

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

**Marcelo Máximo Purificação
Miriam Ines Marchi
Nélia Maria Pontes Amado
(Organizadores)**



Atena
Editora

Ano 2020

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

**Marcelo Máximo Purificação
Miriam Ines Marchi
Nélia Maria Pontes Amado
(Organizadores)**



Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Lorena Prestes

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

Profª Drª 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

Profª Drª 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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª 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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

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

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

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

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª 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

Profª Drª 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)	
C569	<p>Ciências exatas e da terra exploração e qualificação de diferentes tecnologias / Organizadores Marcelo Máximo Purificação, Miriam Ines Marchi, Nélia Maria Pontes Amado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-085-8 DOI 10.22533/at.ed.858200306</p> <p>1. Ciências exatas e da terra. 2. Tecnologia. I. Purificação, Marcelo Máximo. II. Marchi, Miriam Ines. III. Amado, Nélia Maria Pontes.</p> <p style="text-align: right;">CDD 507</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O contexto atual nos coloca diante da assertiva da importância da ciência na resolução de problemas de ordem diversas. A (r)evolução tecnológica têm dado visibilidade a ciência e de maneira especial as Ciências Exatas e da Terra, que vêm gerando conhecimentos em diferentes eixos temáticos e perspectivas. Nesse viés, apresentamos o e-book “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias”, organizado em 15 capítulos teóricos que trazem as interfaces de vários saberes.

Um dos objetivos do e-book é promover de forma pertinente a reflexão entre as múltiplas áreas do conhecimento que transitam no eixo central das Ciências Exatas e da Terra, em contextos formais e não formais de educação. A necessidade de diálogos nessa direção é tanto maior, quanto é reconhecida a sua escassez, e olhe, que as Ciências Exatas estão entre as mais antigas das Ciências.

Os textos apresentados neste e-book, são resultados de pesquisas científicas desenvolvidas em território brasileiro. Trazem marcas de seus autores, assim como de suas áreas de formação/atuação, mas, acima de tudo, trazem respostas as suas inquietudes e problemas. Problemas esses, que na sua maioria, visam melhorar os contextos sociais.

Esperamos, que este e-book publicado pela Atena Editora, possa explicitar particularidades de conceitos nas Ciências Exatas e da Terra, apontar utilização e descrever processos e qualificação desenvolvidos com uso de diferentes tecnologias.

Isto dito, desejamos a vocês leitores, uma boa leitura.

Dr. Marcelo Máximo Purificação

Dra. Miriam Ines Marchi

Dra. Nélia Maria Pontes Amado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CHARACTERISTIC ANALYSIS OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN LIQUID MEDIA IN PLASTIC INJECTION SERVICE BY CONFORMATION	
Vagner dos Anjos Costa	
Cochiran Pereira dos Santos	
Fábio Santos de Oliveira	
Leonardo Luiz Sousa Silveira	
Fabrício Oliveira da Silva	
Janice Gomes da Silva	
Jean Kelvin Menezes	
Daniel Cruz Santos	
Manoel Victor da Silva Sousa	
Vinícius José dos Santos	
Everton Viana Soares	
Mackson Flávio dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.8582003061	
CAPÍTULO 2	13
COMPARAÇÃO ENTRE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE CINCO MARCAS COMERCIAIS DE PRESERVATIVOS MASCULINOS	
Rômulo Queiroz Fratari	
Jorge Trota Filho	
Sérgio Pinheiro de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.8582003062	
CAPÍTULO 3	22
CARACTERIZAÇÃO DE SEDIMENTO DO RIBEIRÃO SAMAMBAIA EM CATALÃO (GO)	
Alynne Lara de Souza	
Antover Panazzolo Sarmento	
Maria Rita de Cassia Santos	
DOI 10.22533/at.ed.8582003063	
CAPÍTULO 4	30
DESENVOLVIMENTO DE UMA ROTINA COMPUTACIONAL EM MATLAB PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE CONDUÇÃO EM ALETAS	
Anelize Terroni Teixeira	
Santiago Del Rio Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.8582003064	
CAPÍTULO 5	44
ESTUDO PRELIMINAR PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO MODELO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO, SANTARÉM-PA	
Alef Régis Lima	
Arthur Almeida Silva	
Poliana Felix de Souza	
Sérgio Gouvêa de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.8582003065	

CAPÍTULO 6	49
DETERMINAÇÃO DE GLICEROL EM BIODIESEL A PARTIR DE UM MÉTODO ELETROQUÍMICO EM MICROEMULSÃO	
João Pedro Jenson de Oliveira Acelino Cardoso de Sá Miguel Sales Porto de Sousa Leonardo Lataro Paim	
DOI 10.22533/at.ed.8582003066	
CAPÍTULO 7	61
EVALUATION OF STEELS USED FOR HARDNESS STANDARD BLOCKS PRODUCTION	
Jorge Trota Filho Sérgio Pinheiro de Oliveira Rômulo Queiroz Fratari	
DOI 10.22533/at.ed.8582003067	
CAPÍTULO 8	68
IMOBILIZAÇÃO DE LIPASES MICROBIANAS EM SUORTES HIDROFÓBICOS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL	
Maria Carolina Macário Cordeiro César Milton Baratto Cristian Antunes de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.8582003068	
CAPÍTULO 9	79
VALIDAÇÃO DO FATOR DA ANTENA BICONILOG	
Marcelo Sanches Dias Wagner de Souza Mello	
DOI 10.22533/at.ed.8582003069	
CAPÍTULO 10	85
UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE DE RADÔNIO COMO TÉCNICA PARA A LOCAÇÃO DE POÇOS TUBULARES DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM AQUÍFEROS FRATURADOS	
Paulo Henrique Prado Stefano Ari Roisenberg José Domingos Faraco Gallas Zildete Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.85820030610	
CAPÍTULO 11	99
METROLOGIA DIMENSIONAL DA FUSÃO E DA SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS	
Douglas Mamoru Yamanaka Manuel António Pires Castanho	
DOI 10.22533/at.ed.85820030611	
CAPÍTULO 12	110
MAPEAMENTO GEOLÓGICO DE 1:25.000 E EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO SINCLINAL PIEDADE, NORDESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, CAETÉ/MG	
Sabrine Conceição de Moraes Jhonny Nonato da Silva Ulisses Cyrino Penha	
DOI 10.22533/at.ed.85820030612	

CAPÍTULO 13 130

IMPLEMENTATION OF THE GAMMA MONITOR CALIBRATION LABORATORY (LABCAL) OF THE INSTITUTE OF CHEMICAL, BIOLOGICAL, RADIOLOGICAL AND NUCLEAR DEFENSE(IDQBRN) OF THE TECHNOLOGY CENTER OF THE BRAZILIAN ARMY (CTEX)

Mario Cesar Viegas Balthar
Aneuri Souza de Amorim
Avelino dos Santos
Paulo Ricardo Teles De Vilela
Luciano Santa Rita Oliveira
Paulo Eduardo Chagas de Oliveira Penha
Roberto Neves Gonzaga
Luiz Cesar Sales Fagundes
Thiago de Medeiros Silveira Silva
Fábio Gomes Vieira
Domingos D'Oliveira Cardoso
Ana Carolina dos Anjos da Cruz Izidório

DOI 10.22533/at.ed.85820030613

CAPÍTULO 14 136

CARACTERIZAÇÃO DE FILMES FINOS DE DERIVADOS DE POLIFULERENOS

André Vítor Santos Simões
Lucas Kaique Martins Roncaselli
Hasina Harimino Ramanitra
Meera Stephen
Deuber Lincon da Silva Agostini
Roger Clive Hiorns
Clarissa de Almeida Olivati

DOI 10.22533/at.ed.85820030614

CAPÍTULO 15 144

UTILIZAÇÃO DA CENTRAL DE AJUDA PARA A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: ESTRATÉGIAS PARA AUXÍLIO AO USUÁRIO

Paulo Freire Sobrinho

DOI 10.22533/at.ed.85820030615

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 150

ÍNDICE REMISSIVO 151

EVALUATION OF STEELS USED FOR HARDNESS STANDARD BLOCKS PRODUCTION

Data de aceite: 28/05/2020

Data da submissão: 05/02/2020

Jorge Trota Filho

Inmetro - National Institute of Metrology,
Quality and Technology
Duque de Caxias, Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/0213433688834759>

Sérgio Pinheiro de Oliveira

Inmetro - National Institute of Metrology,
Quality and Technology
Duque de Caxias, Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/7044734414044369>

Rômulo Queiroz Fratari

Inmetro - National Institute of Metrology,
Quality and Technology
Duque de Caxias, Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/6607384024848657>

ABSTRACT: The hardness standard blocks are the reference standards responsible for maintaining the traceability of the quantity hardness. Non-uniformity, surface chemical composition and crystallographic texture of three blocks of the most used hardness scale in industry e.g. Rockwell C were evaluated. The results showed that manufacturers can use different materials and manufacturing routes to produce standard blocks for the same range and hardness scale.

KEYWORDS: Crystallographic texture, Rockwell C hardness, non-uniformity, surface chemical composition.

AVALIAÇÃO DOS AÇOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE BLOCOS-PADRÃO DE DUREZA

RESUMO: Os blocos-padrão de dureza são os padrões de referência responsáveis pela manutenção da rastreabilidade da grandeza dureza. Foram avaliadas não-uniformidade, composição química superficial e textura cristalográfica de três blocos de dureza Rockwell C, sendo esta a escala de dureza mais utilizada na indústria. Os resultados mostraram que os fabricantes podem utilizar materiais e rotas de fabricação diferentes para produzir blocos-padrão para mesma faixa e escala de dureza.

PALAVRAS-CHAVE: Textura cristalográfica, dureza Rockwell C, Não-uniformidade, composição química superficial.

1 | INTRODUCTION

Hardness can be defined as the resistance to permanent plastic deformation, scratch or indentation of a softer material by a harder one. It is measured several times in the production line in order to assure the

quality of several items produced, to perform sampling during the production processes and in materials receipt tests (Oliveira, S.P., 2011). Brinell, Vickers and Rockwell are the most used indentation hardness scales for metallic materials. Rockwell hardness estimation is made as a function of the indentation depth (ISO 6508-3, 2019). Metrological reliability means all measurements shall be accurate and precise, have their uncertainties estimated, and have traceability to national or international standards. Certified reference materials are made available to ensure the quality of hardness measurements and the metrological reliability itself. These materials are transfer standards used to carry thru the traceability chain down the intrinsic metrological reliability from a primary system (reference system for a given quantity) to the productive sector. Thus, the hardness standard block is the aforementioned certified reference material which is a key component to ensure valid macrohardness measurements (Oliveira, S.P., 2011).

The non-uniformity for a standard hardness block is the assessment of the homogeneity of hardness values on the surface of the standard block, according to ISO Guide 34 and ISO 6508-3. Since some of the properties of the crystals are strongly directionally dependent, the crystallographic orientation of the crystallites within the polycrystalline aggregate – the texture – plays an important role among these parameters.

In this work, three hardness standard blocks of about 30 HRC (30 Rockwell C hardness) were selected from different manufacturers. Then, the influence of the variables crystallographic texture and chemical composition in the hardness non-uniformity was analyzed.

2 | MATERIALS AND METHODS

Three standard hardness blocks were selected from different manufacturers. By cutting each block in three different regions resulted in nine specimens. After that the specimens were grinded using SiC grinding paper with different grades of roughness (from #220 to #1500), thoroughly degreased with ethanol and rinsed with deionized water by ultrasonic vibration. Then the specimens were mechanically polished with diamond paste with 6, 3, 1 and 0.25 mm diamond particle size. Next, the specimens were also mechanically polished for crystallographic texture analysis on 0.06 μm colloidal silica. Finally, each specimen was cleaned with isopropyl alcohol PA by ultrasonic vibration and dried into a nitrogen gas jet.

For the crystallographic phases, grain sizes and surface chemical composition analyses, a FEI Company Nova Nanolab Dual-Beam Field Emission Gun Scanning Electron Microscope (SEM-FEG) was used. This equipment has also an EDAX-TSL system for crystallographic texture analysis using electron back-scattering diffraction (EBSD) technique. Energy dispersive spectroscopy (EDS) technique was used for the elementary micro-analysis of the specimens, which consists of an EDAX detector coupled to the SEM-FEG.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Non-Uniformity Analysis

Relative non-uniformity (U_{rel}) is one of the most important criteria for the approval of reference material certified in hardness. So, for the hardness standard block to be considered a certified reference material on the HRC scale it must reach at most 1% U_{rel} . Table 1 shows the results of relative non-uniformity obtained for the three Rockwell C hardness blocks analyzed in this work. It can be seen all of them were approved according to U_{rel} criteria.

Identification	Code	Hardness/HRC	U_{rel} /%
Standard block1	SB ₁	30.0	0.4
Standard block2	SB ₂	29.3	0.6
Standard block3	SB ₃	31.2	0.4

Table 1. Relative non-uniformity of standard hardness blocks

3.2 Surface Chemical Composition Analysis

Figure 1 shows the elemental chemical analysis performed by the EDS technique. Although the hardness standard blocks have similar hardness values one can realize they are different in terms of chemical composition.

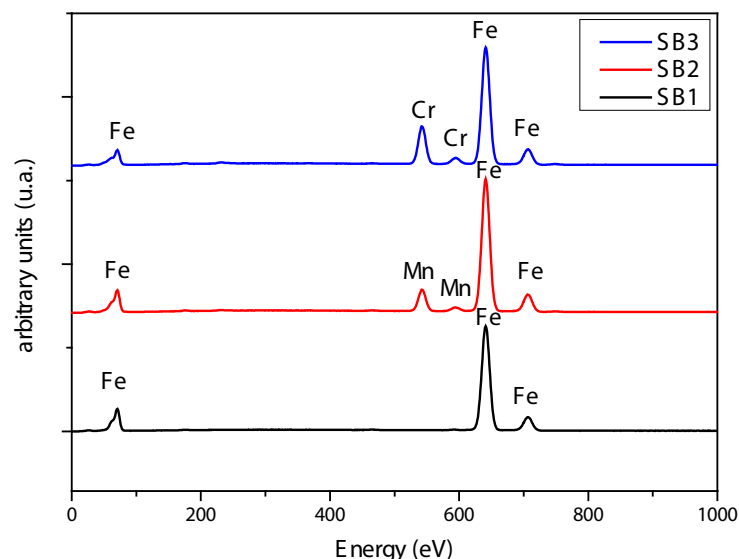


Figure 1. EDS spectra shows the surface chemical composition of the standard blocks SB₁ (in black), SB₂ (in red), and SB₃ (in blue).

In Figure 1 it is possible to observe only the peaks of the higher amounts of elements present in the specimens. SB3 has a significant amount of chromium (15.2% by mass) so it is expected that among the three standard hardness blocks studied in this work SB₃ presents the greatest surface chemical stability on its surface [5] and in terms of high resistance to the

oxidation one can expect to some extent it presents the behaviour of a stainless steel. SB₂ has a high Mn content whereas SB₁ has no presence of significant amount of alloy elements but carbon. Table 2 shows in more detail the chemical composition by weight (Wt%) of each element present on the surface of the three hardness standard blocks. Among the main elements on the surface not mentioning iron and carbon, SB₁ has only Mn and Si, SB₂ has a higher amount of Mn e some Si and Cr, whereas SB₃ has many alloy elements (and less Fe at the same time) including a lot of Cr and some Si, S, Mn and Ni.

Elements	SB ₁	SB ₂	SB ₃
	Wt%		
Si	0.5	0.5	0.7
S	0.0	0.0	0.5
Cr	0.0	0.3	15.2
Mn	0.6	2.4	0.6
Fe	92.3	91.5	77.0
Ni	0.0	0.0	0.5

Table 2. SB₁, SB₂, and SB₃ surface chemical composition by weight analysis.

3.3 Crystallographic analysis

Tables 3 and 4 show the crystallographic analysis of crystalline phases present in the specimens and the average grain size, respectively, of the hardness standard blocks SB₁, SB₂, and SB₃.

phases\specimens	SB ₁	SB ₂	SB ₃
Ferrite	88.5%	84.4%	87.5%
Cementite (Fe ₃ C)	11.2%	15.0%	12.3%
Mn ₂₃ C ₆	0.1%	0.3%	0.1%

Table 3. Crystallographic analysis of standard hardness blocks SB₁, SB₂, and SB₃.

Average grain size/ μm	Specimens		
	SB ₁	SB ₂	SB ₃
	1.9	2.0	1.1

Table 4. Analysis of grain sizes of standard hardness blocks SB₁, SB₂, and SB₃.

On analyzing Table 3 it can be noted the ratios among the crystalline phases of the hardness standard blocks are very close and the presence of a slight amount of Mn₂₃C₆ probably as precipitates. Taking into account both hardness values SB₂ < SB₁ < SB₃ and blocks have approximately 30 HRC as of Table 1, one can consider the average grain size given by Table 4 is responsible for the different hardness values observed. All of the described phenomena means: SB₃ hardness standard block has both the smallest grain size and the higher hardness value; on the other side SB₂ has both the highest grain size and the smallest hardness value; and SB₁ has an intermediate behavior. So the smaller average grain size and chromium high concentration in the SB₃ gives it a slightly higher hardness value, as shown in Table 1.

Time, temperature, and transformation diagram in Figure 2, also known as TTT curve, shows the possible phase transformations for steels as a function of time and temperature [5]. Both Figure 2 and Table 3 show that crystallographic analysis has not detected the presence of the austenite phase e.g. retained austenite or uncompleted phase transformations and the unique microstructure present is the one that arised from the perlite transformation e.g. a ferrite and Fe₃C mixture.

Figure 3 shows the crystallographic mapping made by EBSD of the phases present in SB₁, SB₂, and SB₃. The ferrite matrix is in red, SB₁ has coarse perlite or coarse Fe₃C phase in green, and SB₁ and SB₂ show some finest ferrite phase of the same average grain size (Table 4). in blue,

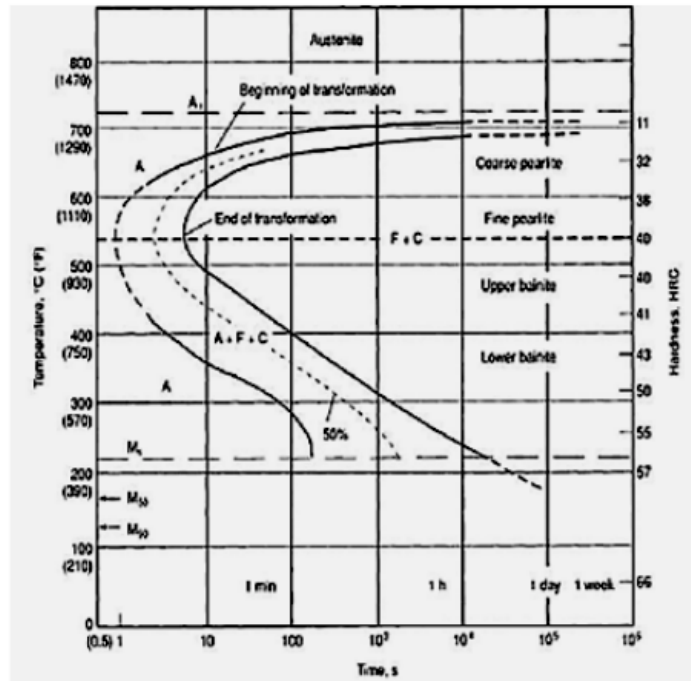


Figure 2. TTT curve for steel (Metals Handbook, 1991).

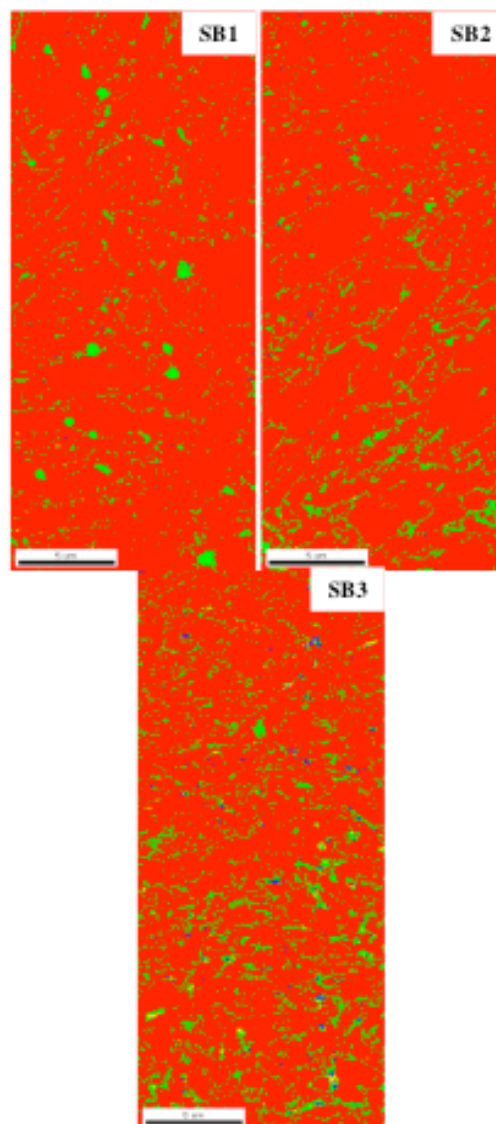


Figure 3. Texture of crystallographic phases present in blocks SB₁, SB₂, and SB₃ where the areas in red correspond to the ferrite phase, in green to the Fe₃C phase, and in blue to the Mn₂₃C₆ phase.

Although the material properties depend primarily on chemical composition and previous thermo-mechanical operations treatments, results of this work could be seen as part of a recipe for producing 30 HRC standard blocks with a suitable microstructure. So a microstructure composed by ferrite matrix and the presence of perlite and a network of $Mn_{23}C_6$ phase seems to be a desirable microstructure since all three blocks from traditional suppliers have this character.

If an ideal manufacturer's selection would be made to provide standard blocks for a national metrology institute, the most convenient choice would be the SB_3 . Moreover, in addition of the existence of a proper non-uniformity, its surface stability against oxidation guarantees less variation of its hardness over time.

4 | CONCLUSIONS

EDS microanalysis showed that there are three different surface chemical compositions for the SB_1 , SB_2 and SB_3 hardness standard blocks from different suppliers. Due to the high content of Cr in the SB_3 standard block one can expect it has a somewhat oxidation resistance and chemical stability on its surface;

The SB_1 and SB_2 hardness standards blocks have the same range of grain distribution and this fact can explain part of their hardness values closeness;

Crystallographic texture of SB_1 and SB_2 are basically the same since both are composed of ferrite and Fe_3C ;

A microstructure composed by ferrite matrix and the presence of perlite and a network of $Mn_{23}C_6$ phase seems to be a desirable character for a 30 HRC standard blocks with metrological reliability.

REFERENCES

ISO Guide ISO Guide 34:2009 "General requirements for the competence of reference material producers".

ISO Standard 6508-1:2019 "Metallic Materials - Rockwell hardness test - Part 1: Test Method (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)".

ISO Standard 6508-3:2019 "Metallic Materials - Rockwell hardness test - Part 3: Calibration of reference blocks (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)".

Metals Handbook, Prop. and Sel.: Irons, Steels, and High-Performance Alloys, 1990, vol 1, ASM International, Materials Park, USA.

Oliveira, S.P. et al. Análise Metrológica da Influência da Microscopia Ótica sobre a dureza Vickers de Materiais Metálicos, 2011, São Paulo, **Anais** do 66º Congresso Anual da ABM.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aletas 30, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 40, 42, 43
Antena 11, 79, 80, 81, 82, 83, 84
Aquíferos fraturados 11, 85, 86, 87, 97
Aterro sanitário 44, 45, 46, 48

C

Condução 30, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 43
Condutividade 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 32, 36, 40, 137, 140, 141, 142

D

Desenvolvimento de suportes 68

E

Eletrodeposição 49, 52, 53, 54
Emissão radiada 79, 80, 81
Ensaio de tração 13

F

Fator 5, 11, 51, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 115
Filmes finos 12, 136, 137, 138, 141, 142
Fulereo 136, 137

G

Glicerol 49, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 69

I

Imobilização 68, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78

M

Medição dimensional 99
Metrologia 2, 4, 99, 100, 108, 131, 132, 135
Microemulsão 49, 57, 58, 59

P

Poluição 44, 46
Preservativos 10, 13, 21

Q

Quadrilátero Ferrífero 110, 111, 112, 114, 127, 128, 129
Qualidade 2, 3, 4, 5, 10, 11, 23, 47, 48, 51, 59, 80, 88, 98, 100, 103, 144, 145, 147, 148

R

Radônio 11, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Refrigeração industrial 2

Resistividade 5, 12, 85, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97

S

Sedimento 22, 23, 24, 27

T

Textura cristalográfica 61

Transesterificação 49, 50, 60, 68, 69, 73, 75

V

Validação 10, 11, 79, 80, 82, 83

Visão computacional 108

 **Atena**
Editora
2 0 2 0