



# **IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS NA ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA**

**Henrique Ajuz Holzmann  
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia  
(Organizadores)**

**Atena**  
Editora

**Ano 2019**

**Henrique Ajuz Holzmann**  
**Ricardo Vinicius Bubna Biscaia**  
(Organizadores)

# **Impactos das Tecnologias na Engenharia de Materiais e Metalúrgica**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

134	Impactos das tecnologias na engenharia de materiais e metalúrgica [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, Ricardo Vinicius Bubna Biscaia. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-235-7 DOI 10.22533/at.ed.234190204  1. Engenharia – Tecnologia. 2. Metalurgia. I. Holzmann, Ajuz. II. Biscaia, Ricardo Vinicius Bubna.  CDD 620.002854
-----	--

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A engenharia de materiais e metalúrgica, vem cada vez mais ganhando espaço nos estudos das grandes empresas e de pesquisadores. Esse aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de materiais e metalurgia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente.

A caracterização dos materiais é de extrema importância, visto que afeta diretamente aos projetos e sua execução dentro de premissas de desempenho técnico e econômico. Ainda são base da formação do engenheiro projetista cujo ofício se fundamenta na correta escolha de materiais e no processo de obtenção do mesmo, estando diretamente relacionados a área de metalurgia.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann  
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ENGENHARIA METALÚRGICA NA UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS: ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO CURSO	
<i>Kelly Cristina Ferreira</i>	
<i>Júnia Soares Alexandrino</i>	
<i>Telma Ellen Drumond Ferreira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2341902041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
EVOLUÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE MINAS NA UEMG/JOÃO MONLEVADE EM SEUS 10 ANOS DE EXISTÊNCIA	
<i>Kelly Cristina Ferreira</i>	
<i>Júnia Soares Alexandrino</i>	
<i>Telma Ellen Drumond Ferreira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2341902042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>15</b>
ACUMULADORES PB-ÁCIDO: CONCEITOS, HISTÓRICO E APLICAÇÃO	
<i>Abdias Gomes dos Santos</i>	
<i>Flávio José da Silva</i>	
<i>Magda Rosângela Santos Vieira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2341902043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>21</b>
ANÁLISE PRELIMINAR DA APLICABILIDADE DA SEPARAÇÃO BASEADA EM SENSORES EM MINA DE CALCÁRIO DE CAÇAPAVA DO SUL (RS)	
<i>Evandro Gomes dos Santos</i>	
<i>Régis Sebben Paranhos</i>	
<i>Carlos Otávio Petter</i>	
<i>Aaron Samuel Young</i>	
<i>Moacir Medeiros Veras</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2341902044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>30</b>
DESEMPENHO DE REAGENTES NA FLOTAÇÃO COLETIVA DE SULFETOS DE UM REJEITO AURÍFERO PARAIBANO	
<i>Marcelo Rodrigues do Nascimento</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2341902045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>40</b>
UTILIZAÇÃO DE SULFONATO DE ALQUILBENZENO LINEAR (LAS) E POLICARBOXILATO ÉTER (PCE) COMO REAGENTES PARA FLOTAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO	
<i>José Maria Franco de Carvalho</i>	
<i>Mariane Batista de Oliveira Vasconcelos</i>	
<i>Luanne Phâmella da Silva Henriques e Moreira</i>	
<i>Julia Castro Mendes</i>	
<i>Carlos Alberto Pereira</i>	
<i>Ricardo André Fiorotti Peixoto</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2341902046</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 50**

COMPORTAMENTO EM TRAÇÃO DE COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER E FIBRAS DE CURAUÁ E BANANEIRA CONTÍNUAS E ALINHADAS

*Michel José Caldas Carvalho*

*Douglas Santos Silva*

*Roberto Tetsuo Fujiyama*

**DOI 10.22533/at.ed.2341902047**

**CAPÍTULO 8 ..... 64**

EFEITO DE UM ADITIVO ENZIMÁTICO COMERCIAL NA DEGRADAÇÃO DE PEBD EM MEIO SALINO

*Jéssica Pereira Pires*

*Gabriela Messias Miranda*

*Gabriela Lagranha de Souza*

*Flávia Stürmer de Fraga*

*Alessandro da Silva Ramos*

*Rosane Angélica Ligabue*

*Jeane Estela Ayres de Lima*

*Rogério Vescia Lourega*

**DOI 10.22533/at.ed.2341902048**

**CAPÍTULO 9 ..... 81**

PREPARAÇÃO DE MICROESFERAS DE QUITOSANA/ARGILA PARA USO COMO SISTEMA CARREADOR DO IBUPROFENO

*Matheus Aleixo Maciel*

*Bárbara Fernanda Figueiredo dos Santos*

*Hanniman Denizard Cosme Barbosa*

*Albaniza Alves Tavares*

*Pedro Henrique Correia de Lima*

*Suédina Maria de Lima Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.2341902049**

**CAPÍTULO 10 ..... 97**

CONSOLIDAÇÃO POR SINTERIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DE ALUMÍNIO RECICLADO A PARTIR DE LATAS DE BEBIDA VIA METALURGIA DO PÓ

*José Raelson Pereira de Souza*

*Regina Bertília Dantas de Medeiros*

*Mauricio Mhirdauí Peres*

**DOI 10.22533/at.ed.23419020410**

**CAPÍTULO 11 ..... 113**

ELETRODEPOSIÇÃO DE FILMES DE POLIPIRROL EM SUPERFÍCIES DE ALUMÍNIO 2024: INFLUÊNCIA DO ELETRÓLITO

*Andrea Santos Liu*

*Alex Fernandes de Souza*

*Liu Yao Cho*

**DOI 10.22533/at.ed.23419020411**

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>128</b>
UMA REVISÃO SOBRE A TECNOLOGIA DE PROCESSAMENTO DE LIGAS METÁLICAS NO ESTADO SEMISSÓLIDO	
<i>Luis Vanderlei Torres</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.23419020412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>141</b>
INFLUÊNCIA DA TAXA DE RESFRIAMENTO SOBRE MACROESTRUTURA DA LIGA DE ALUMÍNIO SAE 323 SOLIDIFICADO EM MOLDE DE AREIA	
<i>Rafael Brasil da Costa</i>	
<i>Rodrigo da Silva Miranda</i>	
<i>Adilto Pereira Andrade Cunha</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.23419020413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>149</b>
INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS OPERACIONAIS DA MESA CONCENTRADORA WILFLEY NA CONCENTRAÇÃO DE ESCÓRIA METALÚRGICA DA LIGA FESIMN	
<i>Raulim de Oliveira Galvão,</i>	
<i>Filipe Brito Marinho de Barros</i>	
<i>José Carlos da Silva Oliveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.23419020414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>161</b>
INFLUÊNCIA DO ENSAIO METALÚRGICO DE TEMPERA NA MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS AÇOS	
<i>Rodrigo da Silva Miranda</i>	
<i>Adilto Pereira Andrade Cunha</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.23419020415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>171</b>
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA ENTRE CAMADAS NA TÉCNICA DE RECONSTRUÇÃO 3D POR SEÇÃO SERIAL	
<i>Wesley Luiz da Silva Assis</i>	
<i>Talita Fonseca dos Prazeres</i>	
<i>Ana Beatriz Rodrigues de Andrade</i>	
<i>Douglas de Oliveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.23419020416</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>179</b>

## INFLUÊNCIA DO ENSAIO METALÚRGICO DE TEMPERA NA MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS AÇOS

**Rodrigo da Silva Miranda**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão

**Adilto Pereira Andrade Cunha**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão

**RESUMO:** Esse trabalho trata dos efeitos dos tratamentos térmicos, com ênfase no tratamento de têmpera que foi analisado via ensaio Jominy, e da variação do elemento de liga carbono, sobre a microestrutura e propriedades mecânicas dos aços para aplicação. Serão realizados ensaios mecânicos e tratamento térmico em corpos de prova, possuindo baixo e médio teor de carbono. A verificação da evolução de suas propriedades físicas, serão acompanhadas através das análises microscópicas, que serão executadas antes e depois do tratamento térmico, onde terão o objetivo de caracterizar cada fase microestrutural no que diz respeito ao tamanho do grão, porcentagem volumétrica do constituinte e homogeneidade, onde serão mensuradas a partir da microscopia óptica (MO), para que se tenha uma relação concreta entre características microestruturais com as propriedades mecânicas obtidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Microestrutura, Propriedades Mecânicas, Aços

**ABSTRACT:** This work deals with the effects of the heat treatments, with emphasis on the tempering treatment that will be analyzed by Jominy test, and the variation of the carbon alloying element, on the microstructure and mechanical properties of the steels for application. Mechanical tests and heat treatment will be carried out on test bodies, with low and medium carbon content. The verification of the evolution of their physical properties will be monitored through the microscopic analysis, which will be performed before and after the heat treatment, where they will have the objective of characterizing each microstructural phase with respect to grain size, constituent volumetric percentage and homogeneity, where they will be measured from optical microscopy (MO), so that a concrete relation between microstructural characteristics and mechanical properties can be obtained.

**KEYWORDS:** Microstructure, Mechanical Properties, Steels

### 1 | INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Industrial o aço vem sendo um dos materiais mais empregados nas diversas aplicações de engenharia (CHIAVERINE, 1988), o motivo desse fato é que o mesmo possui um alto grau de

versatilidade, podendo ser: altamente resistente a esforços, bastante rígido, possuir alta dureza (SEIDEL, 2016), suportar altas cargas de impacto e poder ser deformado com facilidade, dependendo das condições de trabalho a qual foi empregado. Com isso, este trabalho visa analisar a capacidade de temperabilidade do aço e a variação da dureza a uma determinada profundidade específica do material.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Preparação Metalográfica

A Figura 1 mostra as etapas do procedimento experimental usado neste trabalho.

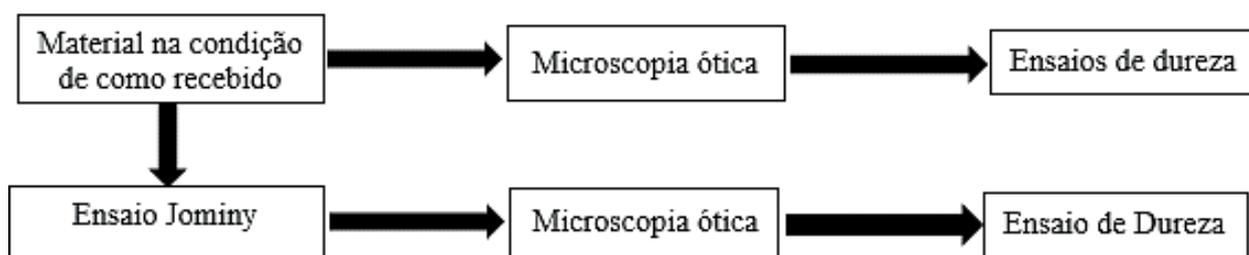


Figura 1: Fluxograma do procedimento experimental.

### 2.2 Descrição dos aços

Os corpos de prova utilizados nesse trabalho foram confeccionados a parti de tarugos de aços de baixo e médio carbono (SAE 1020 e SAE 1045), Fig. 2, com composição conforme descrito na Tab.1.



Figura 2: Barras cilíndricas de aço 1020 e 1045.

Aço	%C	Mn	%P,máx	%S,máx
<b>SAE 1020</b>	0,18–0,23	0,30–0,60	0,03	0,05
<b>SAE 1045</b>	0,43–0,50	0,60–0,90	0,04	0,05

Tabela 1 – Composição química dos corpos de prova.

### 2.3 Análise microestrutural

Na análise microestrutural as amostras (Fig. 3) foram lixadas de acordo com os procedimentos usuais (COLPAERT, 2008), com a granulometria variando de 100 a 1200, em seguida, polidas com suspensão em alumina de  $1\mu\text{m}$ . As microestruturas foram reveladas e atacadas por imersão em Nital 2% (solução de 98% de álcool etílico e 2% de ácido nítrico) no intervalo de 11 segundos e, após o ataque, as microestruturas foram fotografadas por microscopia ótica.



Figura 3: Algumas amostras metalográficas lixadas e polidas prontas para o ataque químico.

### 2.4 Metalografia quantitativa

A fração volumétrica das fases presentes para cada aço e o tamanho de grão (NEIS, 2009) são medidos em imagens já fotografadas dos processos metalográficos por meio do contraste de cores (DIAS, 2008), conforme a norma ASTM – 1382, através do Software Image J. Esse programa é dedicado a análise de imagens, com alvo na área médica, mas que apresenta uma gama de funções para o uso metalográfico. Com isso, as operações envolvidas na análise, são realizadas de maneira muito mais eficiente com o uso da máquina, e é minimizado a necessidade de intervenções humanas.

### 2.5 Ensaio Jominy

O Ensaio Jominy foi usado para medir a temperabilidade do material. Essa propriedade determina a distribuição da dureza ao longo de um corpo de prova cuja extremidade está sujeita a uma taxa de resfriamento (REBECHI, 2011), tal propriedade também é entendida como a capacidade do material formar martensita durante a têmpera. Os procedimentos foram executados conforme a norma ASTM

A255 para análise da curva de temperabilidade (Dureza em função da DER (Distancia da Extremidade Resfriada) do material. Os procedimentos do ensaio são (Fig. 4):

- Normalização prévia do material para corrigir e garantir as devidas características de endurecimento;
- Aquecimento dos corpos de prova em um forno que está com a temperatura de austenitização de 925 °C (JACOT, 1998) e mantê-lo a essa temperatura durante 30 ou até 35 minutos;
- Remover do forno e posiciona-los na aparelhagem de ensaio em um intervalo de tempo menor que 5 segundos, submetendo-os por 10 min a um jato de água cuja temperatura esteja no intervalo de 5 a 30 °C;
- Após o completo resfriamento, duas superfícies planas, uma da outra, foram lixadas até a profundidade mínima de 0,38mm ao longo do comprimento total do corpo de prova, para retirar a média das medidas de dureza em Rockwell C;
- A amostra é deitada sobre um de seus planos em um suporte, e em seguida, uma carga do testador Rockwell de 310kgf é submetida por uma ponta esférica de metal duro de 1/4, penetra na amostra. As leituras são feitas 1/16 pol para os primeiros 16 passos e 18, 22, 24, 28 e 32 avos de uma polegada;
- Os resultados dos testes são plotados em um gráfico, onde o eixo vertical representa a dureza em RC e o horizontal a distância da extremidade resfriada.

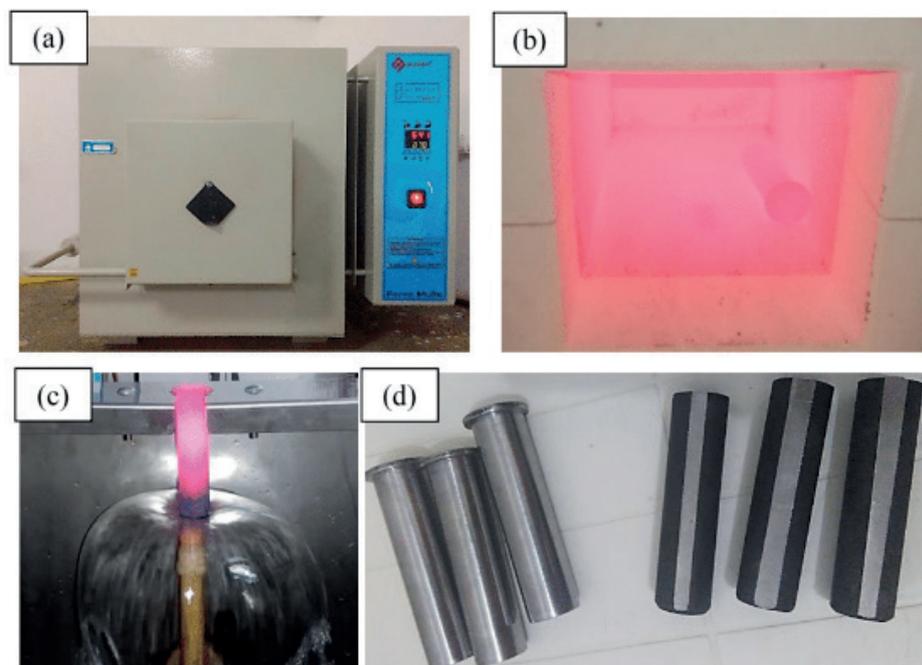


Figura 4: Sequência do ensaio Jominy. (a) Forno tipo Mufla utilizados nos tratamentos térmicos;(b) Corpo de prova sendo austenitizado para execução do ensaio de temperabilidade; (c) Corpo de prova sendo arrefecido. (d) A esquerda da imagem apresenta o corpo de prova antes do ensaio, e a direita o mesmo depois do ensaio, com o plano retificado ao longo da extensão para posterior ensaio de dureza.

## 2.6 Ensaio de Dureza Rockwell

Os ensaios de dureza foram realizados conforme a norma ASTM E18, Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials. O ensaio é baseado na profundidade de penetração (Fig. 5) de uma ponta sobre o material, quando este é submetido a uma carga nominal (SOUZA, 1982), proveniente da soma de uma pré-carga e uma carga maior (após a recuperação elástica devido a retirada da carga menor).

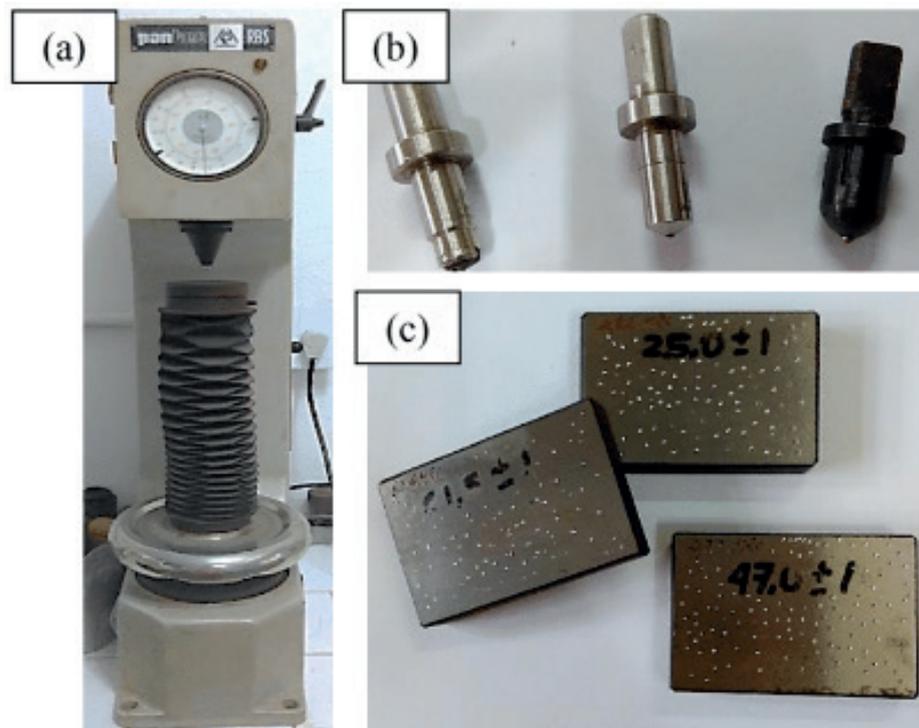


Figura 5: Equipamento do ensaio de dureza. (a) Durômetro PANTEC, modelo RBS-M; (b) endentadores; (c) corpos de prova padronizados para aferição da máquina.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Feita a análise microestrutural de acordo com a Fig. 6, para os dois materiais como recebidos, a estrutura apresenta um grão de formato equiaxial; em relação a fração volumétrica de perlita (Fig. 7), o SAE 1020 apresentou um maior percentual de perlita do que o SAE 1045, mas a resistência ao desgaste (Fig. 8) do SAE 1045 apresentou-se maior que o SAE 1020.

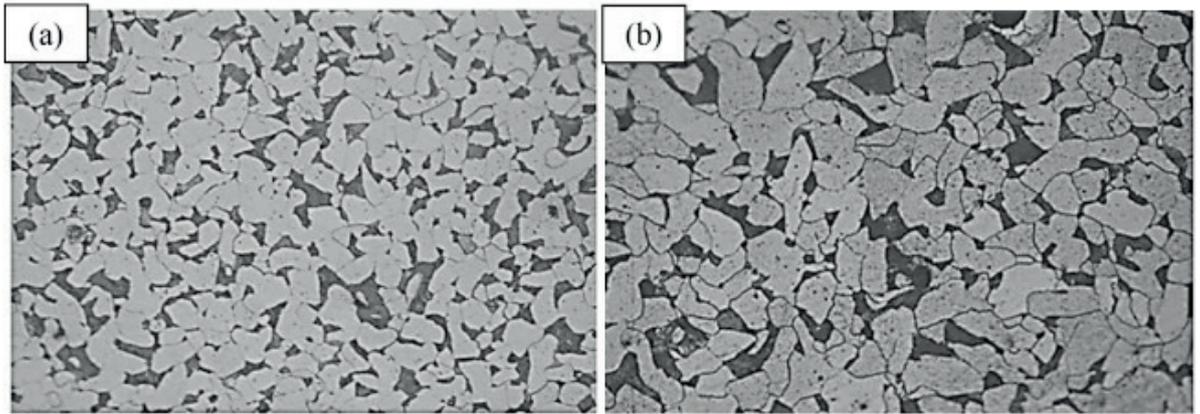


Figura 6: Microestruturas da ferrita e perlita sob a ampliação de 300X. (a) Aço SAE 1020; (b) Aço SAE 1045.

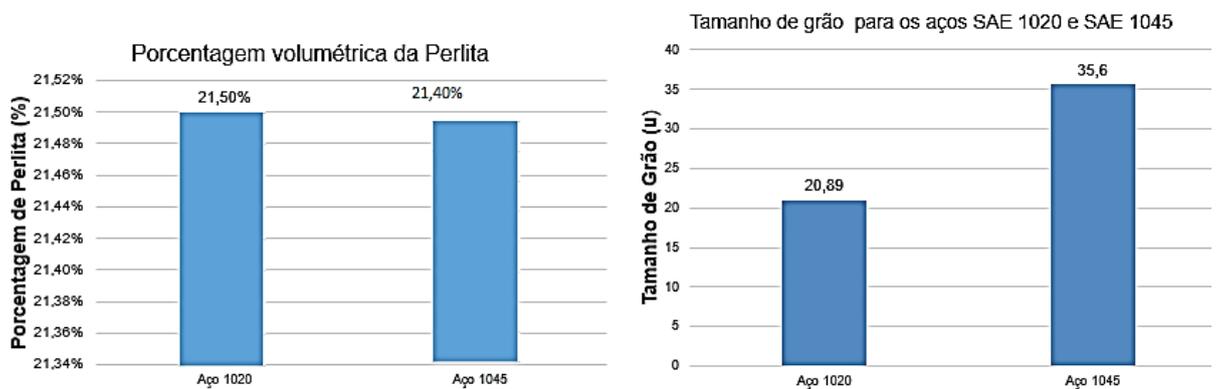


Figura 7: Propriedades metalúrgicas dos aços na condição de recebidos.

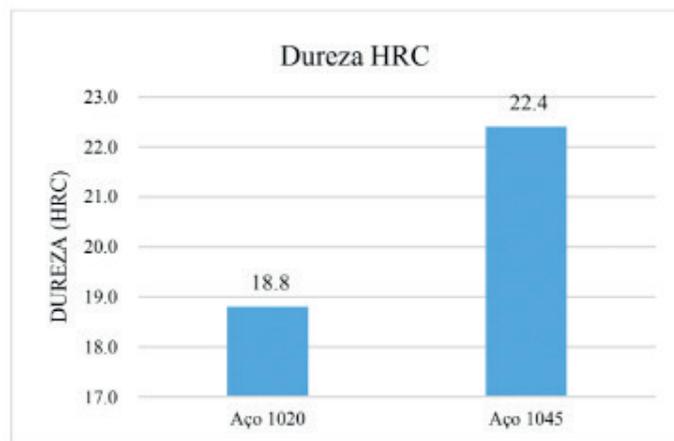


Figura 8: Propriedades mecânicas de dureza dos aços na condição de recebidos.

A seguir são apresentados na Fig. 9 as curvas de temperabilidade Jominy para cada material. As curvas são obtidas a partir dos valores de Dureza HRC versus Distância Jominy medidos nas amostras ensaiadas.

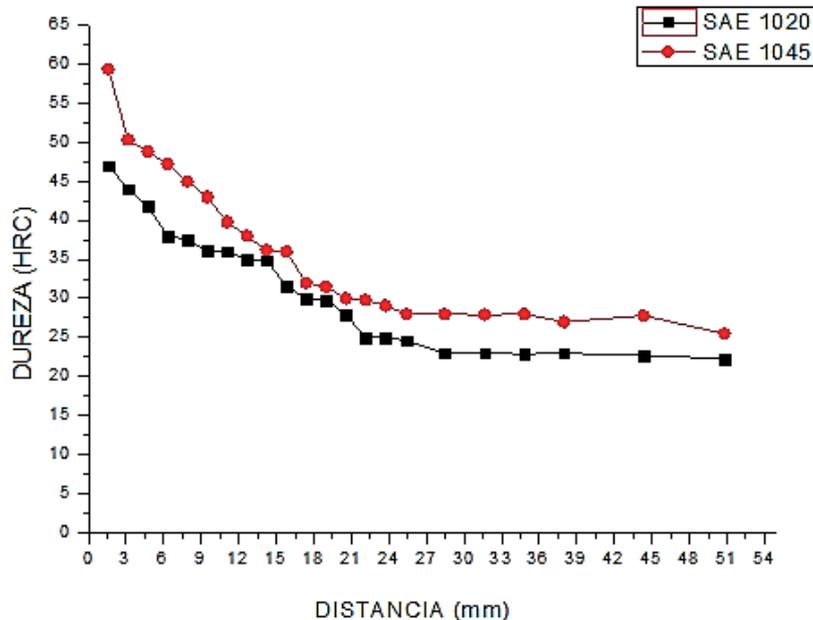


Figura 9: Curvas de temperabilidade Jominy para os aços: SAE 1020 e SAE 1045.

Com a análise nas duas curvas, é observado que o aço 1045 possui maior grau de temperabilidade que o 1020, que é a capacidade do endurecimento pela decomposição da austenita em martensita. O motivo desse resultado é que a curva TTT do aço 1045 é mais deslocada para a direita por causa da maior quantidade do elemento de liga carbono, logo isso acaba por facilitar a formação da martensita para a taxa de resfriamento imposta. Os dois materiais apresentaram o gradiente de dureza desde a posição onde a taxa de resfriamento foi mais severa a região onde foi mais branda, que para o aço 1020 e 1045 foram respectivamente 47 e 59,4 HRC, resultando em uma variação significativa de 12,4 pontos na escala HRC. Para todos os pontos medidos no corpo de prova, o aço 1045 apresentou maior dureza que o 1020. Depois da distância de 30 mm desde a base resfriada, os dois materiais apresentaram somente pequenas variações de dureza gerando uma estabilização desta propriedade mecânica, que para o aço 1020 foi em média de 23 HRC e para o 1045 foi 27 HRC. Outro resultado importante é que para as posições intermediárias entre 15 e 20 mm, com a correspondente taxa de resfriamento imposta, a dureza dos materiais foram aproximadas.

As microestruturas ao longo dos corpos de prova Jominy de ambos materiais (Fig.10 e Fig. 11) apresentaram uma distribuição percentual da martensita decrescente com o distanciamento da base, apresentando um percentual significativo somente em 3mm de profundidade para o SAE 1020, já para o SAE 1045 essa distribuição é abundante até os 5mm. Tais características garantem boa resistência ao desgaste e a fadiga para peças que trabalham em contato e quando são submetidos a esforços cíclicos e oscilantes. Para ambos os materiais, a medida que a profundidade cresce, a estrutura vai perdendo a característica agulhar da martensita, e vai dando lugar para

a normalizada com um grão equiaxial e completa distribuição da perlita, que garantem uma boa tenacidade para peças que são submetidas a esforços de impacto.

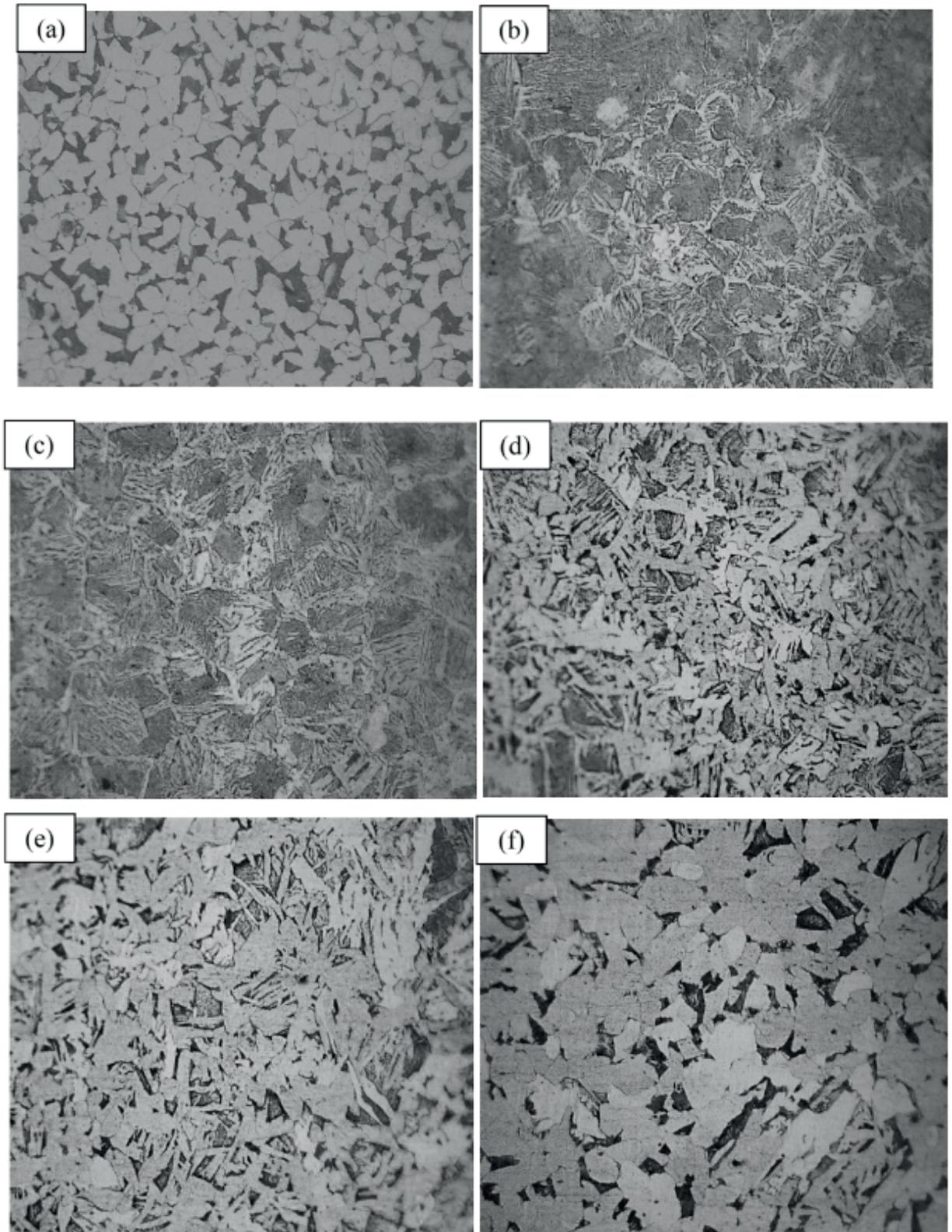


Figura 10: Microestruturas do CP Jominy do aço SAE 1020 para diferentes distâncias da base resfriada sob a ampliação de 750X. (a) Material sem tratamento térmico; (b) 3mm; (c) 5mm; (d) 10mm; (e) 15mm; (f) 20 mm.

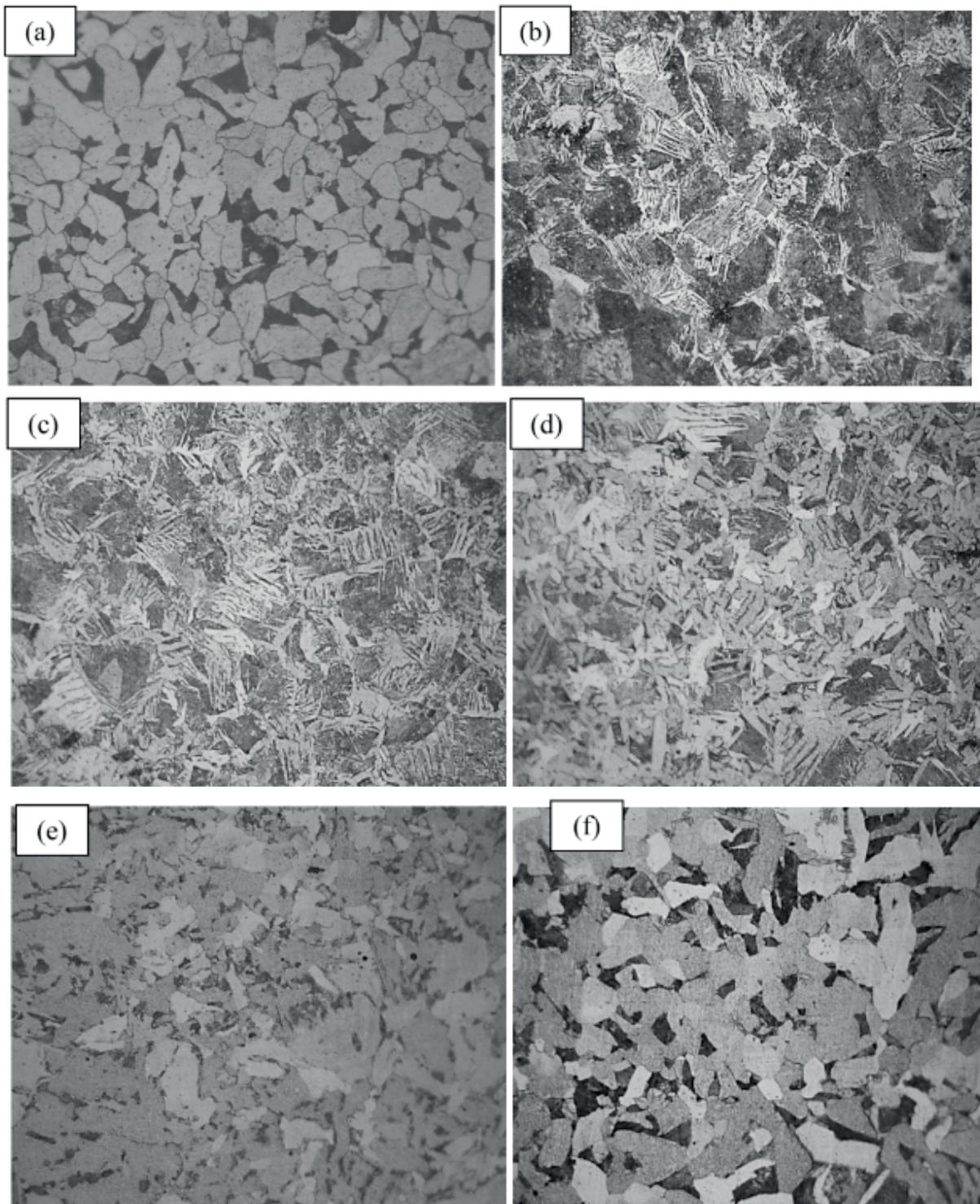


Figura 11: Microestruturas do CP Jominy do aço SAE 1045 para diferentes distâncias da base resfriada sob a ampliação de 750X. (a) Material sem tratamento térmico; (b) 3mm; (c) 5mm; (d) 10mm; (e) 15mm; (f) 20 mm.

#### 4 | CONCLUSÃO

O ensaio de temperabilidade Jominy demonstrou que com o aumento do teor de carbono na liga é possível elevar a resistência ao desgaste e a tenacidade do material de forma significativa, e ter um controle apurado dessas propriedades numa profundidade específica do material. Inicialmente, o aço SAE 1020 e o SAE 1045 apresentaram uma dureza de 18,8 e 22,4 HRC respectivamente, e com o teste foi possível verificar que

na região do subsídio arrefecido foi possível obter um salto nesta propriedade para 47 e 60HRC. Quanto às microestruturas, o SAE 1020 apresentou a presença da fase bainítica e da perlita em quantidade contínua pouco depois da amostra de teste Jominy e a porcentagem volumétrica da fase martensítica logo caiu ainda mais à medida que penetrou no material. Para SAE 1045, uma boa porcentagem da fase martensítica poderia ser mantida para uma maior profundidade no material com presença de bainita e perlita.

## REFERÊNCIAS

ASTM A255, Standard Test Methods for Determining Hardenability of Steel, 2010.

ASTM E112 – 96 **Standard Test Methods for Determining Average Grain Size**, ASTM International, 2004.

ASTM–1382 **Standard Test Methods for Determining Average Grain Size Using Semiautomatic and Automatic**, 2004.

ASTM E118 – **Standard Test Methods for Characterizing Duplex Grain Sizes**, ASTM International, 2004.

CHIAVERINE, V., **Aços e Ferros Fundidos**, 6ª edição, Associação Brasileira de Metais (ABM), São Paulo, 1988.

COLPAERT, Hurbertus., 2008, “**Metalografia dos Produtos Siderúrgicos Comuns**”. 4. Edição. Editora Edgar Blücher. São Paulo – SP, Brasil.

DIAS, Felipe da Cruz. **Uso do software ImageJ para análise quantitativa de imagens de microestruturas de materiais**. 2008. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais na Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

JACOT, A. et al. **Modelling of re-austenitization from the perlite structure in steel**. Acta Metallurgical. v.46, p.3949- 3962, 1998.

NEIS, Alexandro Edigio. **Determinação de tamanho de grão via software para análise de imagem e comparação com método manual**. 2009. 9 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade do Vale Do Rio Dos Sinos.

REBECHI, João Guilherme. **Correlações numéricas entre taxas de resfriamento, microestruturas e propriedades mecânicas para o tratamento térmico do aço AISI/SAE 4140**. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas e de Materiais na Área de Concentração de Processos de Fabricação de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SOUZA, S. A., **Ensaio Mecânicos de Materiais Metálicos**. Editora Edgard Blucher. 1982.

SEIDEL, L. G. (01 de 06 de 2016). TEMPERABILIDADE DOS AÇOS 1020, 1045 E 4140. Fonte: webartigos.com.br: <https://www.webartigos.com/artigos/temperabilidade-dos-acos-1020-1045-e-4140/143091>

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Henrique Ajuz Holzmann** - Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

**Ricardo Vinicius Bubna Biscaia** - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia de Produção pela UTFPR. Trabalha com os temas: análise microestrutural e de microdureza de ferramentas de usinagem, modelo de referência e processo de desenvolvimento de produto e gestão da manutenção.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-235-7



9 788572 472357