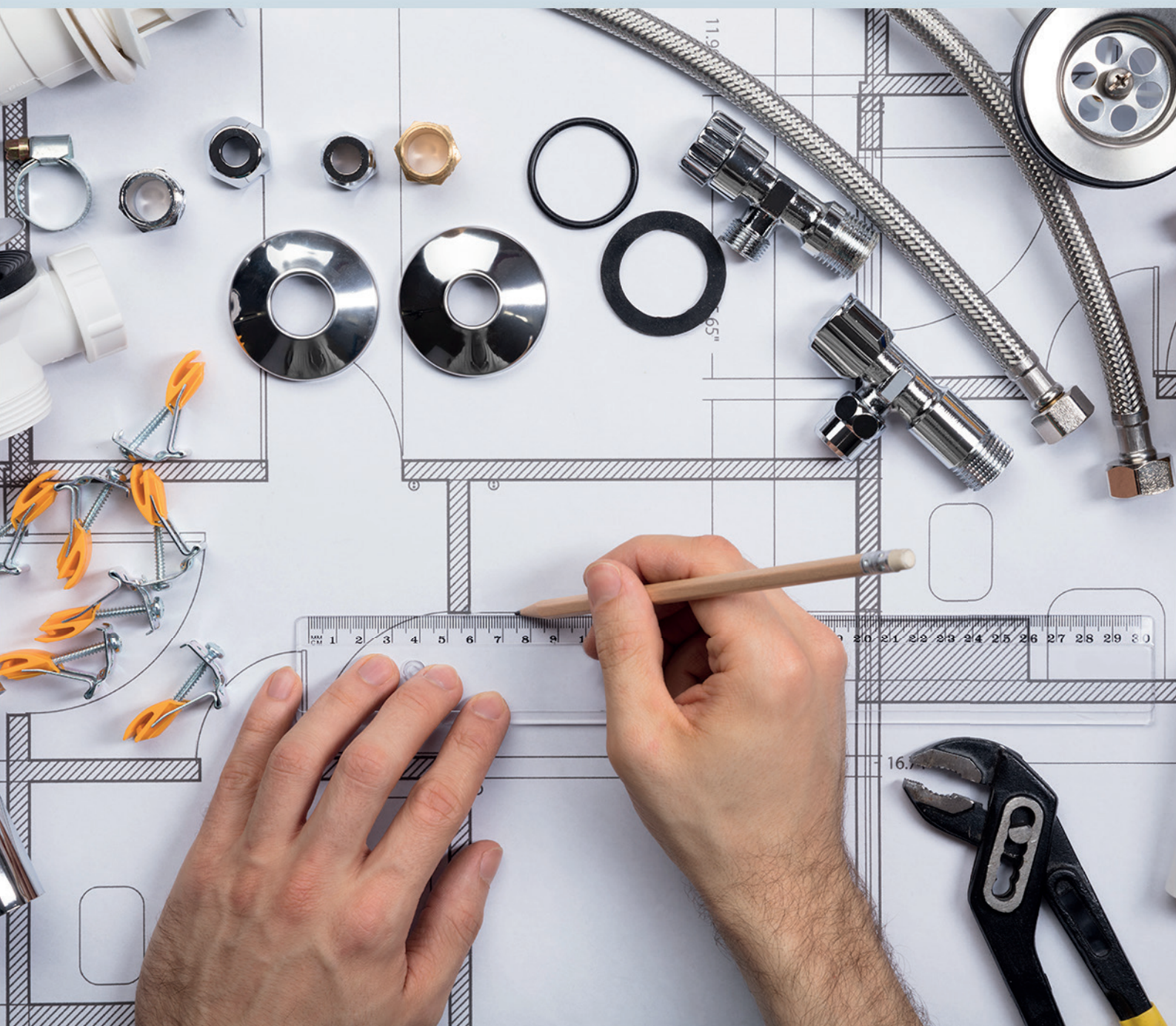


Ciência e Engenharia de Materiais

2

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2018

MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA

(Organizadora)

Ciência e Engenharia de Materiais

2

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

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)

C569 Ciência e engenharia de materiais 2 [recurso eletrônico] / Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Ciência e Engenharia de Materiais; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-63-5

DOI 10.22533/at.ed.635183010

1. Engenharia. 2. Materiais I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.11

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.

2018

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

APRESENTAÇÃO

Você já percebeu a importância dos materiais na sua vida diária? Os materiais estão provavelmente mais imersos na nossa cultura do que a maioria de nós imagina. Diferentes segmentos como habitação, saúde, transportes, segurança, informação/comunicação, vestuário, entre outros, são influenciados em maior ou menor grau pelos materiais.

De fato a utilização dos materiais sempre foi tão importante que os períodos antigos eram denominados de acordo com os materiais utilizados pela sociedade primitiva, como a Idade da Pedra, Idade do Bronze, Idade do Ferro, etc.

A humanidade está em constante evolução, e os materiais não são exceções. Com o avanço da ciência e da tecnologia a cada dia surgem novos materiais com características específicas que permitem aplicações pormenorizadas e inovação nas mais diferentes áreas.

Todos os dias centenas de pesquisadores estão atentos ao desenvolvimento de novos materiais e ao aprimoramento dos existentes de forma a integrá-los em tecnologias de manufatura economicamente eficientes e ecologicamente seguras.

Estamos entrando em uma nova era caracterizada por novos materiais que podem tornar o futuro mais fácil, seguro e sustentável. O campo da Ciência e Engenharia de Materiais aplicada está seguindo por novos caminhos. A iminente escassez de recursos está exigindo inovações e ideias criativas.

Nesse sentido, este livro evidencia a importância da Ciência e Engenharia de Materiais, apresentando uma coletânea de trabalhos, composta por quatro volumes, que permitem conhecer mais profundamente os diferentes materiais, mediante um exame das relações entre a sua estrutura, as suas propriedades e o seu processamento.

Considerando que a utilização de materiais e os projetos de engenharia mudam continuamente e que o ritmo desta mudança se acelera, não há como prever os avanços de longo prazo nesta área. A busca por novos materiais prossegue continuamente...

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CARBETO DE VANÁDIO NA MOAGEM E NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO AÇO AISI 52100, PRODUZIDO POR METALURGIA DO PÓ	
<i>Leandra Fernandes de Oliveira</i>	
<i>Bruna Horta Bastos Kuffner</i>	
<i>Daniela Sachs</i>	
<i>Gilbert Silva</i>	
<i>Geovani Rodrigues</i>	
CAPÍTULO 2	12
INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DO PROCESSO DE SOLDAGEM INNERSHIELD NAS CARACTERÍSTICAS DA SOLDA DE UM AÇO ESTRUTURAL ASTM – A36	
<i>Waldemir dos Passos Martins</i>	
<i>Paulo Victor Cunha Caetano</i>	
<i>Valdemar Silva Leal</i>	
<i>Valter Alves de Meneses</i>	
CAPÍTULO 3	25
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO AÇO INOXIDÁVEL 17-4 PH NITRETADO UTILIZADO NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS	
<i>Ane Caroline Celestino Silva</i>	
<i>Lucas da Silva Vicente</i>	
<i>Christian Egídio da Silva</i>	
<i>Cristina de Carvalho Ares Elisei</i>	
<i>Cirlene Fourquet Bandeira</i>	
<i>Sérgio Roberto Montoro</i>	
CAPÍTULO 4	32
PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UM AÇO BAIXO CARBONO APÓS PROCESSO DE DEFORMAÇÃO PLÁSTICA	
<i>Vanessa Moura de Souza</i>	
<i>Vinicius Martins</i>	
CAPÍTULO 5	43
COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DAS MATRIZES METÁLICAS DO SISTEMA FE-CU-NB OBTIDAS POR Prensagem a quente	
<i>Hellen Cristine Prata de Oliveira</i>	
<i>Marcello Filgueira</i>	
CAPÍTULO 6	58
ESTUDO DO EFEITO DA VIBRAÇÃO NA SOLIDIFICAÇÃO DA LIGA 356.0	
<i>Laura Ferrazza Kirch</i>	
<i>Amanda Yuki Shimosaka</i>	
<i>Dalmarino Setti</i>	
CAPÍTULO 7	65
ESTUDO SOBRE O PROCESSO DE SINTERIZAÇÃO DAS MATRIZES METÁLICAS DE FE-CU-25%NB E FE-CU-25%CO DURANTE A Prensagem a quente	
<i>Hellen Cristine Prata de Oliveira</i>	
<i>Adriano Corrêa Batista</i>	
<i>Luis Guerra Rosa</i>	
<i>Paulo Santos Assis</i>	

CAPÍTULO 8	84
TRANSIÇÃO OBSERVADA ENTRE OS MODOS DE DESGASTE MICRO-ABRASIVO POR “RISCAMENTO” E POR “ROLAMENTO” EM WC-CO P20 E AÇO-FERRAMENTA M2	
<i>Ronaldo Câmara Cozza</i>	
CAPÍTULO 9	92
ANÁLISE DA DUREZA E MICROESTRUTURA DO AÇO ABNT 1045 APÓS TÊMPERA E REVENIMENTO	
<i>João Paulo Montalvân Shica</i> <i>Matheus Henryque Almeida e Silva</i>	
CAPÍTULO 10	105
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA PERDA DE RIGIDEZ SOBRE AS FREQUÊNCIAS NATURAIS DE PLACAS DE ALUMÍNIO	
<i>Pietro Olegário da Silva</i> <i>Adriana Amaro Diacenco</i>	
CAPÍTULO 11	118
ANÁLISE DA MICRODUREZA E CORROSÃO NO PROCESSO DE SOLDAGEM GMAW NA CHAPA DE AÇO DOBRADA TIPO U	
<i>Josemairon Prado Pereira</i> <i>Gilberto de Magalhães Bento Gonçalves</i>	
CAPÍTULO 12	129
ANÁLISE DO CICLO TÉRMICO DE UM AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA BAIXA LIGA UTILIZANDO MÉTODO DIRETO E EQUAÇÕES DE SOLDAGEM	
<i>Thyálita Coêlho Moreira Mousinho</i> <i>Thaís Spíndola Garcêz</i> <i>José Francisco dos Reis Sobrinho</i> <i>Nelson Guedes de Alcântara</i>	
CAPÍTULO 13	138
MICROFURAÇÃO COM LASER PULSADO ND:YAG EM CHAPAS DE AÇO INOXIDÁVEL AISI 316L	
<i>Dair Ferreira Salgado Junior</i> <i>Vicente Afonso Ventrella</i> <i>Juno Gallego</i>	
CAPÍTULO 14	153
ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE LÂMINAS DE SERRA NO CORTE DA MADEIRA COM APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS	
<i>Daniel Villas Bôas</i> <i>Elder Jesus Lima Machado</i> <i>Vanessa Ferreira Neves</i>	
CAPÍTULO 15	160
O EFEITO DE DIFERENTES TIPOS DE HOMOGENEIZAÇÃO SOBRE O COMPORTAMENTO EM DEFORMAÇÃO A FRIO DAS LIGAS TI-35NB E TI-35NB-0,15SI	
<i>Késia Filadélfia Dionizio Silva Ramos</i> <i>Helton José Rodrigues Cabral</i> <i>Reinan Tiago Fernandes dos Santos</i> <i>Wilton Walter Batista</i>	
CAPÍTULO 16	173
LIGA DE MAGNÉSIO AZ91D: AVALIAÇÃO DA BIODEGRABILIDADE E DO COMPORTAMENTO MECÂNICO	
<i>Ronaldo Veronês Nascimento</i> <i>Ângela Beatriz Coelho Arnt</i> <i>Marcio Roberto da Rocha</i> <i>Steferson Luiz Stares</i>	

CAPÍTULO 17	184
INFLUÊNCIA DO PH E DO TEMPO DE IMERSÃO NA SILANIZAÇÃO JUNTO DE TANINOS PARA PROTEÇÃO ANTICORROSIVA DE AÇOS GALVANIZADOS	
<i>Bruno Pienis Garcia</i> <i>Álvaro Meneguzzi</i>	
CAPÍTULO 18	194
A NEW PROCEDURE TO DETERMINE THE PERMITTIVITY OF RADAR ABSORBING MATERIALS	
<i>Tamara Indrusiak Silva</i> <i>Iaci Miranda Pereira</i> <i>Jorge A. Mitrione Souza</i> <i>Marbey Manhães Mosso</i> <i>Ângelo M. Leite Denadai</i> <i>Jéferson Gomes da Silva</i> <i>Alan Reis de Oliveira</i> <i>Bluma Guenther Soares</i>	
CAPÍTULO 19	204
DESENVOLVIMENTO DE UM REVESTIMENTO A BASE DE NIÓBIO PARA PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO DE AÇO-CARBONO (SAE 1020)	
<i>Paloma Detlinger</i> <i>Brian Utri</i> <i>Guilherme Arielo Rodrigues Maia</i> <i>Rodrigo Helleis</i> <i>Cynthia Beatriz Fürstenberger</i> <i>Everson do Prado Banczek</i>	
CAPÍTULO 20	213
CORROSÃO E BIOCORROSÃO EM AÇO CARBONO	
<i>Diana Magalhães Frazão</i> <i>Ivanilda Ramos de Melo</i> <i>Severino Leopoldino Urtiga Filho</i>	
SOBRE A ORGANIZADORA	218

ESTUDO DO EFEITO DA VIBRAÇÃO NA SOLIDIFICAÇÃO DA LIGA 356.0

Laura Ferrazza Kirch

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Pato Branco - Paraná

Amanda Yuki Shimosaka

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Pato Branco - Paraná

Dalmarino Setti

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Pato Branco - Paraná

RESUMO: A vibração na solidificação de ligas de alumínio resulta em refino de grão, microestrutura mais homogênea e contribui na degaseificação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da vibração na solidificação da liga de alumínio 356.0. No estudo foi utilizado um corpo de prova com módulo de Chvorinov variando entre 0,375 e 0,837 cm. Moldes com dois corpos de prova foram confeccionados em areia cura-frio e vazados a 750 °C. A solidificação ocorreu de forma estática e com vibração de frequência 60 Hz e amplitude 0,05 mm. A caracterização foi realizada por meio de microdureza Vickers e Microscopia Ótica. As condições de vibração mecânica utilizadas neste estudo (frequência de 60 Hz e amplitude 0,05 mm) resultaram no decréscimo da microdureza Vickers para todos os módulos de Chvorinov avaliados. A microestrutura do eutético Al-Si apresentou mudança de morfologia nas

amostras submetidas a vibração, e na altura de 24 mm (módulo 0,596 cm) este efeito foi mais pronunciado.

PALAVRAS-CHAVE: Fundição; Solidificação; Vibração; Ligas Alumínio.

ABSTRACT: Vibration in the solidification of aluminum alloys results in grain refining, more homogeneous microstructure and contributes to the degassing. The objective of this work was to evaluate the effect of vibration on the solidification of 356.0 aluminum alloy. In the study, a test specimen with a Chvorinov modulus ranging from 0.375 to 0.837 cm was used. Molds with two specimens were made in cold-cure sand and cast at 750 °C. The solidification occurred statically and with 60 Hz of frequency and amplitude of 0.05 mm. The characterization was performed using Vickers microhardness and Optical Microscopy. The mechanical vibration conditions used in this study (frequency of 60 Hz and amplitude of 0.05 mm) resulted in the decrease of Vickers microhardness for all Chvorinov modules evaluated. The microstructure of the Al-Si eutectic showed a change in morphology in the samples submitted to vibration, and at 24 mm height (module 0.596 cm) this effect was more pronounced.

KEYWORDS: Casting; Solidification; Vibration; Aluminum Alloys.

1 | INTRODUÇÃO

A liga de alumínio 356.0 utilizada neste estudo é aplicada na produção de diferentes componentes mecânicos (AMERICAN SOCIETY FOR METALS, 1990), devido a suas propriedades mecânicas. Além de ser excelente para a fundição e soldagem, possui também boa resistência a corrosão (AMERICAN SOCIETY FOR METALS, 1990). Devido ao grande campo de aplicação muitos estudos vêm sendo realizados para análises sobre o efeito da vibração nas propriedades deste material (ABU-DHEIR N. et al, 2005, JIAN X. et al, 2005, JIAN X. et al, 2006, JIANG W. et al, 2014, KOCATEPE K., 2007, LIMMANEEVICHTR et al, 2009, LÜ S. et al, 2012, PILLAI, 1972, PILLAI et al, 2004, TAGHAVI et al, 2009, WU S. et al, 2012). Estudos referentes à liga 356.0 (JIAN X. et al, 2005, JIAN X. et al, 2006, JIANG W. et al, 2014, KOCATEPE K., 2007, LIMMANEEVICHTR et al, 2009, LÜ S. et al, 2012, PILLAI et al, 2004, TAGHAVI et al, 2009) sob vibração na solidificação tem mostrado aumento na dureza e nas propriedades mecânicas.

No estudo feito por Taghavi *et al.* (2009) para vibração em frequências maiores que 50Hz, por mais de 15 minutos, houve um aumento na densidade da liga e um refino de grão de até 53% (TAGHAVI et al, 2009).

Quando a aplicação da vibração é magnética com 55 Hz de frequência, encontra-se um tamanho médio de grão na fase primária do silício relativamente mais fina e globular, porém esta alteração ocorre apenas em temperaturas de vazamento superiores a 630°C (LIMMANEEVICHTR et al, 2009).

Quando ocorre a variação do módulo de *Chvorinov* em conjunto com a aplicação da vibração na frequência de 100 Hz e tratamento térmico T6, propriedades como resistência a tração, ao escoamento, alongamento e dureza foram consideravelmente melhoradas (JIANG W. et al, 2014). Com condições de frequência de 100 Hz e amplitudes variando de 18-199 μm , há um refino de grão gradativo até a amplitude limite de 149 μm (ABU-DHEIR N. et al, 2005). A partir desta amplitude limite, os grãos se tornam mais grosseiros devido a aglomeração (ABU-DHEIR N. et al, 2005).

Outro aspecto relatado na literatura, é que ligas de Al-Si submetidas a vibração com baixa frequência (JIAN X. et al, 2006) ou vibração ultrassônica (PILLAI, 1972) apresentam microestruturas modificadas, similares a modificação realizada quimicamente com sódio ou estrôncio (JIAN X. et al, 2006). A modificação da estrutura gera um aumento das propriedades mecânicas acompanhado de um aumento da ductilidade.

Conforme os resultados relatados na literatura, a utilização de vibração durante a solidificação da liga 356.0 é um recurso de processamento que permite várias opções para melhorar propriedades mecânicas. Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da vibração na solidificação da liga de alumínio 356.0.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A composição química da liga utilizada neste estudo é apresentada na Tabela 1.

Elemento	Si	Mg	Cu	Fe	Al
(% wt.)	7,10	0,30	0,15	0,33	91,80

Tabela 1 – Composição química da liga utilizada

O molde foi fabricado em areia cura frio para prolongar a taxa de resfriamento de modo a permitir maior interferência da vibração no fundido. Uma plataforma vibratória horizontal com frequência e 60 Hz e amplitude de 0,05mm foi utilizada para vibrar o molde. Dois moldes foram utilizados, um para o fundido submetido a vibração e outro para o vazamento estático. Cada molde forneceu dois corpos de prova em formato de tronco de cone, cada um com 50 mm de altura, diâmetros de 15 mm e 35 mm nas partes de baixo e de cima, respectivamente, como pode ser visto na Figura 1.

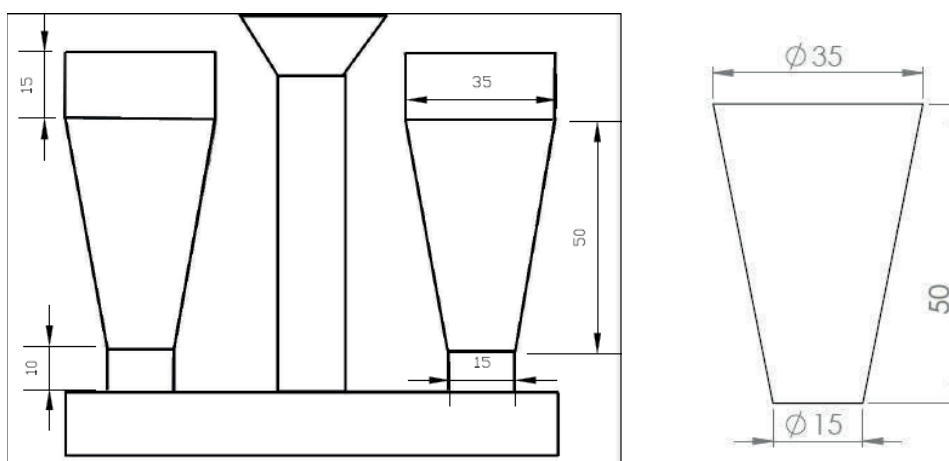


Figura 1 - Dimensões corpo de prova

A fusão da liga ocorreu em um forno tipo cadinho com resistência elétrica, ambos envoltos por manta de fibra de vidro para proteção e isolamento. Termopares tipo “J” foram utilizados para garantir a temperatura do fundido em 750°C para o vazamento. Nos corpos de prova submetidos a vibração, o molde foi posto na plataforma vibratória e então vazados. Nos corpos de prova sem vibração, o molde foi vazado em uma superfície plana.

Após a desmoldagem e limpeza os corpos de prova foram usinados para o diâmetro de 12 mm. Foram preparados cinco corpos de prova correspondentes às alturas de 10 mm, 17 mm, 24 mm, 37 mm e 44 mm em relação ao menor diâmetro do corpo de prova.

Os corpos de prova foram embutidos em baquelite e preparados por lixamento

e polimento. O ataque químico foi feito com ácido fluorídrico (HF) com concentração de 0,5% por aproximadamente 1 minuto. Os corpos de prova foram avaliados por Microscopia Ótica (MO) com o equipamento MEIJI.

Foram realizados ensaios de microdureza Vickers (HV) carga de 1000 gf (9,8N) em cada um dos corpos de prova. O equipamento utilizado foi microdurômetro marca TIME modelo TH710.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta os resultados da microdureza Vickers para as diferentes alturas dos corpos de prova com e sem vibração.

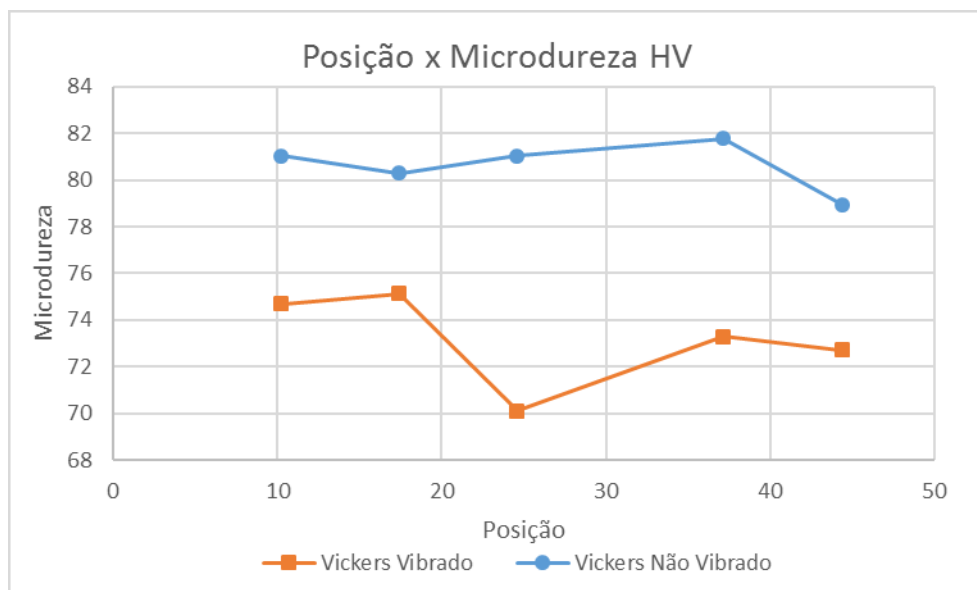


Figura 2 - Microdureza Vickers nas diferentes alturas (módulos de *Chvorinov*) avaliados

Nos corpos de prova com vibração a microdureza Vickers apresentou valor médio que variou de 75 a 73 HV do menor para o maior módulo para as amostras vibradas e de 81 a 79 HV para as amostras não vibradas. Deve-se observar que nas amostras submetidas a vibração, o menor valor de microdureza (70 HV) foi obtido na altura 24 mm (módulo de *Chvorinov* de 0,596 cm) que fica próxima ao centro do corpo de prova. Para as amostras não vibradas o menor valor de microdureza (79 HV) corresponde a maior altura que corresponde a menor taxa de solidificação.

As condições de vibração utilizadas neste estudo (frequência de 60 Hz e amplitude 0,05 mm) resultaram no decréscimo da microdureza Vickers para todas as alturas avaliadas, diferentes do que foi relatado em outros estudos (JIANG W. et al, 2014, 2009, LÜ S. et al, 2012, PILLAI et al, 2004). Como a vibração fornece energia para o corpo de prova, as taxas de solidificação das amostras vibradas são de fato menores do que a dos corpos de prova não vibrados, o que poderia ser uma das razões para a menor microdureza obtida nestas amostras.

As Figuras 2, 3 e 4 apresentam as microestruturas obtidas para os corpos de prova vibrados e não vibrados para as alturas de 10, 24 e 44 mm respectivamente.

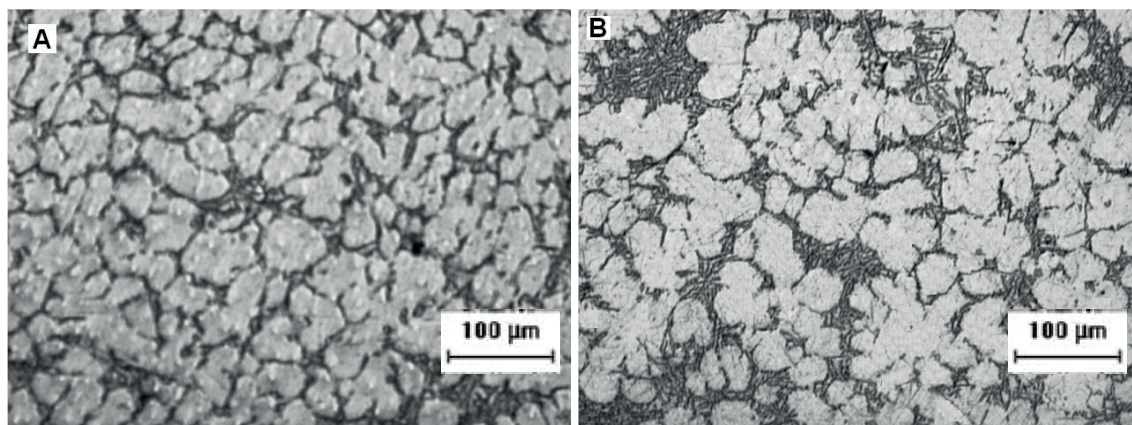


Figura 3 - (A) Corpo de prova Não Vibrado; (B) Corpo de prova Vibrado. Altura de 10 mm.

Na altura de 10 mm a microestrutura dos corpos de prova submetidos a vibração não apresentaram um refinamento microestrutural pronunciado como o observado em outros trabalhos (ABU-DHEIR N. et al, 2005, JIANG W. et al, 2014, LIMMANEEVICHTR et al, 2009, LÜ S. et al, 2012, PILLAI et al, 2004, TAGHAVI et al, 2009). A amostra não vibrada apresenta-se com uma microestrutura um pouco mais refinada, se pode inferir que o efeito da taxa de solidificação nesta altura foi mais efetivo do que a vibração, o que justifica o maior valor de microdureza apresentado pela amostra não vibrada. Porém podem-se observar na amostra vibrada algumas regiões com formato arredondado. Estruturas com forma globular e aspecto de rosetas foram relatadas em outros trabalhos que utilizaram vibração na liga 356.0 (JIAN X. et al, 2006, JIAN X. et al, 2008).

Na altura de 24 mm o efeito da vibração se torna mais pronunciado e se pode observar muitas regiões em que a fase eutética (α -Al e Si) apresenta formato globular com aspecto de rosetas como relatado em Jian *et al.* (2006). Ainda de acordo com estes autores esta mudança na forma do eutético não está associada apenas ao refinamento, mas poderia indicar que a nucleação do eutético é independente das dendritas primárias vizinhas (JIAN X. et al, 2006).

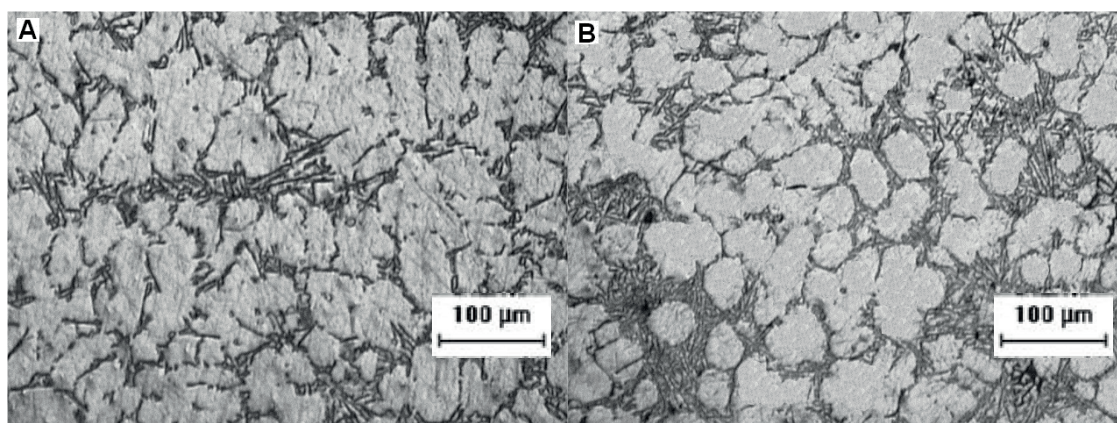


Figura 4 - (A) Corpo de prova Não Vibrado; (B) Corpo de prova Vibrado. Altura de 24 mm.

Na altura de 24 mm se observa no corpo de prova vibrado o menor valor de microdureza, o que é consistente quando se observa a microestrutura, pois ligas que sofrem modificação da fase eutética com aspecto fibroso tem sua ductilidade aumentada, com a conseqüente redução da dureza.

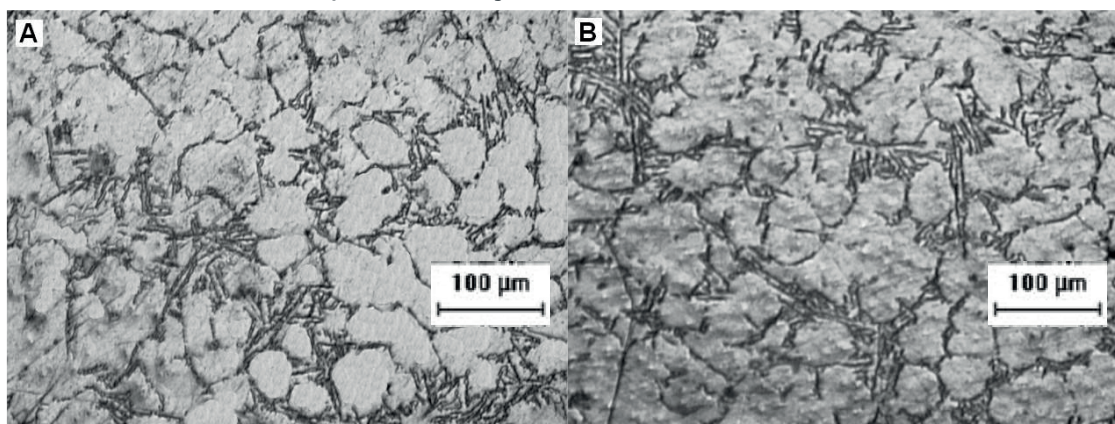


Figura 5 - (A) Corpo de prova Não Vibrado; (B) Corpo de prova Vibrado. Altura de 44 mm.

Na altura de 44 mm não se observa diferença entre a microestrutura do corpo de prova vibrado em relação ao corpo de prova solidificado estaticamente. As microestruturas apresentadas nesta altura se apresentam mais grosseiras em relação às demais seções do corpo de prova avaliadas, resultado de uma menor taxa de solidificação, pois é a região de maior módulo de *Chvorinov* em relação as demais alturas avaliadas.

De acordo Chirita *et al.* (2009) a vibração pode ser benéfica, bem como prejudicial, dependendo de fatores como nível de aceleração (frequência e amplitude) e características da liga e do molde utilizados, o que justifica a realização de estudos para que os mecanismos envolvidos possam ser esclarecidos.

4 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos a partir da caracterização com Microdureza Vickers e Microscopia Ótica utilizados para avaliar o efeito da vibração mecânica na solidificação da liga de alumínio 356.0 permitem ressaltar os seguintes pontos conclusivos:

As condições de vibração mecânica utilizadas neste estudo (frequência de 60 Hz e amplitude 0,05 mm) resultaram no decréscimo da microdureza Vickers para todos os módulos de *Chvorinov* avaliados.

Os parâmetros de vibração utilizados neste experimento foram adequados para promover uma mudança na morfologia do eutético Al-Si, a qual apresenta forma

globular e aspecto de rosetas, a altura de 24 mm ou módulo de *Chvorinov* de 0,596 cm, foi a que apresentou este comportamento de forma mais pronunciada.

REFERÊNCIAS

ABU-DHEIR N., KHRAISHEH M., SAITO K., MALE A., **Silicon morphology modification in the eutectic Al-Si alloy using mechanical mold vibration.** *Materials Science and Engineering A*, v. 393, p 109-117, 2005.

AMERICAN SOCIETY FOR METALS, **Metals Handbook**, v. 2, p 619, 1990.

CHIRITA, G.; STEFANESCU, I.; SCARES, D.; SILVA, F. S. **Influence of vibration on the solidification behaviour and tensile properties of an Al-18 wt%Si alloy.** *Materials and Design*, v. 30, n. 5, p. 1575-1580, 2009.

HANNA M.D., SHU-ZU L., HELLAWELL A., **Modification in the Aluminum Silicon System.** *Metallurgical Transactions A*, v. 15, p 459-469, 1984.

JIAN X., XU H., MEEK T.T., HAN Q.; **Effect of power ultrasound on solidification of aluminum A356 alloy.** *Materials Letters*, v. 59, p 190-193, 2005.

JIAN X., MEEK T.T., HAN Q., **Refinement of eutectic silicone phase of aluminum A356 alloy using high-intensity ultrasonic vibration.** *Scripta Materialia*, v. 54, p 893-896, 2006.

JIANG W., FAN Z., CHEN X., WANG B., WU H., **Combined effects of mechanical vibration and wall thickness on microstructure and mechanical properties of A356 aluminum alloy produced by expendable pattern shell casting.** *Materials Science and Engineering A*, v. 619, p 228-237, 2014.

KOCATEPE K., **Effect of low frequency vibration on porosity of LM25 and LM6 alloys.** *Materials and Design*, v. 28, p 1767-1775, 2007.

LIMMANEEVICHITR C., PONGANANPANYA S., KAJORNCHAIYAKUL J., **Metallurgical structure of A356 aluminum alloy solidified under mechanical vibration: An investigation of alternative semi-solid casting routes.** *Materials and Design*, v. 30, p 3925-3930, 2009.

LÜ S., WU S., DAI W., LIN C., AN P., **The indirect ultrasonic vibration process for rheo-squeeze casting of A356 aluminum alloy.** *Journal of Materials Processing Technology*, v. 212, p 1281-1287, 2012.

PILLAI N.R., **Effect of low frequency mechanical vibration on structure of modified Aluminum-Silicon Eutectic.** *Metallurgical Transactions*, v. 3, p 1313-1316, 1972.

PILLAI, R.M., BIJU KUMAR K.S., PAI B.C., **A simple inexpensive technique for enhancing density and mechanical properties of Al-Si alloys.** *Journal of Materials Processing Technology*, v. 146, p 338-348, 2004.

TAGHAVI F., SAGHAFIAN H., KHARRAZI Y.H.K., **Study on the effect of prolonged mechanical vibration on the grain refinement and density of A356 aluminum alloy.** *Materials and Design*, v. 30, p 1604-1611, 2009.

WU S., ZHONG G., AN P., WAN L., NAKAE H., **Microstructural characteristics of Al-20Si-2Cu-0.4Mg-1Ni alloy formed by rheo-squeeze casting after ultrasonic vibration treatment.** *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, v. 22, p 2863-2870, 2012.

SOBRE A ORGANIZADORA:

Marcia Regina Werner Schneider Abdala: Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-63-5

