



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS FLORIANÓPOLIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Calil Amaral

**MECHANICAL PROPERTIES OF LOW CARBON STEEL ADDITIVELY  
MANUFACTURED BY LASER DIRECTED ENERGY DEPOSITION WITH POWDER  
AS FEEDSTOCK MATERIAL**

Florianópolis  
2021

Calil Amaral

**MECHANICAL PROPERTIES OF LOW CARBON STEEL ADDITIVELY  
MANUFACTURED BY LASER DIRECTED ENERGY DEPOSITION WITH POWDER  
AS FEEDSTOCK MATERIAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Mecânica da Universidade Federal  
de Santa Catarina para a obtenção do título de mes-  
tre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Milton Pereira

Coorientador: Prof. Dr. Walter Lindolfo Weingaertner

Florianópolis

2021

#### Ficha de identificação da obra

A ficha de identificação é elaborada pelo próprio autor.

Orientações em:

<http://portalbu.ufsc.br/ficha>

Calil Amaral

**MECHANICAL PROPERTIES OF LOW CARBON STEEL ADDITIVELY  
MANUFACTURED BY LASER DIRECTED ENERGY DEPOSITION WITH POWDER  
AS FEEDSTOCK MATERIAL**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) xxxx, Dr(a).  
Instituição xxxx

Prof.(a) xxxx, Dr(a).  
Instituição xxxx

Prof.(a) xxxx, Dr(a).  
Instituição xxxx

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Engenharia Mecânica.

---

Coordenação do Programa de  
Pós-Graduação

---

Prof. Dr. Milton Pereira  
Orientador

Florianópolis, 2021.

Este trabalho é dedicado à minha avó Dulce Maria e à  
minha mãe, Dulce A. Borges.

## AGRADECIMENTOS

Inserir os agradecimentos aos colaboradores à execução do trabalho.

[illegible]

*“Texto da Epígrafe.  
Citação relativa ao tema do trabalho.  
É opcional. A epígrafe pode também aparecer  
na abertura de cada seção ou capítulo.  
Deve ser elaborada de acordo com a NBR 10520.”  
(SOBRENOME do autor da epígrafe, ano)*

## RESUMO

No resumo são ressaltados o objetivo da pesquisa, o método utilizado, as discussões e os resultados com destaque apenas para os pontos principais. O resumo deve ser significativo, composto de uma sequência de frases concisas, afirmativas, e não de uma enumeração de tópicos. Não deve conter citações. Deve usar o verbo na voz ativa e na terceira pessoa do singular. O texto do resumo deve ser digitado, em um único bloco, sem espaço de parágrafo. O espaçamento entre linhas é simples e o tamanho da fonte é 12. Abaixo do resumo, informar as palavras-chave (palavras ou expressões significativas retiradas do texto) ou, termos retirados de thesaurus da área. Deve conter de 150 a 500 palavras. O resumo é elaborado de acordo com a NBR 6028.

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



## **ABSTRACT**

Resumo traduzido para outros idiomas, neste caso, inglês. Segue o formato do resumo feito na língua vernácula. As palavras-chave traduzidas, versão em língua estrangeira, são colocadas abaixo do texto precedidas pela expressão “Keywords”, separadas por ponto.

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

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Elementos do trabalho acadêmico. . . . .	14
---	----

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Formatação do texto. . . . .	15
---	----

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Médias concentrações urbanas 2010-2011. . . . .	16
--	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
------	--

## LISTA DE SÍMBOLOS

$C$	Circunferência de um círculo
$\pi$	Número pi
$r$	Raio de um círculo
$A$	Área de um círculo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	<b>Objetivo Geral</b>	<b>13</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>14</b>
2.1	EXPOSIÇÃO DO TEMA OU MATÉRIA	14
2.1.1	<b>Formatação do texto</b>	<b>14</b>
2.1.1.1	As ilustrações	15
2.1.1.2	Equações e fórmulas	16
2.1.1.2.1	<i>Exemplo tabela</i>	16
<b>3</b>	<b>SEÇÃO</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>18</b>
	<b>APÊNDICE A – DESCRIÇÃO 1</b>	<b>19</b>
	<b>ANEXO A – DESCRIÇÃO 2</b>	<b>20</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As orientações aqui apresentadas são baseadas em um conjunto de normas elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Além das normas técnicas, a Biblioteca também elaborou uma série de tutoriais, guias, *templates* os quais estão disponíveis em seu site, no endereço <http://portal.bu.ufsc.br/normalizacao/>.

Paralelamente ao uso deste *template* recomenda-se que seja utilizado o **Tutorial de Trabalhos Acadêmicos** (disponível neste link <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/180829>) e/ou que o discente **participe das capacitações oferecidas da Biblioteca Universitária da UFSC**.

Este *template* está configurado apenas para a impressão utilizando o anverso das folhas, caso você queira imprimir usando a frente e o verso, acrescente a opção *openright* e mude de *oneside* para *twoside* nas configurações da classe *abntex2* no início do arquivo principal *main.tex* (ARAUJO, 2015).

Conforme a Resolução NORMATIVA nº 46/2019/CPG as dissertações e teses não serão mais entregues em formato impresso na Biblioteca Universitária. Consulte o Repositório Institucional da UFSC ou sua Secretaria de Pós Graduação sobre os procedimentos para a entrega.

(OXMAN, 2011)

### 1.1 OBJETIVOS

Nas seções abaixo estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos.

#### 1.1.1 Objetivo Geral

Descrição...

#### 1.1.2 Objetivos Específicos

Descrição...



## 2 DESENVOLVIMENTO

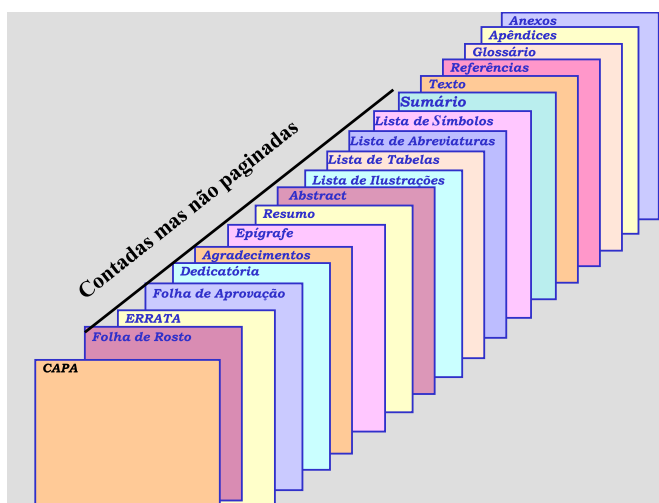
Deve-se inserir texto entre as seções.

### 2.1 EXPOSIÇÃO DO TEMA OU MATÉRIA

É a parte principal e mais extensa do trabalho. Deve apresentar a fundamentação teórica, a metodologia, os resultados e a discussão. Divide-se em seções e subseções conforme a NBR 6024 (ABNT, 2012a).

Quanto à sua estrutura e projeto gráfico, segue as recomendações da ABNT para preparação de trabalhos acadêmicos, a NBR 14724, de 2011 (ABNT, 2011).

Figura 1 – Elementos do trabalho acadêmico.



Fonte – Universidade Federal do Paraná (1996).

#### 2.1.1 Formatação do texto

No que diz respeito à estrutura do trabalho, recomenda-se que:

- o texto deve ser justificado, digitado em cor preta, podendo utilizar outras cores somente para as ilustrações;
- utilizar papel branco ou reciclado para impressão;
- os elementos pré-textuais devem iniciar no anverso da folha, com exceção da ficha catalográfica ou ficha de identificação da obra;
- os elementos textuais e pós-textuais devem ser digitados no anverso e verso das folhas, quando o trabalho for impresso. As seções primárias devem começar sempre em páginas ímpares, quando o trabalho for impresso. Deixar

um espaço entre o título da seção/subseção e o texto e entre o texto e o título da subseção.

No Quadro 1 estão as especificações para a formatação do texto.

Quadro 1 – Formatação do texto.

<b>Formato do papel</b>	A4.
<b>Impressão</b>	A norma recomenda que caso seja necessário imprimir, deve-se utilizar a frente e o verso da página.
<b>Margens</b>	Superior: 3, Inferior: 2, Interna: 3 e Externa: 2. Usar margens espelhadas quando o trabalho for impresso.
<b>Paginação</b>	As páginas dos elementos pré-textuais devem ser contadas, mas não numeradas. Para trabalhos digitados somente no anverso, a numeração das páginas deve constar no canto superior direito da página, a 2 cm da borda, figurando a partir da primeira folha da parte textual. Para trabalhos digitados no anverso e no verso, a numeração deve constar no canto superior direito, no anverso, e no canto superior esquerdo no verso.
<b>Espaçamento</b>	O texto deve ser redigido com espaçamento entre linhas 1,5, excetuando-se as citações de mais de três linhas, notas de rodapé, referências, legendas das ilustrações e das tabelas, natureza (tipo do trabalho, objetivo, nome da instituição a que é submetido e área de concentração), que devem ser digitados em espaço simples, com fonte menor. As referências devem ser separadas entre si por um espaço simples em branco.
<b>Paginação</b>	A contagem inicia na folha de rosto, mas se insere o número da página na introdução até o final do trabalho.
<b>Fontes sugeridas</b>	Arial ou Times New Roman.
<b>Tamanho da fonte</b>	<b>Fonte tamanho 12 para o texto</b> , incluindo os títulos das seções e subseções. As citações com mais de três linhas, notas de rodapé, paginação, dados internacionais de catalogação, legendas e fontes das ilustrações e das tabelas devem ser de tamanho menor. Adotamos, neste <i>template</i> <b>fonte tamanho 10</b> .
<b>Nota de rodapé</b>	Devem ser digitadas dentro da margem, ficando separadas por um espaço simples por entre as linhas e por filete de 5 cm a partir da margem esquerda. A partir da segunda linha, devem ser alinhadas embaixo da primeira letra da primeira palavra da primeira linha.

Fonte – ABNT (2011).

#### 2.1.1.1 As ilustrações

Independentemente do tipo de ilustração (quadro, desenho, figura, fotografia, mapa, entre outros), a sua identificação aparece na parte superior, precedida da pala-

vra designativa.

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 texto a que se refere. (ABNT, 2011, p. 11).

### 2.1.1.2 Equações e fórmulas

As equações e fórmulas devem ser destacadas no texto para facilitar a leitura. Para numerá-las, usar algarismos arábicos entre parênteses e alinhados à direita. Pode-se adotar uma entrelinha maior do que a usada no texto (ABNT, 2011).

Exemplos, Equação (1) e Equação (2).

$$C = 2\pi r \quad (1)$$

$$A = \pi r^2 \quad (2)$$

#### 2.1.1.2.1 Exemplo tabela

De acordo com IBGE (1993), tabela é uma forma não discursiva de apresentar informações em que os números representam a informação central. Ver Tabela 1.

Tabela 1 – Médias concentrações urbanas 2010-2011.

<b>Média concentra- ção urbana</b>	<b>População</b>		<b>Produto In- terno Bruto – PIB (bilhões R\$)</b>	<b>Número de em- presas</b>	<b>Número de uni- dades locais</b>
<b>Nome</b>	<b>Total</b>	<b>No Brasil</b>			
Ji-Paraná (RO)	116 610	116 610	1,686	2 734	3 082
Parintins (AM)	102 033	102 033	0,675	634	683
Boa Vista (RR)	298 215	298 215	4,823	4 852	5 187
Bragança (PA)	113 227	113 227	0,452	654	686

Fonte – IBGE (2016).

### 3 SEÇÃO

Este *template* contém algumas seções criadas na tentativa de facilitar seu uso. No entanto, não há um limite máximo ou mínimo de seção a ser utilizado no trabalho. Cabe a cada autor definir a quantidade que melhor atenda à sua necessidade.

#### **4 CONCLUSÃO**

As conclusões devem responder às questões da pesquisa, em relação aos objetivos e às hipóteses. Devem ser breves, podendo apresentar recomendações e sugestões para trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Lauro César. **A classe abntex2**: Modelo canônico de trabalhos acadêmicos brasileiros compatível com as normas ABNT NBR 14724:2011, ABNT NBR 6024:2012 e outras. [S./], 2015. Disponível em: <http://www.abntex.net.br/>. Acesso em: 16 ago. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: Informação e documentação — Citações em documentos — Apresentação. Rio de Janeiro, ago. 2002a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos — Apresentação. Rio de Janeiro, mar. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação — Referências — Apresentação. Rio de Janeiro, ago. 2002b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: Informação e documentação — Numeração progressiva das seções de um documento escrito — Apresentação. Rio de Janeiro, fev. 2012a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027**: Informação e documentação — Sumário — Apresentação. Rio de Janeiro, dez. 2012b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6028**: Informação e documentação — Resumo — Apresentação. Rio de Janeiro, nov. 2003.

IBGE. **Arranjos populacionais e concentrações urbanas no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2016. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99700.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2019.

IBGE. **Normas de apresentação tabular**. 3. ed. Rio de Janeiro: Centro de Documentação e Disseminação de Informações., 1993. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23907.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2019.

OXMAN, Neri. Variable property rapid prototyping. **Virtual and Physical Prototyping**, Taylor Francis, v. 6, n. 1, p. 3–31, 2011. DOI: 10.1080/17452759.2011.558588. eprint:

---

<https://doi.org/10.1080/17452759.2011.558588>. Disponível em:  
<https://doi.org/10.1080/17452759.2011.558588>.

## **APÊNDICE A – DESCRIÇÃO 1**

Textos elaborados pelo autor, a fim de completar a sua argumentação. Deve ser precedido da palavra APÊNDICE, identificada por letras maiúsculas consecutivas, travessão e pelo respectivo título. Utilizam-se letras maiúsculas dobradas quando esgotadas as letras do alfabeto.



## **ANEXO A – DESCRIÇÃO 2**

São documentos não elaborados pelo autor que servem como fundamentação (mapas, leis, estatutos). Deve ser precedido da palavra ANEXO, identificada por letras maiúsculas consecutivas, travessão e pelo respectivo título. Utilizam-se letras maiúsculas dobradas quando esgotadas as letras do alfabeto.