



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

RAFFAELLO SALVETTI SANTOS

**CONTROLE DO MOVIMENTO DE CÂMERA COM BASE  
EM SENSORES DE POSIÇÃO DE UM SMARTFONE**

SALVADOR/BA  
2019

RAFFAELLO SALVETTI SANTOS

**CONTROLE DO MOVIMENTO DE CÂMERA COM BASE  
EM SENSORES DE POSIÇÃO DE UM SMARTFONE**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como parte dos requisitos para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia de Computação, pela Universidade Federal da Bahia.

Orientador: Prof. Paulo César Machado de Abreu  
Farias  
Universidade Federal da Bahia

SALVADOR/BA  
2019

RAFFAELLO SALVETTI SANTOS

**CONTROLE DO MOVIMENTO DE CÂMERA COM BASE  
EM SENSORES DE POSIÇÃO DE UM SMARTFONE**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como parte dos requisitos para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia de Computação, pela Universidade Federal da Bahia.

DATA DE APROVAÇÃO:

CONCEITO:

---

Prof. Paulo César Machado de Abreu Farias  
Orientador - UFBA

---

Prof. 1  
Membro - UFBA

---

Prof. 2  
Membro - UFBA

SALVADOR/BA  
2019

Dedico ao mestre Yoda...

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Yoda...

*"Se o conhecimento traz problemas, não é a  
ignorância que os resolve."(Isaac Asimov)*

## RESUMO

Sistemas robóticos fazem parte da história humana. Seja na vida prática, nos dias atuais, ou na peça teatral de ficção científica *Rossumovi Univerzální Roboti*, criada em 1920, onde o termo "ROBÔ" foi utilizado pela primeira vez, antes mesmo do primeiro computador eletrônico ser construído. Atualmente, a robótica é usada nos mais variados setores. Nos domicílios é usado como auxiliar de limpeza doméstica (na forma de aspiradores de pó), em alguns países são utilizados como seguranças patrimoniais, na medicina auxiliam em cirurgias e no espaço exploram mundos desconhecidos. Usando elementos de robótica, este trabalho pretende usar dados de sensores de posição de um smartphone, para criar um sistema de controle de movimento para câmera que pode ser embarcada num robô, fornecendo para o operador um controle intuitivo. São apresentadas as características do projeto, montagem do protótipo, programação dos softwares de controle de câmera e envio de dados dos sensores.

**Palavras-chave:** Robótica, Movimento, Controle, Automação, Câmera.

## ABSTRACT

Write your abstract here!!!

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



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Consumo mundial de energia por fonte de energia em quatrilhões de BTU.	13
Figura 2.1 – Turbinas hidrocínéticas de eixo vertical. . . . .	15
Figura 3.1 – Esquema do escoamento e forças na pá. . . . .	18
Figura 5.1 – Modos de vibração do sistema com eixo e braço maciços. . . . .	21
Figura 5.2 – Coeficiente de torque para uma pá. . . . .	22

## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Frequências naturais obtidas [Hz]. . . . .	20
Tabela 5.2 – Cronograma. . . . .	21

## LISTA DE SIGLAS

BET	Teoria do Elemento de Pá ( <i>Blade Element Theory</i> )
THEV	Turbina Hidrocinética de Eixo Vertical
THEH	Turbina Hidrocinética de Eixo Horizontal ...

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\Gamma$	Letra grega Gama
$\lambda$	Comprimento de onda
$\in$	Pertence ...

## 1 INTRODUÇÃO

Alguns programas podem ser utilizados para auxílio da escrita do TCC entre eles o *MathType* (com relação a equações), *Inkscape* (com relação a imagens).

### PRIMEIRAS ORIENTAÇÕES

1) O comando “`\autoref{label}`” auto referencia o respectivo “*label*”.

Exemplo 1: De acordo com o exposto no Capítulo 1... Pode-se verificar na Figura 1.1...

2) O comando “`\citeonline{bibid}`” é utilizado para citações diretas. Ele cita o respectivo “*bibid*”.

Exemplo 2: Conforme ??) cita em seu artigo, turbinas hidrocínéticas atualmente têm... ??) também ressalta que turbinas de eixo horizontal possuem maiores...

??) —> Vallverdú (2014) — DIRETA

(??) —> (VALLVERDÚ, 2014) — INDIRETA

O comando “`\cite{bibid}`” é utilizado para citações indiretas. Ele cita o respectivo “*bibid*”.

Exemplo 3: A máxima eficiência que uma turbina hidrocínética ideal pode alcançar é dada pelo Limite de Betz-Joukowski que corresponde a 59,3%, o equivalente a um  $C_P$  de 0,593 (????).

3) Um ponto final é representado por um espaço entre os parágrafos.

Exemplo 1. Exemplo 2.

Exemplo 3.

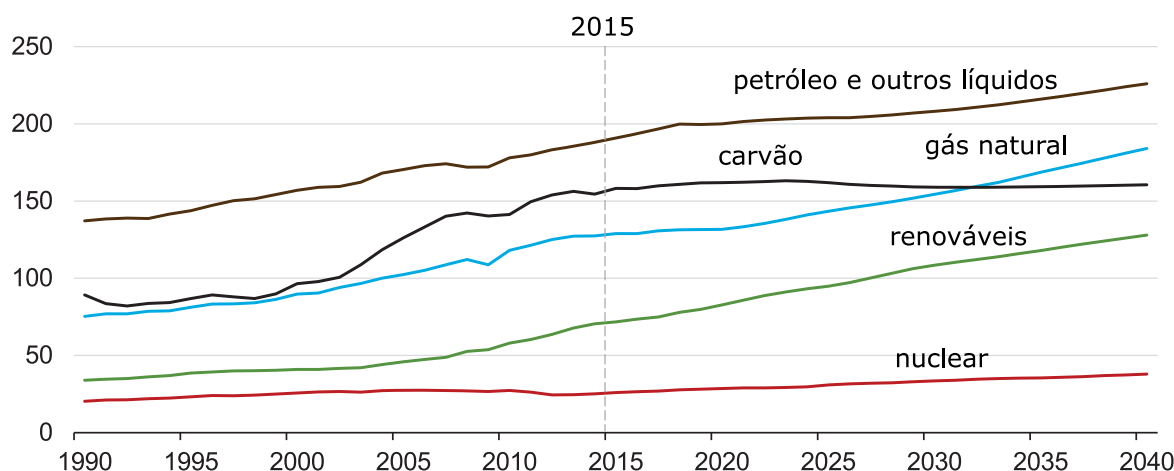
Exemplo 4.

4) Figuras

Figuras com extensão .jpg, .pdf, .eps, .ps, .png

As figuras devem ser adicionadas a pasta “`\figuras`” no diretório deste template.

Figura 1.1 – Consumo mundial de energia por fonte de energia em quatrilhões de BTU.



Fonte: ??).

## 5) Referências

As referências devem ser adicionadas no arquivo “base-referencias.bib” no diretório deste template.

Modelos podem ser editados na página “<https://truben.no/latex/bibtex/>”. A partir do DOI pode-se encontrar o arquivo .bib em “<https://www.doi2bib.org/>”. No Google Acadêmico também se encontram bastantes referências no formato .bib.

Tome cuidado com autores com nomes que terminam em Júnior, Filho, Neto e etc. Forma correta: “Fulano Deltrano Siclano{ }Neto”.

As referências não reconhecem legal os pacotes de acentos. Então deve-se utilizar comandos de acentos. “<http://latexbr.blogspot.com/2011/02/acentos-e-caracteres-especiais.html>”.

\*Ao ser executado pela primeira vez, possa ser que você precise está conectado a internet para o programa instalar os *packages* necessários para compilar o arquivo PDF.

Utilize esse *template* sempre verificando as normas da Biblioteca Central da UFPA segundo o Guia para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos disponível em <http://bc.ufpa.br/> além das normas da ABNT.

Outras orientações podem ser encontradas na internet.

Boa escrita!

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

Escreva seu objetivo geral aqui.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Escreva seu objetivo específico 1 aqui;
- Escreva seu objetivo específico 2 aqui;
- ...;

## 1.2 Estrutura do trabalho

Este trabalho está dividido em cinco seções, referências, anexos e apêndices.

Na seção 1 é apresentado o contexto no qual o trabalho está inserido, a justificativa e os objetivos almejados...

A revisão bibliográfica sobre as temáticas relacionadas com essa pesquisa é apresentada na seção 2...

A seção 3 mostra conceitos teóricos relacionados às ferramentas utilizadas no estudo tal como...

Na seção 4, os resultados são apresentados juntamente com suas devidas discussões, verificando...

Finalizando, a seção 5 faz as devidas conclusões e apresenta sugestões para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Turbinas hidrocinéticas

A potencia gerada por uma turbina pode ser expressa pela Equação (2.1).

$$P = \frac{1}{2} A \rho V^3 C_P \quad (2.1)$$

Sendo  $A$  a área do rotor da turbina ( $m^2$ ),  $\rho$  a massa específica do fluido ( $kg/m^3$ ),  $V$  é a velocidade de corrente ( $m/s$ ) e  $C_P$  o coeficiente de potência (adimensional). O coeficiente de potência de uma turbina hidrocinética indica a quantidade de energia mecânica extraída a partir da energia disponível no fluido. A máxima eficiência que uma turbina hidrocinética ideal pode alcançar é dada pelo Limite de Betz-Joukowski que corresponde a 59,3%, o equivalente a um  $C_P$  de 0,593 (????).

#### 2.1.1 Princípios de funcionamento, classificação e principais componentes

A Figura 2.1 apresenta algumas configurações possíveis.

#### 2.1.2 Modelos de predição de performance hidrodinâmica

Uma revisão sobre modelos de predição de performance para turbinas eólicas de eixo vertical incluem os trabalhos de ??), ??), ??) e ??), que serviram como ponto de

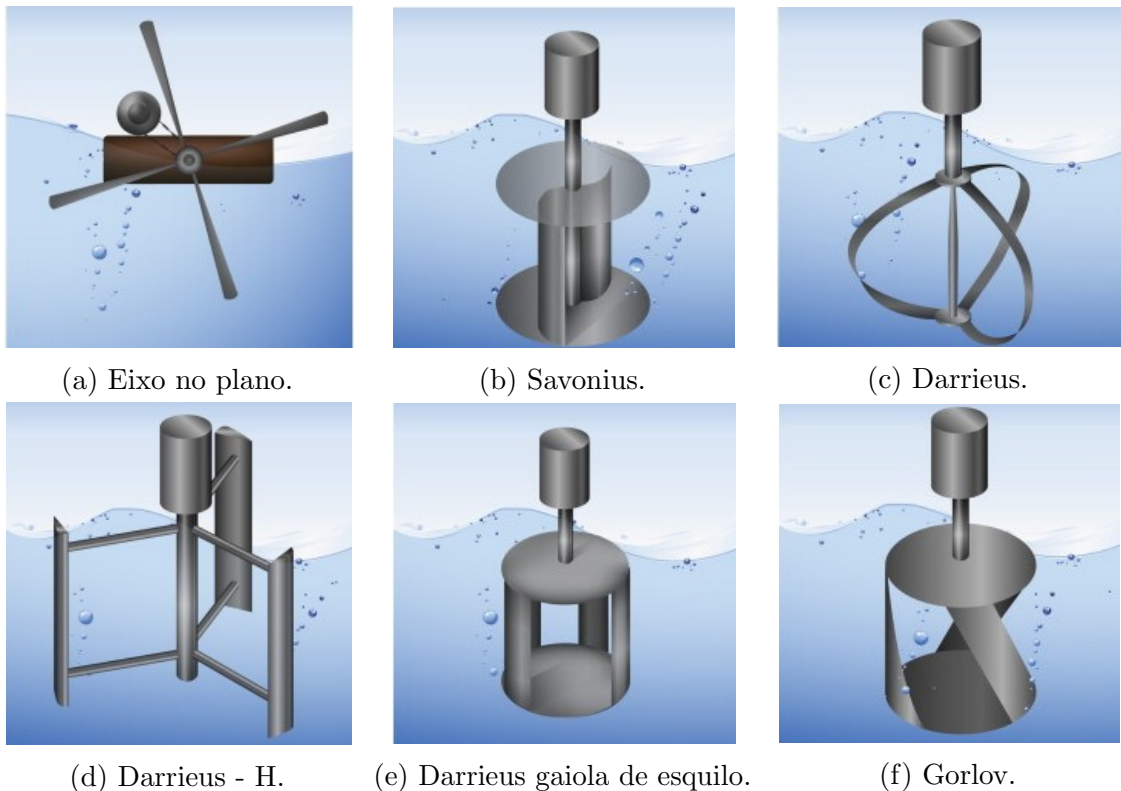


Figura 2.1 – Turbinas hidrocinéticas de eixo vertical.

Fonte: ??).



partida para os modelos hidrodinâmicos (??).

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Double-multiple streamtube model - DMST

Considerando a Figura 3.1 que apresenta o comportamento das velocidades envolvidas em uma pá, a velocidade relativa ( $u_r$ ) pode ser calculada pela Equação (3.1), o ângulo de trajetória ( $\beta$ ) pela Equação (3.2) e o ângulo de ataque ( $\alpha$ ) pela Equação (3.3), todos em função do ângulo azimute ( $\theta$ ) da turbina.

$$u_r = \sqrt{u^2 + (\dot{\theta}R)^2 + 2u(\dot{\theta}R)\cos\theta} \quad (3.1)$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{\dot{\theta}R\sin\theta}{u + \dot{\theta}R\cos\theta}\right) \quad (3.2)$$

$$\alpha = \left|\frac{\pi + \beta - \theta}{2\pi}\right| - \pi \quad (3.3)$$

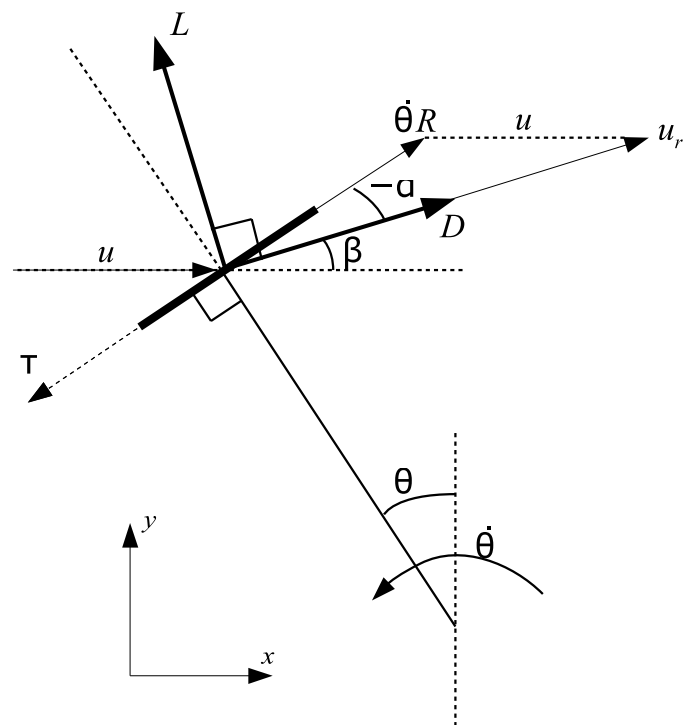
Uma vez que o ângulo de ataque é conhecido os coeficientes de sustentação ( $C_L$ ) e arrasto ( $C_D$ ) podem ser obtidos. Assim as forças de sustentação ( $L$ ) e arrasto ( $D$ ) podem ser calculadas conforme Equação (3.4) e Equação (3.5), respectivamente. Sendo  $\rho$  a massa específica do fluido,  $c$  a corda, ....

$$L = \frac{1}{2}\rho c u_r^2 C_L \quad (3.4)$$

$$D = \frac{1}{2}\rho c u_r^2 C_D \quad (3.5)$$

#### 3.2 Modelagem dinâmica

Figura 3.1 – Esquema do escoamento e forças na pá.



Fonte: ??)

## **4 METODOLOGIA**

Este trabalho ...

### **4.1 Análise modal numérica**

A análise modal numérica...

### **4.2 Double-multiple streamtube model**

O código computacional responsável por fornecer os dados de forças e torque atuantes na turbina utiliza ...

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Análise modal numérica

Na análise modal, as frequências naturais obtidas para os dois casos mantiveram-se afastadas da faixa de operação da turbina. Considerando uma TSR entre 2 e 3,5 e uma faixa de velocidade comumente encontrada entre 1 e 2  $m/s$  tem-se uma faixa de frequências de operação variando entre 0,62 e 2,16  $Hz$  que se encontra distante das frequências naturais encontradas para os casos analisados conforme apresentado na Tabela 5.1. Tal verificação vem confirmar a possibilidade de utilização da consideração de 1 GDL.

Tabela 5.1 – Frequências naturais obtidas [Hz].

Modo		
	Maciço	Tubo
1	9,04	7,54
2	9,08	7,55
3	13,40	9,80
4	28,68	20,19
5	28,74	20,21
6	30,32	24,56

Fonte: Autoria própria.

As Figura 5.1 e ?? apresentam algumas respostas esperadas para o primeiro e sexto modo de vibração. Nelas é possível verificar a importância da verificação das frequências de operação da turbina, que caso negligenciado pode levar a sérios danos. Também pode-se verificar que a utilização do tubo em comparação aos eixos maciços levaram a maiores deformações.

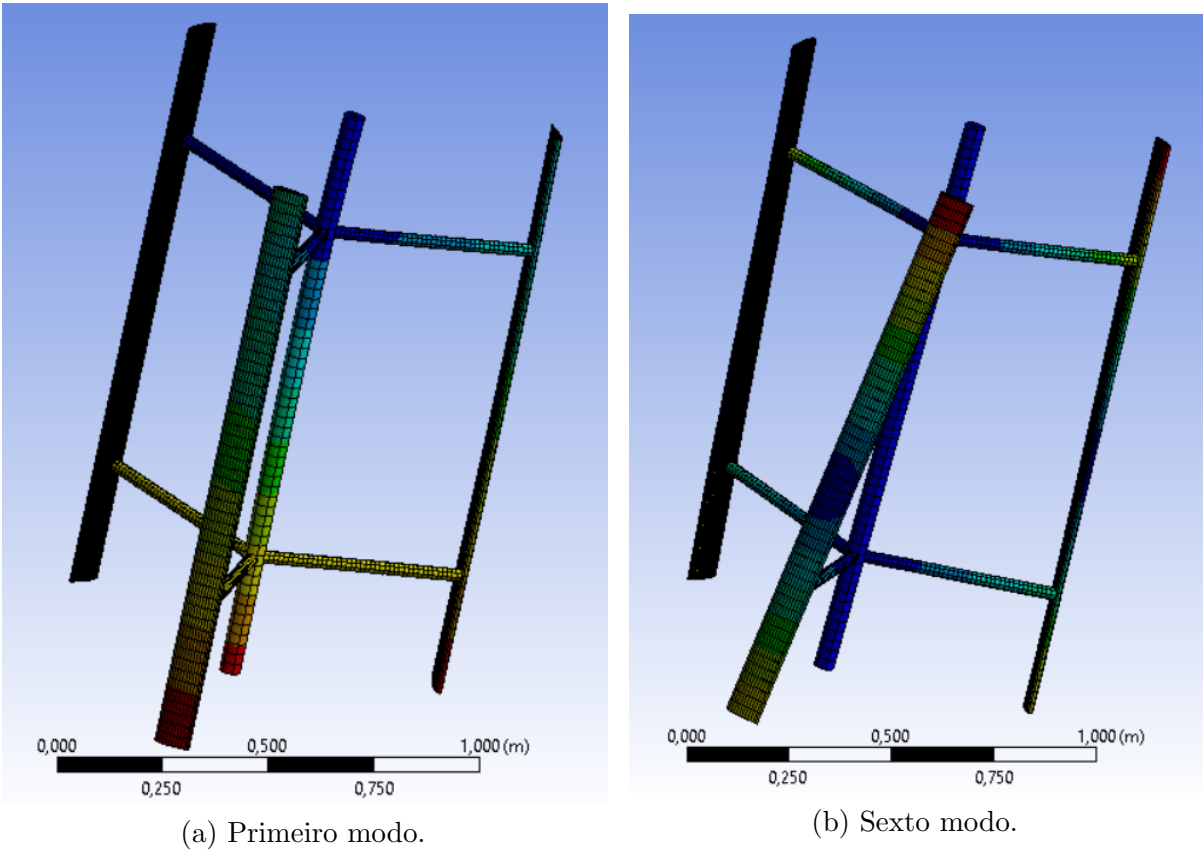
### 5.2 Double-multiple streamtube model

Em termos de torque, a Figura 5.2 apresenta o gráfico da coeficiente de torque para uma pá, onde é possível verificar que uma maior quantidade de torque é extraído no primeiro meio ciclo (0 - 180 graus) quando comparado com o segundo (180 - 360 graus).

### 5.3 Próximas etapas

Os próximos passos a serem feitos estão sintetizados na Tabela 5.2.

Figura 5.1 – Modos de vibração do sistema com eixo e braço maciços.



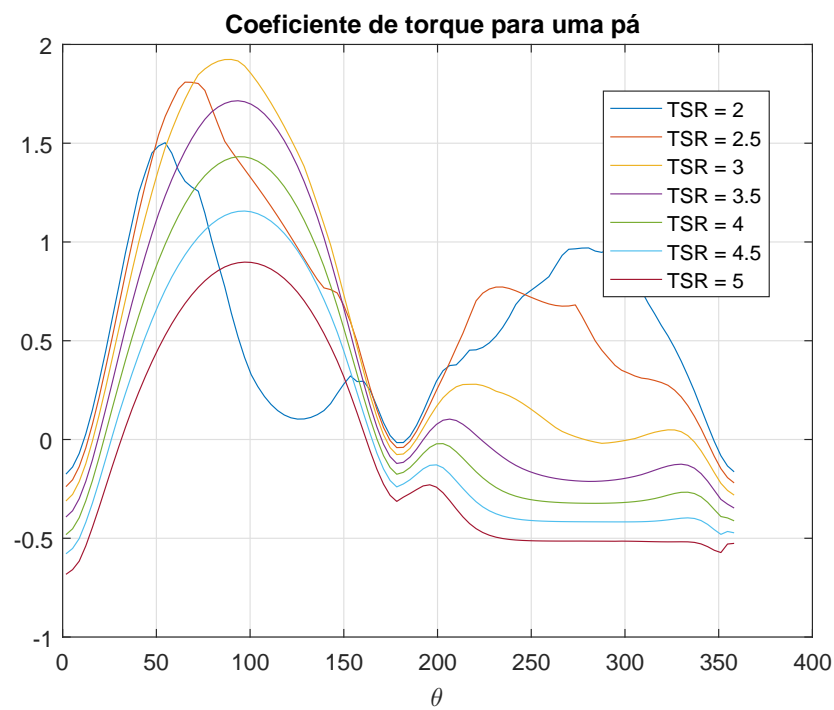
Fonte: Autoria própria.

Tabela 5.2 – Cronograma.

TAREFA	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6
Verificação da influencia da água	X					
Acoplamento trem de potência	X	X	X			
Elaboração e submissão de artigo			X	X	X	
Redação final	X	X	X	X	X	X
Submissão de versão final						X

Fonte: Autoria Própria.

Figura 5.2 – Coeficiente de torque para uma pá.



Fonte: Autoria própria.

Quadro 1 – Exemplo de Quadro.

BD Relacionais	BD Orientados a Objetos
Os dados são passivos, ou seja, certas operações limitadas podem ser automaticamente acionadas quando os dados são usados. Os dados são ativos, ou seja, as solicitações fazem com que os objetos executem seus métodos.	Os processos que usam dados mudam constantemente.

Fonte: XXXXXXXXXXXX.

## 6 CONCLUSÃO

Escreva sua conclusão aqui!!!

### 6.1 Trabalhos Futuros

- Sugestão 1;
- Sugestão 2;
- ...;



## Apêndices

## **APÊNDICE A – Nome do apêndice**

Lembre-se que a diferença entre apêndice e anexo diz respeito à autoria do texto e/ou material ali colocado.

Caso o material ou texto suplementar ou complementar seja de sua autoria, então ele deverá ser colocado como um apêndice. Porém, caso a autoria seja de terceiros, então o material ou texto deverá ser colocado como anexo.

Caso seja conveniente, podem ser criados outros apêndices para o seu trabalho acadêmico. Basta recortar e colar este trecho neste mesmo documento. Lembre-se de alterar o "label" do apêndice.

Não é aconselhável colocar tudo que é complementar em um único apêndice. Organize os apêndices de modo que, em cada um deles, haja um único tipo de conteúdo. Isso facilita a leitura e compreensão para o leitor do trabalho.

## APÊNDICE B – Nome do outro apêndice

conteúdo do novo apêndice

## **Anexos**

## **ANEXO A – Nome do anexo**

Lembre-se que a diferença entre apêndice e anexo diz respeito à autoria do texto e/ou material ali colocado.

Caso o material ou texto suplementar ou complementar seja de sua autoria, então ele deverá ser colocado como um apêndice. Porém, caso a autoria seja de terceiros, então o material ou texto deverá ser colocado como anexo.

Caso seja conveniente, podem ser criados outros anexos para o seu trabalho acadêmico. Basta recortar e colar este trecho neste mesmo documento. Lembre-se de alterar o "label" do anexo.

Organize seus anexos de modo a que, em cada um deles, haja um único tipo de conteúdo. Isso facilita a leitura e compreensão para o leitor do trabalho. É para ele que você escreve.

**ANEXO B – Nome do outro anexo**

conteúdo do outro anexo