ki=Ki, Kp=Kp)
49 File.close()
50
51 opc.close() # Encerra a sessão

```

## B.3 Redução modal

Código B.3 – Código de Julia

```

1 module ModalReduction
2 export generateA, generateB, generateC

```



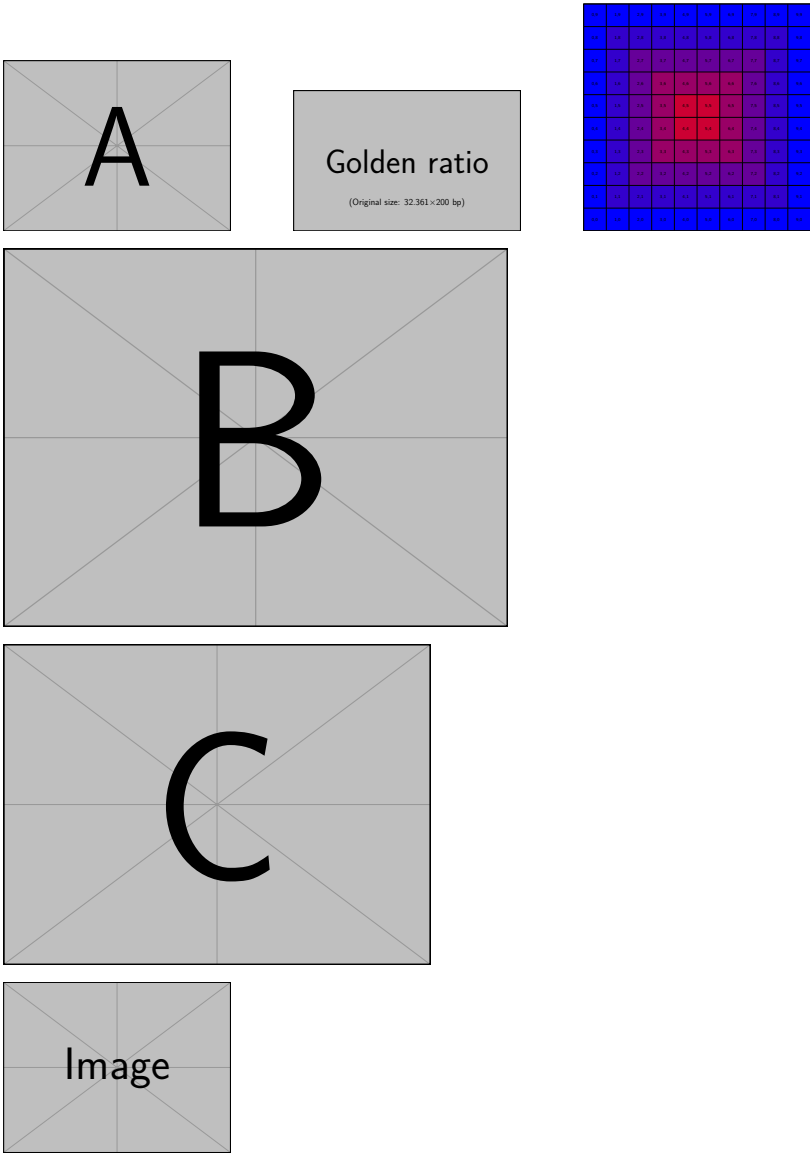
```

3 export generateABC, getABC_M, getABCD_R
4 export manuscript_p48, simulation
5 export generateMATLABSimulationScript
6
7
8 #Gera A, B, C to sistema completo
9 function generateABC(n)
10     tau = 0.2426      # tau do barbante (1/s) para excursão de 30cm
11     taul = 0.1133     # tau da bolinha (1/s) para excursão de 30cm
12     ms = 0.0006       # massa linear do barbante (kg/m)
13     mb = 0.00015      # massa da bolinha (kg)
14     g = 9.80665       # aceleração da gravidade (m/s^2)
15     L = 0.82          # Comprimento total do barbante (m)
16     l = L/n           # distância entre dois pontos de discretização
17                     # (m)
18     T0 = mb*g         # Tração no ponto 0 (logo acima da bolinha) -
19                     # considerando peso da bolinha (N)
20
21     b = zeros(n)
22     c = g/(2l)
23     d = zeros(n)
24     e = zeros(n)
25
26     b[1] = g/l
27     for k = 2:n
28         b[k] = (T0 + ms*g*(k-1)*l)/(ms*l^2)
29         d[k] = b[k] - c
30         e[k] = b[k] + c
31     end
32
33     A = generateA(n, b, d, e, tau, taul)
34     B = generateB(n,e[n])
35     C = generateC(n)
36
37     return A, B, C
38 end

```

## **Anexos**

# Anexo A – Figuras de exemplo



## Anexo B – Logo LaTeX

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X