

Engenharia de Materiais e Metalúrgica: Tudo à sua Volta

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



Engenharia de Materiais e Metalúrgica: Tudo à sua Volta

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia
(Organizadores)



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>Engenharia de materiais e metalúrgica [recurso eletrônico] : tudo à sua volta / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, Ricardo Vinicius Bubna Biscaia, João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-108-4 DOI 10.22533/at.ed.084201506</p> <p>1. Engenharia – Tecnologia. 2. Metalurgia. I. Holzmann, Ajuz. II. Biscaia, Ricardo Vinicius Bubna. III. Dallamuta, João. CDD 620.002854</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Nos dias atuais, com uma escassez cada vez maior de matéria prima e energia, buscar novas formas de produção ecologicamente corretas é um diferencial ao setor industrial. Neste contexto as pesquisas nesta área veem crescendo e se tornando uma das grandes vertentes da engenharia de materiais, buscando-se a melhoria de materiais, aliando-se novos componentes e reutilizando materiais de descarte.

Neste e-book são explorados trabalhos teóricos e práticos, relacionados ao desenvolvimento de materiais, bem como a reutilização de subprodutos da construção civil, vislumbrando a uma melhoria tanto de novos materiais, como a um descarte inteligente e eficiente de resíduos. De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
UM ESTUDO DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DAS TURBINAS GERADORAS DE ENERGIA EÓLICA, NOS PARQUES EM PERNAMBUCO	
Kaio Moab de Oliveira Silva Joaci Galindo Veronica Alves Teixeira Vitor Bismark Ferreira de Macedo	
DOI 10.22533/at.ed.0842015061	
CAPÍTULO 2	8
INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DURANTE O PROCESSO DE LAMINAÇÃO TESTADA ATRAVÉS DE ENSAIO DE DUREZA E ENSAIO METALOGRÁFICO	
Gabrielle Schultz Braz Gabriel Inácio Pontin	
DOI 10.22533/at.ed.0842015062	
CAPÍTULO 3	21
ANÁLISE DAS JUNTAS SOLDADAS NA UNIÃO DA ESTRUTURA DO VEÍCULO BAJA SAE	
Henrique Ajuz Holzmann Victor Henrique Javara	
DOI 10.22533/at.ed.0842015063	
CAPÍTULO 4	33
ANÁLISE EXPERIMENTAL E ANALÍTICA DA INFLUÊNCIA DA RAZÃO W/D EM COMPÓSITO POLIMÉRICO DE POLIÉSTER REFORÇADO POR FIBRAS DE VIDRO/JUTA	
Raphael Siqueira Fontes Sérgio Renan Lopes Tinô Ana Cláudia de Melo Caldas Batista Eve Maria Freire de Aquino	
DOI 10.22533/at.ed.0842015064	
CAPÍTULO 5	48
EFEITOS DE PÓS CERÂMICOS ATIVOS NAS PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS À BASE DE PVDF	
Eriton Rodrigo Botero Jaldair de Araújo e Nóbrega	
DOI 10.22533/at.ed.0842015065	
CAPÍTULO 6	62
SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA OBTIDAS VIA ROTAS QUÍMICA E ELETROQUÍMICA E SUA OTIMIZAÇÃO	
Arthur da Rocha Albertini Guilherme Frederico Bernardo Lenz e Silva Rodrigo Labat Marcos	
DOI 10.22533/at.ed.0842015066	
CAPÍTULO 7	80
TRANSFORMAÇÃO DE REJEITOS DE LAVAGEM DE BAUXITA DA AMAZÔNIA EM MATERIAL TIPO HIDROGROSSULAR (KATOITA) DE $\text{Ca}_3\text{Fe/Al}_2(\text{OH}_4)_3$	
Renata de Sousa Nascimento Bruno Apolo Miranda Figueira	

CAPÍTULO 8 87

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DO CONCRETO ATRAVÉS DA ADIÇÃO DE FIBRAS DO COCO BABAÇU

Márcio do Nascimento Silva

Deuzuíta dos Santos Freitas Viana

Lívia Racquel de Macêdo Reis

Wendel Melo Prudêncio de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.0842015068

CAPÍTULO 9 94

COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL DE CONCRETOS DE ALTA RESISTÊNCIA (CAR) COM INSERÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO (NTC) E CINZAS DE CASCA DE ARROZ (CCA)

Christa Korzenowski

Rosangel Rojas Agüero

Ronaldo Beraldin da Silva

Priscila Marques Correa

Luiz Carlos Pinto Silva Filho

DOI 10.22533/at.ed.0842015069

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 113

ÍNDICE REMISSIVO 114

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DURANTE O PROCESSO DE LAMINAÇÃO TESTADA ATRAVÉS DE ENSAIO DE DUREZA E ENSAIO METALOGRAFICO

Data de aceite: 05/06/2020

Data de Submissão: 12/03/2020

Gabrielle Schultz Braz

Centro Universitário da Fundação Educacional de
Barretos
Barretos – São Paulo

Gabriel Inácio Pontin

Centro Universitário da Fundação Educacional de
Barretos
Barretos – São Paulo

RESUMO: O aço é um componente importante, pois atualmente tem se destacado por ser um material 100% reciclável, devido a isso o presente trabalho buscou verificar através de ensaios, tanto de dureza quanto metalográfico, o quanto a temperatura durante o processo de laminação das chapas de aço AISI 1020 influenciaria nas características desse metal. Com essas características, poderá definir para onde e como deverá ser aplicado esse material.

PLAVARAS-CHAVE: Propriedades. Aço. Chapas. Ensaios.

INFLUENCE OF TEMPERATURE DURING THE LAMINATION PROCESS TESTED BY HARDNESS TEST AND METALLOGRAPHIC TEST

ABSTRACT: Steel is an important component, because it is currently a 100% recyclable material, because of this the present work sought to verify through tests, both hardness and metallographic, as the temperature during the process of lamination of AISI 1020 steel plates would influence the characteristics of this metal. With these characteristics, you can define where and how this material should be applied.

KEYWORDS: Properties. Steel. Plates. Tests.

1 | INTRODUÇÃO

O aço por causa das suas características é reaproveitado para a transformação de outros produtos tornando o processo produtivo mais sustentável, deixando claro sua importância para a indústria, comércio e meio ambiente.

O processo de laminação, que é quando após termos os lingotes e através da força de atrito entre rolos, formam-se chapas. Essas chapas vão se deformando, normalmente diminuindo sua espessura e assim aumentando

seu comprimento. Esse processo pode ser realizado tanto a quente, que é quando necessitamos de uma grande deformação nas chapas, tanto a frio, que é quando necessitamos de acabamento superficial.

Mediante essa diferença de temperatura de trabalho as propriedades do aço podem ser modificadas, o que nos leva a pensar o grau dessa mudança. Através desse questionamento realiza-se ensaios para determinar quantitativamente e qualitativamente as propriedades afetam. Tais ensaios são de Dureza e Metalografia.

Como objetivo geral, esta pesquisa foi desenvolvida para determinar a influência da temperatura durante a laminação das chapas, nesse caso diferenciando processo a quente e a frio, nas propriedades mecânicas do aço AISI 1020. Onde pretende verificar tal influencia, a partir da utilização dos ensaios dureza e de metalografia, quais os parâmetros que foram alterados e analisar seus comportamentos.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Propriedades dos Aços 1020

O aço é uma liga ferro-carbono, onde nas indústrias seu uso é em grande quantidade e diversidade, sendo que o aço AISI 1020 se considera um aço macio, possuindo algumas características descritas na Tabela 1.

Densidade	Teor de Carbono	Resistencia a Ruptura	Limite de Escoamento	Resistencia a Tração	Modulo de Elasticidade	Condutividade Térmica
7,87 g/cm ³	0,15% a 0,30%	440 a 540 MPa	350 MPa	420 MPa	205 GPa	51,9 W/mK

Tabela 1: Características do aço SAE 1020.

Fonte: Adaptada de Luz, 2017.

Além das características descritas acima, o aço AISI 1020 possui baixa temperabilidade, pode ser maleável, soldável, ter uma boa usinabilidade, fácil manipulação usando qualquer método convencional por ser dúctil.

Além de, poder ser endurecido pelo aquecimento entre 815 a 871°C seguido de resfriamento a água, poder passar por revenimento, se forjado deve ser entre 1260°C e 982°C, pode ser conformado mais facilmente se mantido entre 482 e 649°C. Onde também é possível realizar trabalho a frio usando qualquer método tradicional, recozer totalmente este material usando temperaturas entre 871 a 982°C seguindo-se a um resfriamento bem lento (LUZ, 2017).

Seus usos são bem variados, tendo como exemplo barras laminadas e perfiladas, peças comuns de mecânica, parafusos, trefilados duros, chassis, discos

de roda, peças em geral para máquinas e veículos submetidos a esforços pequenos e médios, entre outros.

Com base em dados da ETPC (2012), as chapas para a laminação a quente ficam no forno durante um intervalo de temperatura de 1100°C a 1200°C, com isso percebe-se através da Figura 1 que está na fase austenita (γ), marcada em vermelho, podendo ser confirmado através do ensaio de metalografia.

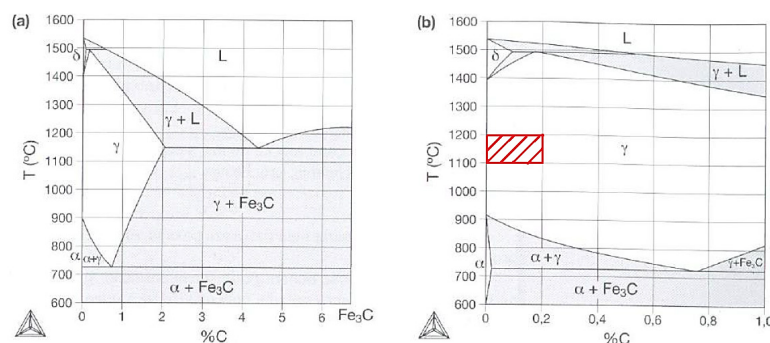


Figura 1: Diagrama de fases: (a) variando de 0% a 6%; (b) variando de 0% a 1%.

Fonte: Colpaert, 2008.

2.2 Processo De Fabricação Das Chapas

O processo de fabricação das chapas se dá através da retirada de matéria prima de seus devidos locais até a fabricação do aço, que consiste em 5 etapas principais, sendo elas: preparação da matéria prima, local onde o carvão se transforma em coque e o minério de ferro se transforma em minério processado, redução do minério de ferro, ocorre a transformação do coque, cal junto com o minério processado em ferro gusa, refino, lingotamento e laminação.

A produção do aço propriamente dita é realizada nas chamadas aciarias, ou seja, o refino, que é onde o ferro-gusa terá seu teor de carbono diminuído a níveis desejáveis (<2%). Depois de completado todo o trabalho de refino, o aço já possui a composição química desejada e é em seguida submetido a um processo de conformação mecânica, antes de passar para a fase de laminação, que é lingotamento, seja ela convencional ou contínuo.

A última fase do processo siderúrgico, é a laminação, onde o aço é submetido a tratamentos físicos e químicos com o intuito de conformá-lo mecanicamente de acordo com a realidade de suas aplicações. Nessa fase serão produzidos os produtos siderúrgicos como bobinas, tarugos, arames, vergalhões, perfilados, barras, fios, entre outros.

Os laminadores, em relação às condições operacionais, podem funcionar a frio ou a quente. De acordo com a forma dos produtos produzidos, eles podem ser classificados como planos ou longos, que podem incluir trilhos, perfis, arames,

entre outros (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2009).

2.3 Ensaio De Dureza Rockwell

Segundo Garcia (2012), a dureza Rockwell que recebeu esse nome pelo fato de a sua proposta ter sido feita pela indústria Rockwell, dos Estados Unidos, por volta de 1922, sendo o método mais utilizado internacionalmente, onde utiliza-se da profundidade da impressão causada por um penetrador sob a ação de uma carga aplicada em dois estágios (pré-carga e carga suplementar) como indicador da medida de dureza, e não há relação com a área da impressão, como no caso da dureza Brinell.

A dureza Rockwell pode ser classificada como comum ou superficial, dependendo da pré-carga e carga aplicadas. A Figura 3 apresenta uma representação do princípio de medição de dureza pelo método Rockwell, destacando as deformações causadas pelas aplicações da pré-carga e carga principal. Originalmente o método foi proposto em kgf e polegadas, mas, devido à adoção do Sistema Internacional (SI) de unidades, os valores foram convertidos para N e mm, sendo prática comum se referir às unidades inicialmente propostas.

O penetrador tanto pode ser um diamante esferocônico com ângulo de 120° e ponta ligeiramente arredondada ($r = 0,2 \text{ mm}$) como uma esfera de aço endurecido ou carboneto de tungstênio, geralmente com diâmetro de $1,59 \text{ mm}$ ($1/16''$), existindo também nos diâmetros de $3,17 \text{ mm}$ ($1/8''$), $6,35 \text{ mm}$ ($1/4''$) e $12,70 \text{ mm}$ ($1/2''$). Atualmente a norma ASTM E18:2007 só admite a utilização de esferas de carboneto de tungstênio, recomendando as esferas de aço somente no caso de medições em filmes finos e materiais extremamente moles.

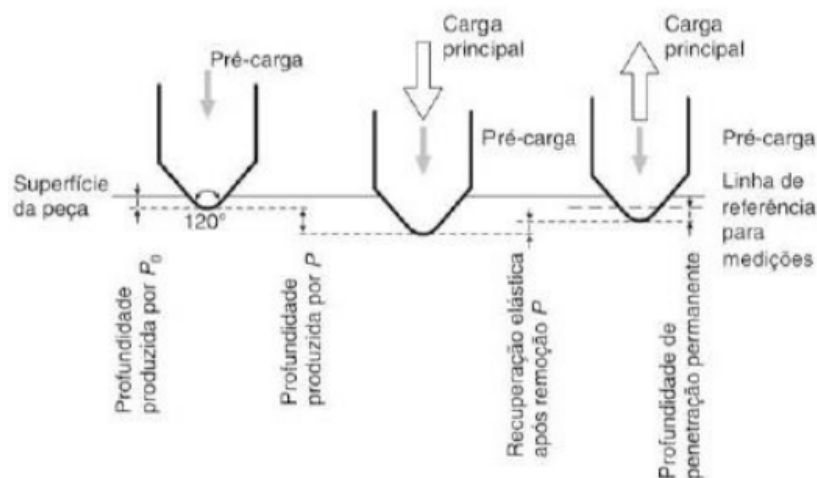


Figura 3: Representação esquemática do ensaio Rockwell.

Fonte: Garcia, 2012.

No caso de ensaios de dureza Rockwell comum, utilizam-se pré-carga de 98 N (10 kgf) e carga ou força total de 589 N (60 kgf); 981 N (100 kgf) e 1471 N (150

kgf); e, para dureza superficial, pré-carga de 29 N (3 kgf) e forças totais de 147 N (15 kgf), 294 N (30 kgf) e 441 N (45 kgf).

A profundidade de penetração (p) é correlacionada, pela máquina de ensaio, a um número arbitrário, cuja leitura é feita diretamente na escala do equipamento, após a retirada da carga principal, mantendo-se, entretanto, a carga inicial ou pré-carga.

Como o método utiliza vários penetradores e cargas, este é dividido em escalas dependendo das combinações. O número de dureza Rockwell é sempre designado pelo símbolo HR seguido da escala utilizada, precedidos do valor numérico.

2.4 Ensaio Metalográfico

Segundo Fernandes (2013), metalografia é o estudo da morfologia e estrutura dos metais. Para a realização da análise, o plano de interesse da amostra é cortado, lixado, polido e atacado com reagente químico, de modo a revelar as interfaces entre os diferentes constituintes que compõe o metal.

(a) Quanto ao tipo de observação, está subdividida, basicamente em duas classes:

- Microscopia, análise feita em um microscópio com aumentos que normalmente são 50X, 100X, 200X, 500X, 1000X, 1500X e 2500X. Este tipo de análise é realizado em microscópios específicos, conhecidos como “microscópios metalográficos” ou “microscópios metalúrgicos”. Este tipo de microscópio possui baixo campo focal, permitindo apenas a observação de superfícies perfeitamente planas e polidas. Em razão disto, a preparação metalográfica tem grande importância na qualidade de uma análise. Estes microscópios, em geral, possuem sistemas de fotografia integrados, que permitem o registro das análises realizadas.

- Macroscopia, análise feita a olho nu, lupa ou com utilização de microscópios estéreos (que favorecem a profundidade de foco e dão, portanto, visão tridimensional da área observada) com aumentos que podem variar de 5x a 64X. Ainda segundo Fernandes (2013), através das análises macrográficas e das análises micrográficas é possível a determinação de diversas características do material, inclusive a determinação das causas de fraturas, desgastes prematuros e outros tipos de falhas.

3 | METODOLOGIA

3.1 Ensaio Metalográfico

3.1.1 Ensaio Macroscópico

Para realizar a análise metalográfica macrográfica, seguiu-se as seguintes etapas, realizou-se o corte do corpo de prova do aço AISI 1020. Em seguida, adicionou-se a amostra no molde com resina, onde ficou durante 72 horas para secar. Após, a secagem a peça foi lixada a mão com lixas d'água respectivamente nas seguintes granulometrias: 120, 220, 320, 600, 1200 e 1500 *mesh*, lixando até restar somente os riscos da última lixa utilizada, como mostra as Figuras 4 e 5.



Figura 4: Processo para tirar impurezas através de lixas.

Fonte: Autora, 2018.



Figura 5: Amostras após lixadas.

Fonte: Autora, 2018.

Usando a máquina Politriz, modelo DP-10 – marca Struers, fez-se o polimento da amostra. E para isto, ajustou-se a vazão da água, adicionou-se o abrasivo alumina; e com as duas mãos foi segurado levemente a peça sobre o pano de polimento até que a superfície ficasse sem nenhum tipo de ranhura, mostrado na Figura 6. Para que a amostra, pudesse ser analisada microscopicamente, fez-se o ataque químico da mesma, utilizando Nital a 2% (2% de ácido Nítrico e 98% de álcool etílico), como mostra a Figura 7. Após o ataque químico limpou-se a amostra para remover os resíduos do processo, através da lavagem com água e álcool, sendo em seguida, a mesma seca através do jato de ar quente, proveniente de um secador.



Figura 6: Polimento das amostras
Fonte: Autora, 2018.



Figura 7: Realização do ataque químico.
Fonte: Autora, 2018.

Com a amostra devidamente preparada, pode-se realizar a análise macroscópica, por meio do microscópio modelo Stereo Discovery.V8 - marca ZEISS com resolução da lente de 20x, mostrado na Figura 8.

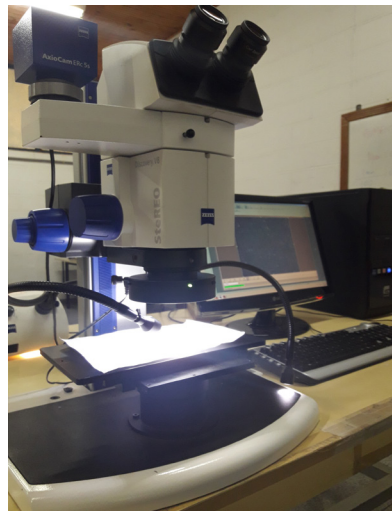


Figura 8: Análise macroscópica.
Fonte: Autora, 2018.

3.1.2 Ensaio Microscópico

Para realizar a análise metalográfica micrográfica, seguiu-se as etapas do processo de análise metalográfica macrográfica, descritos no tópico 2.3.1, diferenciando-se no microscópio utilizado modelo TNM 07T PL – marca OPTON, como mostra a Figura 9.



Figura 9: Análise Microscópica.

Fonte: Autora, 2019.

3.3 Ensaio De Dureza

Para determinar as propriedades através do ensaio de dureza, foram utilizadas 2 chapas finas aço AISI 1020 após ensaio de tração, sendo que para atingir um bom resultado foram realizadas 15 coletas de dados por amostra, totalizando 30 ensaios. Sendo que os mesmos foram divididos pelo tipo de processo de laminação.

Para a efetuação do ensaio utilizou-se um durômetro da marca Pantec, como mostra a Figura 10, de precisão e escolhida a modalidade Rockwell para interpretação das medidas convencionadas a norma NBR NM 461-1. De acordo com as características e aplicações do material em estudo seleciona-se a escala B com um penetrador do tipo esfera de 1,59 mm (1/16") e uma carga para aplicação de 100 kgf; sendo que esta configuração é utilizada para aços não temperados, ferros fundidos e algumas ligas não ferrosas.

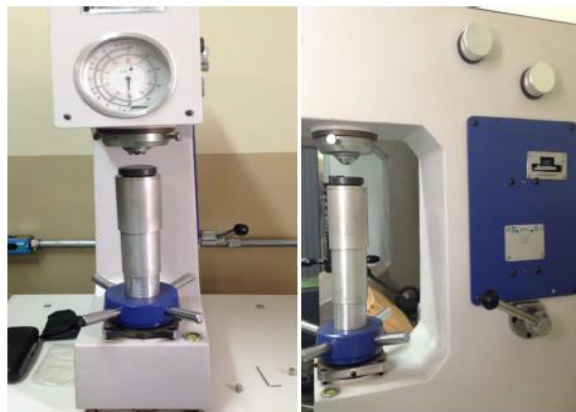


Figura 10: Durômetro para realização do ensaio.

Fonte: Autora, 2019.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Buscou-se analisar a diferença do tipo de laminação na chapa, onde essa diferença acontece na microestrutura do material que pode ser comparada com os números obtidos, já que a diferença numérica do processo de laminação é o que se deseja obter nesse ensaio.

4.1 Ensaio Metalográfico

No ensaio metalográfico, percebe-se que dependendo da forma como se faz as etapas da micrografia, obtém-se um resultado diferente.

No resultado da macroscopia, percebe-se que as fases de cor escura (carbono) aparecem em menor tamanho, onde na Figura 12, consegue-se visualizar os contornos de grão, com linhas finas formando figuras disformes. Já na Figura 11 tais linhas não podem ser vistas com clareza, demonstrando que esta não foi atacada de forma correta. Para resolver este problema a amostra deveria ser atacada quimicamente por um tempo superior.

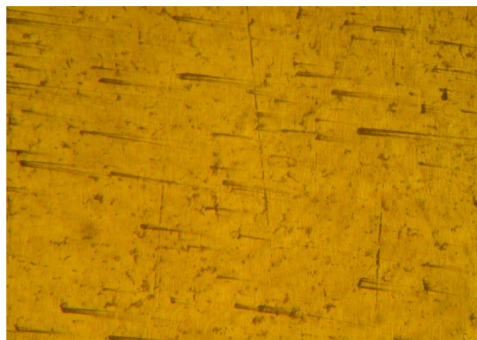


Figura 11: Chapa Laminada a Frio após ataque com zoom de 20x.

Fonte: Autora, 2019.

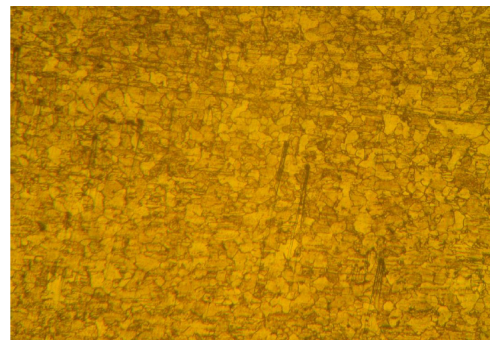


Figura 12: Chapa Laminada a Quente após ataque com zoom de 20x.

Fonte: Autora, 2019.

Na microscopia, visualizou-se a diferença da distribuição dos grãos entre a chapa fria e a chapa quente, como mostra as Figura 13 e 14, sendo possível perceber que na chapa laminada a quente os grãos por terem um crescimento acarreta numa concentração dos componentes (ferro e carbono).

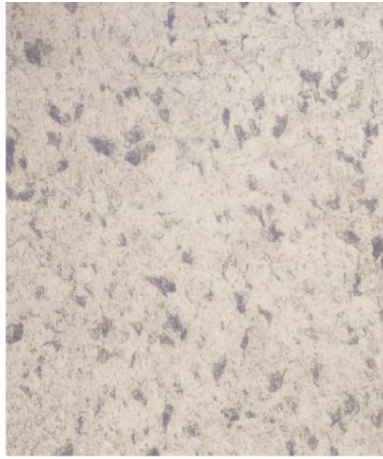


Figura 13: Microscopia da Chapa laminada a Quente, zoom 100x.

Fonte: Autora, 2019.



Figura 14: Microscopia da Chapa laminada a Frio, zoom 100x.

Fonte: Autora, 2019.

Na Figura 15, visualiza-se pouco os contornos de grãos, devido ao processo de preparação das amostras. Mas se relacionarmos as Figuras 11, 12, 13 e 14, percebe-se que nas chapas que foram laminadas a quente consegue-se ver claramente as linhas dos contornos de grão, devido a temperatura que a chapa estava e pelo fato da chapa quando laminadas a frio tenderem ao encruamento, ou seja, ficam mais duras e resistentes à medida que sofre a deformação durante a laminação.

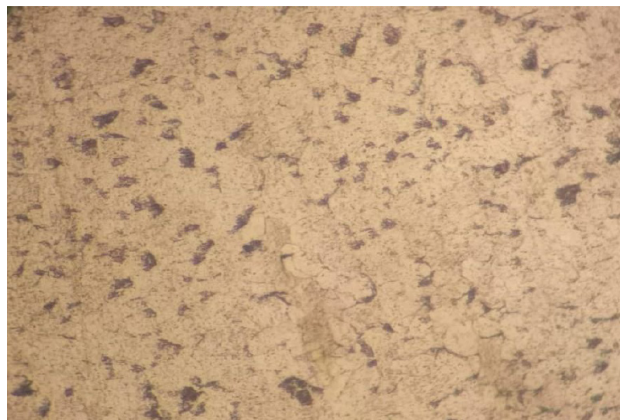


Figura 15: Microscopia da Chapa laminada a Quente, zoom 100x (diminuição da luz).

Fonte: Autora, 2019.

4.2 Ensaio De Dureza

Após realização do ensaio nas partes da chapa que não houve deformação ou ter sido afetada pela garra da máquina de tração, como mostra as Figuras 16 e 17, buscou-se verificar a diferença da maleabilidade do aço através do ensaio de dureza, onde chegou-se aos valores descritos na Tabela 2.



Figura 16: Ensaio feito na Chapa Laminada a Quente.
Fonte: Autora, 2019.



Figura 17: Ensaio feito na Chapa Laminada a Frio.
Fonte: Autora, 2019.

Pontos nas Amostras	Chapa Laminada a Quente	Chapa Laminada a Frio
	Dureza (HRB)	Dureza (HRB)
1	33	45,5
2	29	41
3	28	47
4	23	43,5
5	23	44
6	24,5	48,5
7	25,5	39,5
8	26	39,5
9	28	36,5
10	25,5	38
11	25	38,5
12	24,5	37
13	33	39
14	27	33
15	30,5	31
Média	27,03	40,1
Desvio Padrão	3,21	4,93

Tabela 2: Resultados Ensaio de Dureza.
Fonte: Autora, 2019.

Com o resultado da média, chega-se ao fato de que ambas as chapas ficaram entre o range de 20 – 80 HBR descrito pela norma, como mostra a Tabela 2 e Figura 18. Percebe-se que o processo de laminação a frio além de dar acabamento superficial também aumenta a dureza do material, totalmente inverso do processo de laminação a quente. Onde percebemos claramente que a variação de uma chapa para outra é pequena, sendo que o último ponto é bem próximo. Mas se compararmos em relação à média percebemos que essa variação se torna alta, causados devido a forma como foi realizado o processo de conformação, a microestrutura do material, entre outras variações relacionadas ao processo de fabricação das chapas.

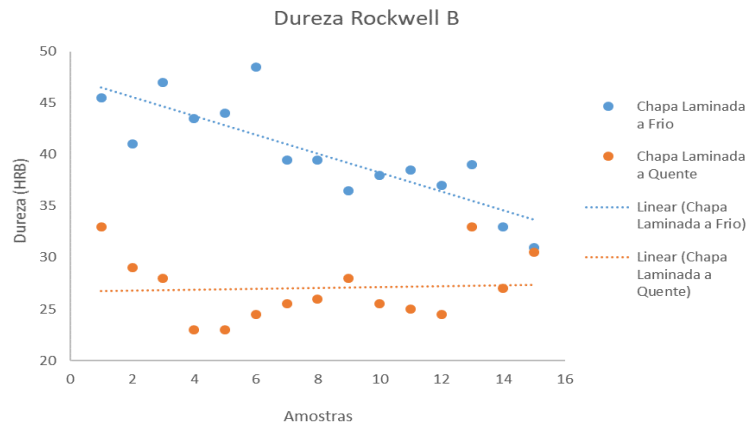


Figura 18: Gráfico comparativo das Durezas.

Fonte: Autora, 2019.

Portanto, mesmo com essas variações cada produto que utilizará essas chapas dependerá da escolha do processo de fabricação das mesmas, sendo as chapas laminadas a quente destinadas a produtos como tubos metálicos, rodas, autopeças, entre outros; já as chapas laminadas a frio destinadas para eletrodomésticos, automóveis, esquadrias, entre outros.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do ensaio de dureza percebe-se que seu valor não se altera além do limite de tolerância descrito na norma, mas sim com o processo de laminação. Desse modo, a variação de dureza das chapas laminadas a frio tende-se a ser superior do que as laminadas a quente, o que ajuda a definir qual melhor processo pra determinado produto, pois de acordo com o destino desse produto saberá se o mesmo terá que ter baixa ou alta resistência.

Com o ensaio metalográfico, percebe-se que a microestrutura do aço se altera mediante a temperatura do processo e de acordo com o sentido da laminação, afetando propriedades como resistência mecânica, dureza, entre outros, validando a concentração das fases descritas na teoria.

Mediante análise dos resultados atingidos a partir da realização dos ensaios mecânicos e macroestrutural, conclui-se que a temperatura durante o processo de laminação das chapas altera algumas propriedades mecânicas do material, tais como: o limite de escoamento, a tensão de resistência, dureza, ainda que outras variáveis possam ser utilizadas para se obter um melhor resultado referente aos ensaios, como a utilização de tratamentos térmicos, outros ensaios, entre outros aspectos.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 146 -1: Materiais Metálicos – Dureza Rockwell**. Rio de Janeiro, 1998 1- 13 p.

COLPAERT, H. **Metalografia dos produtos comuns**. 4. ed. revista e atualizada por COSTA E SILVA, André Luiz V. São Paulo: Editora Blucher, 2008.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Energia no Setor Siderúrgico Brasileiro 2009 – Ano base: 2008**. Rio de Janeiro, RJ: EPE, 2009. (Estudos Setoriais). Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20090430_2.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2019.

ETPC (Escola Técnica Pandiá Calógeras). **Materiais, Processos de Fabricação e Ensaios**, 2012. Apostila do Curso Técnico em Eletromecânica. Volta Redonda.

FERNANDES, R. **O que é Metalografia (com Referencias Normativas)**, 2013. Disponível em: <<http://qualitecr.blogspot.com/2013/03/o-que-e-metalografia.html>>. Acesso em: 7 ago. 2019.

GARCIA, A.; SPIM, J.A.; SANTOS, C.A. **Ensaio dos Materiais**, Rio de Janeiro: LTC, 2012. 2 ed.

LUZ, G. **Aço SAE 1020 Propriedades Mecânicas e Composição Química**. Blog Materiais, [s. l], 2017. Disponível em: <https://www.materiais.gelsonluz.com/2017/10/aco-sae-1020-propriedades-mecanicas.html>. Acesso em: 09 ago. 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço 3, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 37, 93

Aerogeradores 1, 3, 4, 6

Amazônia 8, 80

B

Baja 8, 21, 22, 23, 24, 25, 31, 32

Bauxita 8, 80, 81, 82, 83, 85

C

Chapas 8, 9, 10, 15, 17, 18, 19

Coco babaçu 9, 87, 89, 92, 93

Compósitos 8, 33, 34, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 49, 50, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 71, 87, 88, 89, 92, 108, 109

Compósitos Poliméricos Híbridos 33

Concreto 9, 3, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 99, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112

Critérios de falha 33, 35

E

energia 7, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 29, 67, 69, 88, 91

Energia 6, 7, 20, 71

ENERGIA 8, 1

Ensaio 8, 9, 11, 15, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 30, 31, 33, 35, 37, 42, 45, 72, 73, 74, 75, 77, 94, 96, 97, 98, 99, 102, 104, 109

Ensaio Mecânicos 19, 21, 24

Eólica 8, 1, 2, 3, 4, 5, 7

F

Ferroelétricos 48, 49, 55, 59

Fibras 8, 9, 33, 34, 36, 37, 42, 43, 44, 45, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

Fatura 33, 35, 38, 40, 41, 42, 43, 45

Furo Central 33, 36, 39, 40, 42, 45

G

Gaiola 21, 22, 23

K

katoita 8, 80, 81, 82, 83, 84, 85

P

Parques 8, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Propriedades 8, 9, 8, 9, 15, 19, 20, 21, 24, 25, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 44, 46, 48, 49, 51, 54, 56, 59, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 95, 96, 99, 102, 108, 110

PVDF 8, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61

R

Rejeitos 8, 80, 81, 82

Resistência 9, 6, 19, 24, 28, 33, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 48, 68, 72, 87, 88, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 106, 107, 108, 109, 110

Resistência Residual 33, 35, 38, 39, 44, 45

S

SAE 8, 9, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 32

Soldagem 21, 23, 26, 28, 29, 31, 32, 113

V

Ventos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Z

ZTA 21, 24, 28, 29, 30

 **Atena**
Editora

2 0 2 0