



Ernane Rosa Martins
(ORGANIZADOR)

Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento



Ernane Rosa Martins
(ORGANIZADOR)

Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremona

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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 – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciência, tecnologia e inovação: fatores de progresso e de desenvolvimento 3 / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-750-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.502210612>

1. Ciência. 2. Tecnologia. 3. Inovação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 601

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO








A nossa sociedade está em constante evolução em todas as áreas do conhecimento. Esta obra pretende apresentar o panorama atual relacionado a ciência, a tecnologia e a inovação, com foco nos fatores de progresso e de desenvolvimento. Apresentando análises extremamente relevantes sobre questões atuais, por meio de seus capítulos.

Estes capítulos abordam aspectos importantes, tais como: avaliar a influência do uso de jogos lúdicos no aprendizado da tabela periódica em aulas de química; um relato de experiência sobre um processo seletivo, formação e posterior contratação de desenvolvedores de softwares para uma empresa do ramo da tecnologia; o desenvolvimento de empresas de base científica e tecnológica por meio de suporte individualizado e transferência de conhecimento; uma reflexão sobre o campo educacional e suas inquietações e adaptabilidades frente a crescente digitalização condicionada, assim como as consequências educacionais em período atípico de pandemia do novo corona vírus pelo mundo; a implementação de clubes de robótica e automação, na forma de ação extensionista em estabelecimentos de ensino, como modalidade de produto educacional; a coleta de dados de imóveis pelo Poder Público, através do método de automatização chamado de web crawler; a avaliação da influência da estrutura bruta de solidificação (grãos equiaxiais e colunares) nos processos posteriores de conformação plástica e respectivos tratamentos térmicos; analisar como o uso de jogos eletrônicos pode ser aliado ao ensino da Matemática para o desenvolvimento de uma aprendizagem efetiva e contínua; o estudo da influência da topografia na molhabilidade de superfícies tratadas a plasma; um modelo conceitual de projeto integrador (PI) para engenharias EaD no modelo híbrido de uma IES de SC; uma série de etapas propostas para facilitar a criação e o voo de um enxame de drones, fornecendo assim um guia para o desenvolvimento de diferentes tipos de enxames; e uma proposta de integração de dois manipuladores robóticos devido suas versatilidades em se adequarem a diversas situações em relação a outras máquinas.

Nesse sentido, esta obra é uma coletânea, composta por excelentes trabalhos de extrema relevância, apresentando estudos sobre experimentos e vivências de seus autores, o que pode vir a proporcionar aos leitores uma oportunidade significativa de análises e discussões científicas. Assim, desejamos a cada autor, nossos mais sinceros agradecimentos pela enorme contribuição. E aos leitores, desejamos uma leitura proveitosa e repleta de boas reflexões.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A BUSCA PELA TERCEIRIZAÇÃO EM P&D, O CASO DO CETENE NO NORDESTE DO BRASIL	
Amilcar Baiardi	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106121	
CAPÍTULO 2	36
APLICAÇÃO DE JOGOS LÚDICOS PARA MELHOR COMPREENSÃO DA TABELA PERIÓDICA	
Luís César Rodrigues da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106122	
CAPÍTULO 3	47
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS EM PROCESSOS DE FORMAÇÃO NA ÁREA TECNOLÓGICA	
Rafael Aguilár Magalhães	
Angelita Minetto Araújo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106123	
CAPÍTULO 4	56
AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM PRÁTICA PEDAGÓGICA SEGUNDO VYGOTSKY	
Dianne Fabhrícia Meireles Ferreira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106124	
CAPÍTULO 5	64
BLOOMBTECH - FLORESCENDO INCUBADORAS E INCUBADAS EM MINAS GERAIS	
Ana Carolina Calçado Lopes Martins	
Artur Tavares Vilas Boas Ribeiro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106125	
CAPÍTULO 6	69
CIBRIDISMO E APRENDIZAGEM UBÍQUA: A UTILIZAÇÃO DO INSTAGRAM COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO ACADÊMICO	
Yubis Pereira Martins	
Célia Regina Rossi	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106126	
CAPÍTULO 7	79
CLUBES DE ROBÓTICA E AUTOMAÇÃO: UMA PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO	
Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106127	

CAPÍTULO 8..... 86

COLETA DE DADOS DE IMÓVEIS DE FORMA AUTOMATIZADA PARA FINS DE POLÍTICAS PÚBLICAS


Caroline Bernardo Silva
Eduardo Schmidt Longo
Everton da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106128>

CAPÍTULO 9..... 95

COMPARATIVO DE PRODUCTOS PARA LA ELABORACIÓN DE CARTAS GEOTÉCNICAS Y MAPAS DE VULNERABILIDAD


Clayson Marlei Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106129>

CAPÍTULO 10..... 103

CRIAÇÃO E VALIDAÇÃO DE TECNOLOGIA CUIDATIVO-EDUCACIONAL PARA PREVENÇÃO DE GEO-HELMINTÍASES ENTRE RIBEIRINHOS DA AMAZÔNIA PARÁ-BRASIL


Horácio Pires Medeiros
Ana Paula da Silva Barbosa
Francisca Maynara de Aguiar Bastos
João Paulo Lima da Silva
Kaliandra Moraes de Araújo
Lucas Deyver da Paixão Lima
Thayse Kelly da Silva Martino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061210>

CAPÍTULO 11..... 117

DIGITALIZAÇÃO DO QUITUTES MIRABAL EM PARCERIA COM O PROJETO E.LAS DA ENACTUS UFRGS DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19


Sérgiane Mara Campos Pereira
Laura Koenig Schmitt
Hellena Silva Leão






 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061211>

CAPÍTULO 12..... 123

ESTADO FUNCIONAL DO PACIENTE APÓS ALTA IMEDIATA DA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA

Karolina Duarte Junqueira
Matheus Carvalho Pereira Santiago
Aline Alves da Silva
Yago da Costa
Ana Cláudia Antônio Maranhão Sá


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061212>

CAPÍTULO 13	131
ESTUDO DO PROCESSO DE DEFORMAÇÃO E RECRISTALIZAÇÃO DE UMA LIGA DE AL 4,5% CU	
Bruna Gobbi Garcia	
Mirian de Lourdes Noronha Motta Melo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061213	
CAPÍTULO 14	145
EXPERIMENTO COM JOGOS ELETRÔNICOS NO 7º ANO DO FUNDAMENTAL II DA ESCOLA DUQUE DE CAXIAS	
Leandro dos Santos Almeida	
Annelise Maymone	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061214	
CAPÍTULO 15	163
INFLUÊNCIA DA TOPOGRAFIA NA MOLHABILIDADE EM SUPERFÍCIES DE TITÂNIO TRATADAS POR OXIDAÇÃO A PLASMA	
Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto	
Marco Aurélio Medeiros da Silva	
Bruno de Macedo Almeida	
Ângelo Roncalli Oliveira Guerra	
Ana Beatriz Villar Medeiros	
Renivânia Pereira da Silva	
Tereza Beatriz Oliveira Assunção	
Clodomiro Alves Junior	
Karina e Silva Pereira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061215	
CAPÍTULO 16	178
INTRODUÇÃO AO FUNCIONAMENTO DE CARROS ELÉTRICOS: UMA REVISÃO	
Sheilla Caroline de Lima	
Artur Saturnino Rodrigues	
Victor Augusto Nascimento Magalhães	
Izaldir Ângelo Pereira Lopes	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061216	
CAPÍTULO 17	196
JOGOS DIGITAIS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE ZOOLOGIA	
Luciana de Lima	
Robson Carlos Loureiro	
Igor Moura Barbosa	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061217	
CAPÍTULO 18	209
PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DE PROJETO INTEGRADOR PARA	

ENGENHARIAS EAD DO MODELO HÍBRIDO

Jean Marcelo Dias

Ana Carolina Braga Kodum

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061218>

CAPÍTULO 19..... 224

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ENJAMBRE DE DRONES

Carlos Alberto Guizar Gómez

José Luis Guevara Gómez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061219>

CAPÍTULO 20..... 236

QUALIDADE DE VIDA DE CRIANÇAS USUÁRIAS DE IMPLANTE COCLEAR


Patricia Haas

Fernanda Soares Aurélio Patatt

Laura Faustino Gonçalves

Karina Mary de Paiva

Beatriz Vitorio Ymai Rosendo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061220>

CAPÍTULO 21..... 256

QUALIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA SOLDAGEM DOS AÇOS AUSTENÍTICOS PARA OS INTERNOS DE REATORES NUCLEARES

Ademir Antonio Fraga Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061221>

CAPÍTULO 22..... 269

REVOLUCIÓN DIGITAL DEL BIG DATA Y MINERÍA DE DATOS: SU IMPACTO SOCIAL

Wendy Daniel Martínez

Luis Alejandro Santana Valadez


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061222>

CAPÍTULO 23..... 280

UMA REFLEXÃO SOBRE A EVOLUÇÃO DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO BRASILEIRO NOS ÚLTIMOS VINTE ANOS

Cássia Viviani Silva Santiago

Nayara Gonçalves Lauriano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061223>

CAPÍTULO 24..... 294


USO DA ROBÓTICA COOPERATIVA PARA A MANUFATURA ADITIVA METÁLICA EM PROCESSOS DE SOLDAGEM A ARCO ELÉTRICO

Fagner Guilherme Ferreira Coelho

Alexandre Queiroz Bracarense

Eduardo José Lima II

Diego Raimundi Corradi
Ariel Rodrigues Arias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061224>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	307
ÍNDICE REMISSIVO.....	308

QUALIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA SOLDAGEM DOS AÇOS AUSTENÍTICOS PARA OS INTERNOS DE REATORES NUCLEARES

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 18/10/2021

Ademir Antonio Fraga Ribeiro

Centro Universitário Estadual da Zona Oeste –
UEZO

Rio de Janeiro - RJ

<http://lattes.cnpq.br/0906889769897817>

RESUMO: O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento, o grau de exigência e os requisitos necessários para alcançar a qualificação de um procedimento que autorize a soldagem de um Aço Inoxidável Austenítico *ASTM A240 TP316 L*, com a utilização de eletrodo revestido, *SMAW*, com vareta de solda, *GTAW*, na construção dos **Internos de Reatores Nucleares** para usinas nucleoeletricas, tais como suportes, guias e acessórios do Núcleo do Reator. A pesquisa divide-se em duas etapas: a de preparação da documentação técnica e a do desenvolvimento dos métodos e processos fabris utilizados na qualificação. Este trabalho delinea uma sequência com base em situações reais utilizadas por empresas de fabricação de componentes nucleares, atendendo as propriedades físicas e mecânicas exigidas nas normas classificadoras nucleares no *Código ASME III* e nos regulamentos da *Seção IX do Código ASME [3]*, concluindo-se que a premissa Segurança do Projeto, condição fundamental para a operação de uma Central Nuclear, foi atendida nesse estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Solda de aços austeníticos; Internos de Reatores Nucleares.

QUALIFICATION AND DEVELOPMENT OF THE AUSTENITICS STEEL WELDING FOR THE INTERNALS OF NUCLEAR REACTORS

ABSTRACT: The objective of this work is to present the development, the level of demand and the necessary requirements to achieve the qualification of a procedure that authorizes the welding of an Austenitic Stainless Steel *ASTM A240 TP316 L*, using a coated electrode, *SMAW*, with a welding rod, *GTAW*, to the construction of **Internals of Nuclear Reactors** in nuclear power plants, such as supports, guides and accessories of the Reactor Core. The research is divided into two stages: the preparation of technical documentation and the development of manufacturing methods and processes used in the qualification. This work outlines a sequence based on actual situations used by nuclear component manufacturing companies, meeting the physical and mechanical properties required by the nuclear classification standards in *Code ASME III* and regulations of *Section IX of the ASME Code [3]*, concluding that the Project Safety premise, a fundamental condition for the operation of a nuclear power plant, was met in this study.

KEYWORDS: Austenitic Steel Welding; Internals of Nuclear Reactor.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre os principais componentes

nucleares que compõe uma Usina Nuclear, salientam-se os pertencentes ao Circuito Primário, onde circula o líquido radioativo a uma temperatura de 280° C. Esse calor é gerado pelo fenômeno da Fissão Nuclear ocorrida no núcleo do Reator. Esse líquido se transforma em vapor superaquecido utilizado nas palhetas da turbina para provocar o movimento circular uniforme no eixo do gerador elétrico. Entre os componentes nucleares incluem-se o Reator Nuclear e seus Internos (suportes e guias dos elementos combustíveis, pastilhas de urânio, entre outros); os Geradores de Vapor; Pressurizador e a Piscina com Água Borada, onde são armazenados suportes dos elementos combustíveis (*RACKS*) com alta capacidade de neutralização da radioatividade, devido a absorção de nêutrons contida no Boro [5], conforme mostrado na Figura 1.

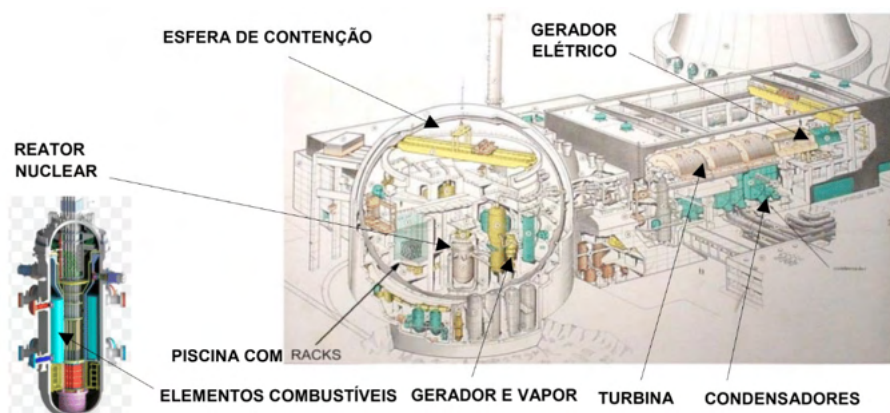


Figura 1. Vista geral de uma usina nuclear similar a Angra 2 - RJ

A finalidade deste trabalho é o desenvolvimento da qualificação da soldagem do Aço Inoxidável Austenítico, classe *ASTM A240 TP316L* verificando a influência dos processos de soldagem com eletrodo revestido, *SMAW – “Shielded Metal Arc Welding”* e com vareta de solda, *GTAW - Gas Tungsten Arc Welding*, nas propriedades micro estruturais do material, através de testes e Ensaio Destrutivos e Não Destrutivos na estrutura metalográfica do material de base dos *Internos do Núcleo do Reator*, apresentando um conteúdo prático de como os procedimentos e as seqüências de produção são executadas dentro de um “*Chão de Fabrica*” com uma tecnologia de ponta.



Figura 2. Piscina com Água Borada



Figura 3. Reator Nuclear com os Internos

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

A qualificação da soldagem do Aço Inoxidável Austenítico para componentes nucleares envolve a produção de um Corpo de Prova, “*QPS*” – *Qualificação do Procedimento de Soldagem*, simulando a união soldada, o qual deve ser realizado com as mesmas características da união entre as peças que serão soldadas no componente nuclear.

Metal de base

Para a realização do QPS foram utilizadas 03 (três) amostras com o metal de base *Aço Inoxidável Austenítico ASTM A240 TP316L*, tendo as suas características técnicas sido aferidas, mediante uma Inspeção de Recebimento da matéria prima, com o controle do recebimento registrado em Relatório de Inspeção de Recebimento e os resultados apresentado nas Tabelas 1 a 4:

Classe	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	Cu	PPM
AISI 316 L	0,030	2,00	≤0,75	0,045	0,030	16,0 à 18,0	10,0 à 14,0	2,0 à 3,0	0,015	0,15	260

Tabela 1. Composição Química máxima do Metal de Base – fonte ASTM

Classe	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	Cu	PPM
AISI 316 L	0,024	1,37	0,45	0,040	0,005	17,08	11,09	2,01	0,015	0,14	257

Tabela 2. Composição Química máxima do Metal de Base – Certificado ACESITA

Resis à Tração	Força Rendim	Analongamento	Dureza Max	Dobram Frio
485 MPa	170 MPa	40 % (Sç 50mm)	95 RB	Não Necess

Tabela 3. Requisitos de Resistência Mecânica do Metal de Base conforme ASTM

Resis à Tração	Limite Escoam	Elongamento	Dureza Max	Dobram Frio
604 MPa	301 MPa	60 % (Sç 50mm)	68 RB	Não Necess

Tabela 4. Resistência Mecânica do Metal de Base – Certificado ACESITA

Cada uma das amostras se divide em duas metades com as dimensões de 200 mm x 455 mm, espessura de 12,5 mm, conforme a Figura 4, em função da quantidade de corpos de prova a serem realizados, em cada amostra.

Metal de adição

O metal de adição utilizado para a soldagem das uniões entre os materiais de base foi a vareta de solda *Böhler EAS 2-IG / ER 308L*, classificação E308L-17, na soldagem da raiz SD1, Figura 5, selecionada conforme parâmetros descritos no Plano de Solda - PS, Tabela 9 e as recomendações da AWS A5.9 [4]. Essa vareta apresenta uma boa resistência à corrosão, com um baixo teor de carbono, o que torna esta liga recomendada contra o risco de Corrosão Inter-granular, como nos casos de trabalho a altas temperaturas, não superior a 350 ° C. Essa liga é amplamente utilizada em indústrias químicas, nucleares, alimentos, tubulações para caldeiras e em uniões de aços inoxidáveis com Cr de no máximo de 18% e Ni maior de 8% e baixo teor de carbono. Veja as composições químicas e resistências descritas nas Tabelas 5 e 6:

CLASSE	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	N	Ferrita
ER308L	0,08	7,0	0,90	8,10	18,7	0,2	0,15	0,05	9

Tabela 5. – Composição química da vareta *Böhler EAS 2-IG / E308L*

CLASSE	Limite Resist	Limite Escoamto	Alongamento
ER308L	480 MPa	610 Mpa	36%

Tabela 6. – Resistência Mecânica da vareta *Böhler EAS 2-A / ER308L*

Na execução da soldagem de enchimento do chanfro SD2, Figura 5, o material de adição estabelecido pela norma AWS A5.4 e nas exigências do Plano de Solda da Tabela 9 foi o *eletrodo revestido Böhler FOX EAS 2-A / 308L-17*. Esse eletrodo é composto de arame cromo-níquel com uma boa resistência à corrosão. Sua liga tem um baixo teor de carbono, que o torna particularmente recomendado quando houver risco de Corrosão Inter-granular. Possui revestimento otimizado para soldagem nas posições verticais ascendentes, 3g,

plana, 2g e sobre cabeça, 4g, em aços inoxidáveis austeníticos. Esta liga do material de adição é, igualmente, muito utilizada nas indústrias químicas, nucleares e de processamento de alimentos, bem como em tubulações, tubos e caldeiras, com temperaturas de trabalho não superiores a 350 ° C e, ainda, para união de aços inoxidáveis com Cr de no máximo 18% e Ni maior de 8%, conforme as composições químicas e resistências mecânicas abaixo descritas:

CLASSE	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
ER308L	0,03	0,90	0,80	19,30	-	10,0

Tabela 7. Composição química eletrodo revestido FOX EAS 2-A / E308L-17

CLASSE	Limite Resist	Limite Escoamto	Alongamento
Rutílico E308L-17	580 MPa	430 Mpa	45%

Tabela 8. Resistência Mecânica do eletrodo BÖHLER EAS 2-IA / E308L

2.2 Montagem das amostras

As Amostras e os testes para a qualificação do QPS devem ser fabricados conforme os requisitos estabelecidos nos planos de construção nuclear, e normas de fabricação e qualificação de procedimentos de soldagem nos processos *GTAW / SMAW*, grupo P8G1, conforme as normas e regulamentos abaixo relacionados:

- 1) Regras da Seção IX do Código ASME VIII [1];
- 2) Boiler and Pressure Vessel Code, Edição 2010;
- 3) Seção II, Parte A, especificação AS-240 e Seção II, Parte C;
- 4) especificações SFA-5.9;
- 5) ASTM (Sociedade Americana de Testes e Materiais), A 262; A370;
- 6) KTA Standards (KernTechnische Ausschuss) 11408 (2015 edition);
- 7) AWS (Sociedade Americana de Soldagem), A4.2;
- 8) Regulamentos e normalização *do Código ASME III*;
- 9) Instruções Técnicas de Requisitos de Soldagem; Recebimento de materiais; Recebimento de Consumíveis; Ensaio Radiográficos, Procedimentos para Ensaio Visuais; Ensaio de Líquido Penetrante; Marcação e Preparação de Corpos de Prova, todas elaboradas pelo próprio fabricante, com base nas especificações técnicas do Código ASME III e nas de operação do Cliente, aprovadas pela Agência Inspectora Independente.

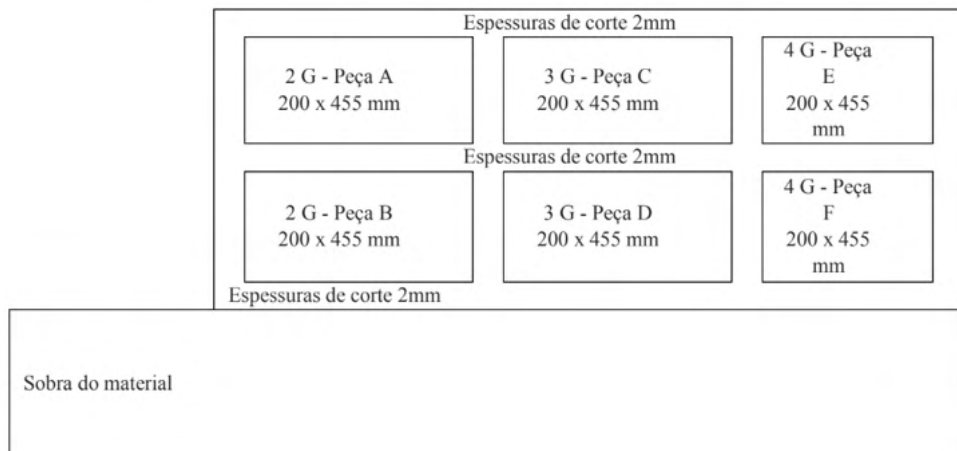


Figura 4. Plano de Corte - PC, das amostras para a qualificação do procedimento.

A Figura 4 apresenta o Plano de Corte dos seis pedaços que compõe as três amostras, em *Aço Inoxidável Austenítico ASTM A240 TP316L*, com 12mm ($\frac{1}{2}$ " de espessura e dimensões de 200 mm de largura, por 455 mm de comprimento, obtidas pelo processo de corte à Plasma, com a geometria do bisel de solda sendo usinada conforme a Figura 5:

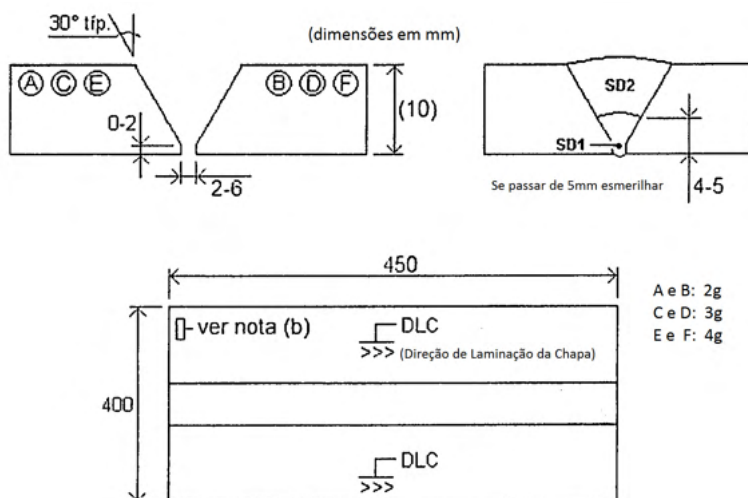


Figura 5. Corpo para Testes do QPS – Raiz SD1 e enchimento SD2

2.3 Soldagem das amostras

A montagem das juntas a serem soldadas foi realizada segundo as orientações

contidas no Plano de Soldagem da Tabela 9, abaixo descrita e das normas e códigos pertinentes:

PLANO DE SOLDAGEM		
PARÂMETROS	GTAW	SMAW
Sequência de deposição (Figura 3)	SD1	SD2
METAL DE ADIÇÃO:		
Fabricante	EAS 2-IG / ER 308L	FOX EAS 2-A / 308L-17
Nome Comercial	Bhöler	Bhöler
F-N° e A-N°.	6 e 8	5 e 8
Diâmetro	1,6 – 2,4	2,5 – 3,2 – 4,0 (°)
Especificação	SFA-5.9	SFA-5.4
Classificação AWS	ER308L	E308L-17
Tipo de produto	Arame sólido	Eletrodo revestido
Espessura do metal depositado	4 - 5	7 - 8
Posições de Solda	ver Figura 3	ver Figura 3
Progressão	Ascendente	Ascendente
Preaquecimento mínimo (°C)	20°	20°
Entre passe máximo (°C)	150°	150°
Tratamento Térmico	Não necessário	Não necessário
Gás de proteção	Ar ≥ 99,997 / 10-16	-
Gás de purga	Ar ≥99,997 / 7-20 *	-
Calor aportado (kJ/cm)	≤ 15 (²)	≤ 15 (²)
Corrente e polaridade	CC -	CC +
Amperagem	(³)	(³)
Voltagem	10-16 (³)	20 - 30
Velocidade de soldagem	(³)	(³)
Eletrodo de tungstênio (SFA-5-12)	EWTh-2	-
Diam do eletrodo de tungsto - mm	2,4, ou 3,2	-
TÉCNICA:	-	-
Cordão tipo	Reto, ou trançado	Reto, ou trançado
Diam Interno do bocal de gás - mm	8 à 12	
Método de limpeza	Escovam, esmerilh (⁴)	Escovam, esmerilh (⁴)
Método de escavação	Usinagem	Usinagem
Oscilação	Não	
Passes múltiplos, simples por lado	Múltiplos	Múltiplos

Eletrodo simples, ou múltiplo	Simples	Simples
Manual, mecaniz, semiautom, automat	Manual	Manual
Martelamento	Não	Não
Uso de Processos Térmicos	Não	Não

(*) Manter a purga até a completa deposição da primeira camada de SD2 (SMAW)
 (²) Variável não essencial, apenas como referência
 (³) Valores da A e V para escolha pela velocidade de soldagem, em função do aporte
 (⁴) Escova somente de aço inoxidável austenítico e esmeril de óxido de alumínio, livre de ferro

Tabela 9. Plano de Solda – PS, com todos os Parâmetros exigidos pelas normas

SMAW						GTAW	
Ø 2,5 mm		Ø 3,2 mm		Ø 4,0 mm		A	Vel mín. (cm/min)
A	Vel mín. (cm/min)	A	Vel mín. (cm/min)	A	Vel mín. (cm/min)		
60-70	8,4	80 - 90	10,8	110 - 120	14,4	60-90	5,8
70-80	9,6	90 - 100	12,0	120 - 130	15,6	90 - 110	7,0
80-90	10,8	100 - 110	13,2	130 - 140	16,8	110 - 130	8,5
90-100	12,0	110 - 120	14,4	140 - 150	18,0	130 - 150	9,5
						150 - 180	11,5
						180-210	13,4

Tabela 10. Amperagem em função das velocidades de soldagem e do aporte de calor

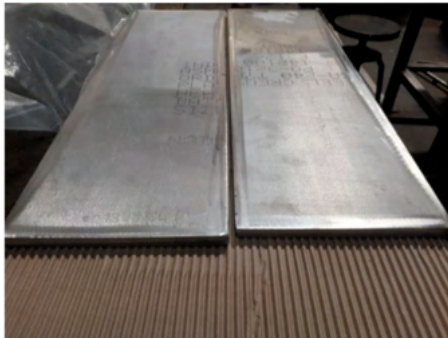


Figura 6. Corte das Chapas das amostras e preparação para a soldagem dos QPS's



Figura 7. Máquinas TIG com fonte inversora pulsada DC e Máquina arco elétrico SMAW.

A qualidade dos equipamentos de soldagem, a preparação da montagem e a usinagem da geometria dos biséis [5], é mostrada nas Figuras 6, 7, e 8:



Figura 8. Soldagem das amostras utilizadas para a retirada dos corpos de prova do QPS

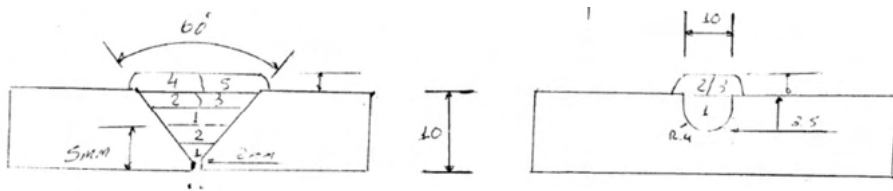


Figura 9. Sequência de soldagem dos cordões pertencentes ao SD1 E SD2

A sequência de deposição dos cordões, Figura 9, foi definida visando o aproveitamento da temperatura do cordão depositado de forma sobreposta e imediatamente ao cordão anterior, aplicando um revenimento no material de adição com o objetivo de corrigir a tenacidade e a dureza excessiva, conseguindo-se, com isso, um aumento na tenacidade da união soldada [3].

2.4 Ensaios

ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS:

- a. aV (Verification) transferência da marcação de origem das chapas;
- b. VT (Visual Test) extremidades dos chanfros, montagem e soldagem;
- c. DT (Dimensional t) extremidades das chapas, montagem e soldagem;
- d. PT (Penetrant Test) líquido penetrante dos chanfros e das soldas;
- e. S (Supervision Test) durante a execução da soldagem;
- f. RT Radiography Test - Raio X em 100% da junta soldada.

ENSAIOS DESTRUTIVOS :

- g. V da transferência da marcação de origem para corte dos CP's;
- h. VT / DT / PT antes e após o corte dos corpos de prova;

- i. Metalografia, Macrografia e Micrografia no volume de solda;
- j. Ferrita Delta no volume de solda;
- k. Tração Transversal dos 03 corpos de prova das juntas soldadas;
- l. Dobramento dos 03 corpos de prova das juntas soldadas;
- m. Corrosão Intergranular.

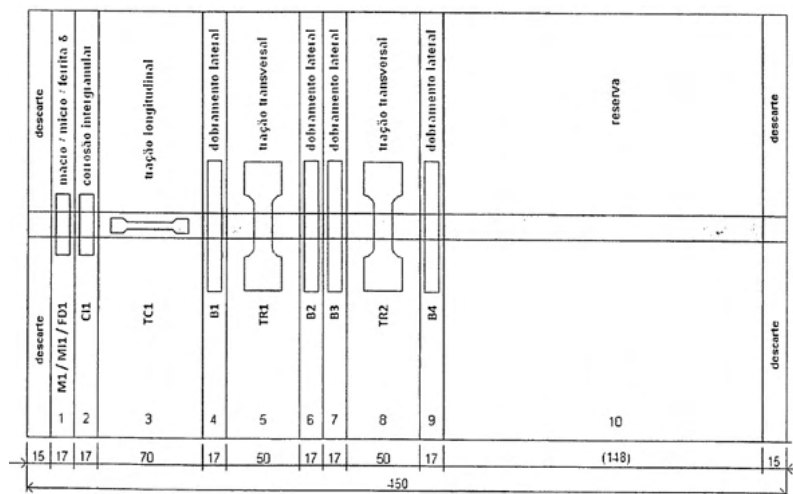


Figura 10. Layout da retirada dos Corpos de Prova (CP's) das amostra (unidades em mm)

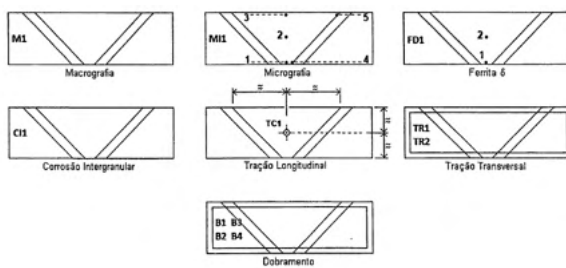


Figura 11. Localização dos CP's destinados a Ensaios Metalograficos



Figura 12. Usinagem e Preparação dos CP's



Figura 13. CP's de Trações, Dobramentos

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização dos testes exigidos, tais como Líquido Penetrante (LP), Visual (VT); Tração Transversal; Dobramento; Macrografia e Micrografia; Corrosão Intermetálica; Ferrita Delta e, em especial, o de Raio X (RT) detalhado na Figura 14, todas as amostras tiveram os seus resultados aprovados conforme os critérios previstos pela norma CNEN 1.16 e Seção 10 do Código ASME IX:

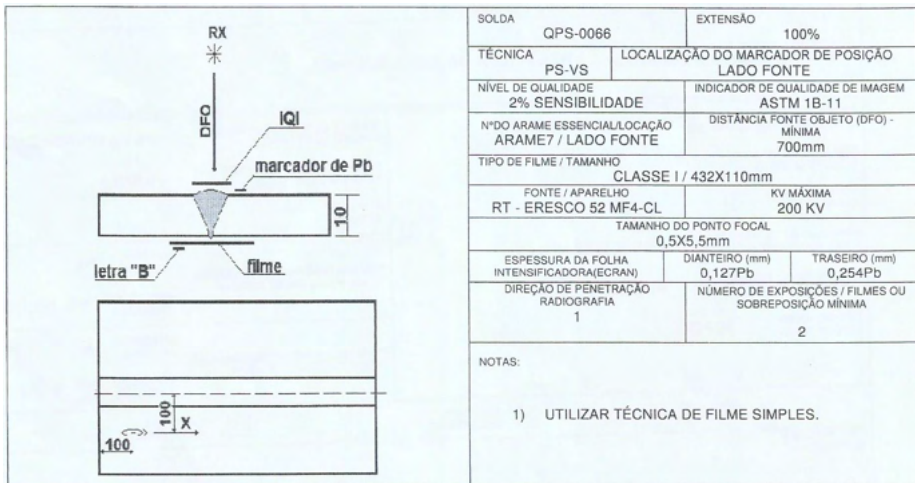


Figura 14. Teste de RT (Raio X). As três juntas soldadas consideradas "Aprovadas".

Os ensaios Metalográficos foram compostos com macrografias, micrografias, ferrita delta e ensaio de corrosão intermetálica, com aumentos de 200x, sem descontinuidades superficiais e penetração adequada (Figuras 15 a 17):

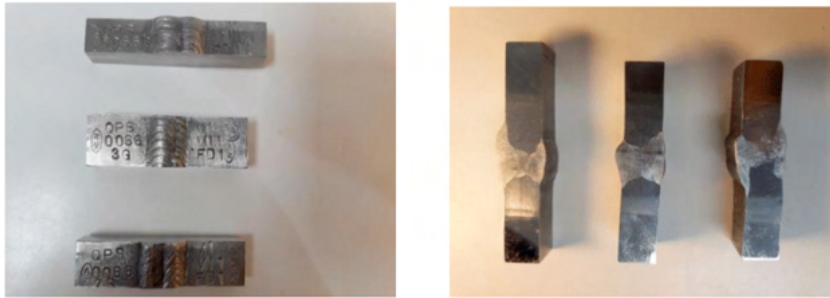


Figura 15. Macrografia das amostra A-B C-D e E-F, respectivamente

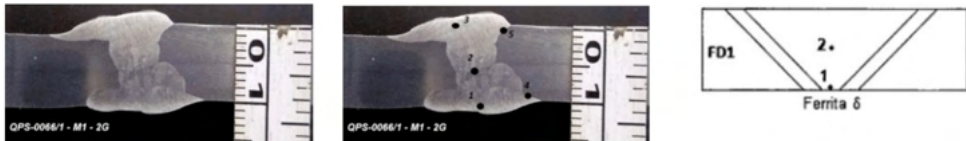


Figura 16. Amostra MI1-2g - Ensaio Metalográfico, Seção transv com as localizações das micrografias e Ferrita Delta. Valor AWS A4.: FN \geq 5. Aprov.com Ponto 1: 5,6FN; Ponto 2: 5,5FN.

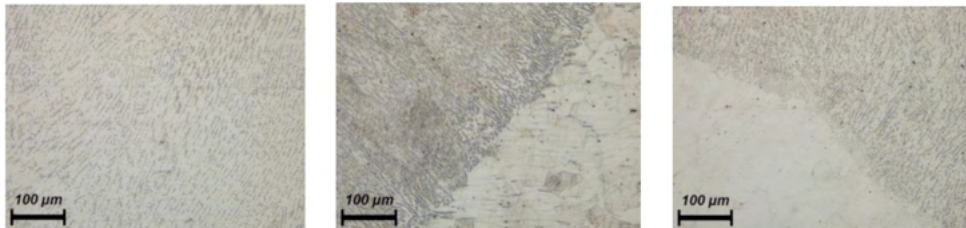


Figura 17. Ferrita Delta em matriz austenítica, Instrum MO1 - Transição do metal de base/adição. Aumento 200x. Instrum. FERRITOSCÓPIO FISHER FMP30C Padrões N1-1024

4 | CONCLUSÃO

Ao final do desenvolvimento deste procedimento de soldagem, conclui-se que todas as amostras apresentaram resultados satisfatórios nos ensaios destrutivos e não destrutivos sem descontinuidades superficiais, ou defeitos no volume de solda, demonstrando que os critérios estabelecidos na escolha dos parâmetros de soldagem, máquinas e equipamentos, processos operacionais adotados e na preparação dos ensaios contribuíram para a **aprovação do emprego do Aço Inoxidável Austenítico ASTM A240 TP316L e seus consumíveis, para aplicação na soldagem de componentes nucleares pertencentes aos Internos do Reator Nuclear do Circuito Primário de Usinas Nucleares.**

Os valores dos ensaios de Tração Transversal (segundo ASTM A370), obtidos com 35% acima do Limite de Resistência, bem como os de Dobramento e mecanográficos sem nenhuma descontinuidade em todos os Corpos de Prova (CP's), demonstram o pleno atendimento dos requisitos mínimos estabelecidos pelas normas e especificações técnicas dos construtores de instalações núcleo geradoras.

REFERÊNCIAS

- 1 AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS - ASME, BPVC - Boiler and Pressure Vessel Committee, **Specification for P-Numbers Groups for Stainless Steel QW/QB-422 – Ferrrous/Nonferrous Base metal qualification** (SA-210). In: Section IX and III, 2010. AWS 5.5, **Specification for Alloy Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding**, 2014.
- 2 AMERICAN WELDING SOCIETY - AWS, “**Austenitic Chromium-Nickel Stainless Steel**”. In: **Metals and their Weldability**, 6 ed., v. 4, chapter 65, *Welding Handbook*, Len Griffing, Miami, Florida, USA, 1972.
- 3 CASTNER, H. R. “**What You Should Know About Austenitic Stainless Steel**”, *Welding Journal* vol. 72, n. 4, pp. 53-59, Apr. 2002.
- 4 CASTRO, R. e CADENET, J. J., “**Welding Metallurgy of Stainless and Heat-Resisting Steels**”. 1 ed. Cambridge, England, Cambridge University, 1975
- 5 CODERRE J. **Derivation of the radiation produced during boron neutron capture irradiation**, Intl J Radiat Biol Phys, 1993; 27: 1121-1129.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alumínio-Cobre 131

Aplicação 8, 14, 19, 30, 34, 36, 38, 39, 46, 59, 81, 84, 121, 145, 146, 150, 156, 157, 158, 159, 180, 204, 209, 210, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 250, 267, 295, 304, 305

Aplicativos 145, 146, 147

Aprendizagem 36, 37, 38, 39, 40, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 114, 145, 146, 147, 148, 149, 161, 179, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 222, 244, 248, 249, 250

Arduino 79, 81, 83, 85, 296, 297

Atividades lúdicas 36, 39, 44, 46, 199

Atividades remotas 117

Audição 236, 237, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Aulas práticas 36, 38, 45

Automação 49, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 193, 296, 300, 305

Autônomo 8, 21, 47, 52, 53, 58, 224

Avaliação 5, 6, 18, 30, 35, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 66, 81, 90, 103, 109, 111, 113, 115, 126, 127, 129, 131, 145, 150, 157, 158, 159, 170, 171, 195, 220, 221, 223, 236, 237, 239, 243, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 292

B

Banco de dados 87, 88, 241, 299, 303, 307

Base tecnológica 6, 22, 64, 65

Big data 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279

Biomateriais 164, 165, 171

C

Capacidade funcional 123, 124, 125, 126, 127, 129, 237

Capacitação 2, 47, 49, 50, 51, 66, 67, 146, 149, 156, 160, 213, 283

Carro elétrico 178, 190, 191

Cibercultura 69, 76, 78

Coleta de dados 41, 86, 90, 91, 92, 93, 145, 150, 179, 196, 201

Conhecimento 1, 2, 3, 5, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 27, 29, 35, 38, 39, 42, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 58, 59, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 73, 74, 75, 76, 80, 81, 84, 86, 92, 107, 113, 121, 147, 148, 149, 157, 159, 161, 179, 196, 197, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 217,

220, 250, 290, 291

Contratação 21, 47, 48, 54, 285

Coronavírus 69, 70, 72, 74, 75

COVID-19 117, 118, 120, 212

D

Desenvolvimento 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 46, 48, 49, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 72, 74, 75, 76, 79, 80, 82, 83, 87, 88, 89, 94, 105, 117, 120, 145, 148, 151, 178, 179, 193, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 206, 207, 212, 220, 224, 236, 237, 244, 249, 251, 256, 257, 267, 280, 281, 282, 283, 284, 289, 290, 291, 296, 297, 300, 302, 305, 306, 307

Dispositivo 10, 81, 82, 84, 165, 237

Docente 37, 39, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 70, 71, 72, 74, 78, 103, 108, 160, 197, 199, 209, 218, 219

Drone 224

E

Educação 15, 26, 36, 37, 45, 47, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 59, 62, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 103, 105, 107, 113, 114, 115, 122, 125, 129, 147, 149, 161, 198, 199, 200, 207, 208, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 222, 223, 246, 250, 284, 291, 307

Eletromobilidade 178, 190

Empreendedorismo social 117

Empresas 2, 3, 4, 5, 6, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 48, 50, 64, 65, 66, 67, 68, 95, 96, 99, 100, 101, 120, 197, 256, 270, 275, 277, 278, 280, 281, 282, 284, 285, 288, 289, 290, 291, 292

Ensino 15, 23, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 69, 70, 71, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 103, 114, 115, 116, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 160, 161, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 221, 222, 223, 244

Ensino-aprendizagem 36, 37, 38, 39, 45, 50, 52, 54, 146, 148, 197, 198, 199

Enxame 224

Estado funcional 123, 124, 125, 126, 128, 129

Exclusão digital 117, 121, 122

F

Formação 2, 7, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 59, 60, 62, 63, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 80, 87, 94, 108, 109, 113, 132, 143, 149, 191, 208, 210, 212, 213, 215, 216, 217, 282, 283, 286, 292

Funcionalidade 123, 124, 125, 127, 128, 129, 237

H

Híbrido 187, 194, 209, 211, 214, 215, 217, 218, 221, 222

I

Implante 236, 237, 238, 242, 243, 248, 249, 252, 253

Incubadoras 23, 64, 65, 66, 67, 68

Independência funcional 123, 124, 125, 126, 127, 128

Indústria 6, 12, 20, 26, 30, 35, 74, 131, 132, 165, 178, 179, 282, 283, 289, 290, 291, 297

Inovação 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 64, 65, 68, 71, 163, 208, 214, 216, 280, 281, 282, 283, 284, 289, 290, 291, 292, 293, 295, 307

Instagram 69, 70, 71, 74, 76, 77, 119, 122

Integrador 209, 211, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223

J

Jogos eletrônicos 145, 146, 147, 148, 150, 159, 160, 161, 207

Jogos lúdicos 36, 38, 39, 45, 46

L

Laminação 131, 133, 134, 135, 136, 140, 143, 144

M

Matemática 37, 45, 47, 49, 51, 55, 79, 80, 82, 83, 85, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 157, 159, 160, 161, 208, 274

Microdureza 131, 133, 135, 140, 143, 144

Molhabilidade 163, 164, 166, 167, 170, 171, 172, 175, 176

Motores 20, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 190, 191, 193, 194, 195, 299

O

Organização 2, 6, 7, 27, 29, 60, 63, 73, 78, 81, 112, 196, 201, 210, 212, 237, 252, 292

Óxido de Titânio 164

P

Pandemia 48, 50, 51, 69, 70, 72, 74, 75, 78, 117, 118, 120, 121, 122, 208, 212

Pesquisa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 40, 41, 45, 55, 65, 69, 71, 76, 77, 79, 80, 81, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 103, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 114, 115, 116, 123, 124, 127, 129, 149, 150, 160, 165, 179, 190, 196, 198, 199, 200, 201, 206, 207, 217, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 236, 237, 238, 239,

240, 251, 256, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 290, 292, 296

Plasma 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 173, 176, 177, 261, 295

Poder público 86, 87, 90, 91, 93, 101

Políticas 5, 10, 15, 25, 26, 27, 35, 54, 61, 64, 65, 69, 78, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 94, 105, 114, 147, 193, 214, 220, 280, 283, 284, 291, 292

Problemas 2, 6, 9, 10, 21, 22, 24, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 65, 80, 81, 83, 85, 96, 101, 102, 147, 148, 159, 160, 161, 165, 187, 199, 216, 217, 243, 247, 272, 273, 277

Programa 6, 9, 64, 65, 66, 67, 68, 73, 99, 163, 168, 170, 231, 232, 233, 239, 283, 290, 292, 300

Projeto 4, 18, 67, 75, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 103, 106, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 149, 157, 159, 192, 194, 204, 209, 211, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 256, 290, 297

Q

Qualidade 12, 21, 26, 37, 53, 59, 60, 74, 77, 123, 127, 128, 129, 136, 149, 161, 197, 213, 216, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 243, 244, 248, 252, 253, 263, 281, 283, 296, 297, 300, 301, 305

R

Reatores nucleares 256

Recristalização 131, 135, 140, 143, 144

Resolução 9, 10, 21, 47, 49, 51, 54, 55, 80, 85, 107, 147, 148, 157, 158, 159, 160

Revisão 32, 40, 119, 123, 124, 125, 126, 129, 130, 150, 152, 157, 178, 179, 190, 191, 207, 209, 221, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 248, 249, 250, 251, 280, 282

Robótica 79, 80, 82, 83, 84, 85, 225, 227, 294, 296, 297, 298, 306

Rugosidade 164, 168, 170, 171, 172, 175

S

Semi-autônomo 224

Sistema 4, 5, 6, 10, 12, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 25, 27, 29, 32, 34, 61, 83, 84, 97, 120, 150, 166, 178, 179, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 193, 194, 225, 226, 235, 275, 280, 281, 282, 283, 284, 290, 291, 294, 296, 297, 298, 299, 302, 305, 306

Softwares 47, 48, 53, 88, 89, 145, 148, 149

Solda 256, 257, 259, 261, 262, 263, 265, 267

Solidificação direcional 131

Stakeholder 118, 119, 120

Sustentabilidade 85, 178, 291, 295

T

Tabela periódica 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

Tecnologia 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 47, 49, 51, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 74, 77, 78, 80, 85, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 113, 114, 116, 118, 119, 120, 146, 147, 160, 161, 178, 183, 184, 190, 192, 193, 197, 198, 202, 210, 212, 214, 222, 223, 257, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 289, 291, 292, 293, 295, 296, 307

Tecnologias digitais 54, 79, 80, 197

Tecnologização 69

Topografia 163, 166, 168, 170, 175

Transferência de tecnologia 6, 24, 64, 65

Tratamento térmico 131, 132, 133, 143, 262

Treinamento 26, 48, 49, 50, 51, 52, 53

V


Vulnerabilidade social 117, 121





Vygotsky 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 78, 208

W

Web crawler 86, 88, 89, 91, 92, 93, 94

Websites 88

A circular inset image showing a close-up of microscope lenses, with a central vial labeled 'SARS-CoV-2 Vaccin' in the foreground.





www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
@atenaeditora 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento



www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento