

COLEÇÃO

# DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA 2



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA 2**



**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN**  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**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 Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

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 Exatas e da Terra e Engenharias**

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

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª 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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Henrique Ajuz Holzmann

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia de materiais e metalúrgica 2 / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-551-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.515210610>

1. Engenharia de Materiais. 2. Metalúrgica. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Título.  
CDD 669

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://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 engenharia de materiais, se tornou um dos grandes pilares da revolução técnica industrial, principalmente quando se diz a indústria 4.0, devido a necessidade de desenvolvimento de novos materiais, que apresentem melhores características e propriedades físico-químicas. Para obtenção desses novos materiais, muitos processos precisaram de alterações e de novos métodos, exigindo um desprendimento de força elevado nesta área. Grandes empresas e centros de pesquisa investem maciçamente em setores de P&D a fim de tornarem seus produtos e suas tecnologias mais competitivas.

Destaca-se que a área de material compreende três grandes grupos, a dos metais, das cerâmicas e dos polímeros, sendo que cada um deles tem sua importância na geração de tecnologia e no desenvolvimento dos produtos. Aliar os conhecimentos pré-existentes com novas tecnologias é um dos grandes desafios da nova engenharia.

Neste livro são explorados trabalhos teóricos e práticos, relacionados as áreas de materiais, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. Apresenta capítulos relacionados ao desenvolvimento de novos materiais, com aplicações nos mais diversos ramos da ciência, bem como assuntos relacionados a melhoria em processos e produtos já existentes, buscando uma melhoria e a redução dos custos.

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

Boa leitura a todos.

Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **STRESS-CRACKING: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DOS ÚLTIMOS 21 ANOS DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS**

Vinícius Pereira Bacurau  
Ana Larissa Soares Cruz  
Nicolas Moreira de Carvalho Gomes  
Ermeson David dos Santos Silva  
Thalia Delmondes de Souza  
Leonardo Alves Pinto  
Edvânia Trajano Teófilo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106101>

### **CAPÍTULO 2..... 18**

#### **ESTUDO DA INFLUENCIA DA ADIÇÃO DO WC NANOESTRUTURADO NAS PROPRIEDADES DO AÇO MA957**

Kívia Fabiana Galvão de Araújo  
Maria José Santos Lima  
Fernando Erick Santos da Silva  
Cléber da Silva Lourenço  
Uilame Umbelino Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106102>

### **CAPÍTULO 3..... 30**

#### **CARACTERIZAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO MARTENSÍTICA EM AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS E DEFORMADOS POR DIFERENTES PROCESSOS DA ÁREA NUCLEAR**

Jamil Martins Guimarães Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106103>

### **CAPÍTULO 4..... 38**

#### **TRÊS MÉTODOS PARA MELHORAR AS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE LIGAS DE ALUMÍNIO**

Juan José Arenas Romero  
Jesús García Lira  
Martín Castillo Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106104>

### **CAPÍTULO 5..... 45**

#### **IMPACT OF ZINC CONCENTRATION AND pH IN THE ELECTROPLATING PROCESS IN AN ACID SULFATE-BASED SOLUTION**

Gabriel Abelha Carrijo Gonçalves  
Pedro Manoel Silveira Campos  
Tácia Costa Veloso  
Vera Rosa Capelossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106105>

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>56</b>
INSPEÇÃO ATRAVÉS DO ENSAIO VISUAL	
Marta Alves Marques	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106106">https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106106</a>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>78</b>
RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL: UMA ABORDAGEM SOBRE ARTIGOS CIENTÍFICOS E POLÍTICAS NACIONAIS NO ÚLTIMO QUINQUÊNIO	
Mariana Cordeiro Magalhães	
Fernanda Nadier Cavalcanti Reis	
Peolla Paula Stein	
Tatiane Benvenuti	
Tácia Costa Veloso	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106107">https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106107</a>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>84</b>
PRODUÇÃO DE JANELAS INTELIGENTES BASEADAS EM POLÍMEROS NATURAIS	
Márcio Roberto da Silva Oliveira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106108">https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106108</a>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>94</b>
BENEFÍCIOS NA UTILIZAÇÃO DE TUBOS DE PAPELÃO ESTRUTURAL COMO SISTEMA CONSTRUTIVO	
Gabriela Santos Pereira Lopes de Barros	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106109">https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106109</a>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>106</b>
ADIÇÃO DE BORRACHA DE PNEUS ORIUNDA DE CAPEAMENTO NO CONCRETO ESTRUTURAL – UMA AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS	
Myrelle Pinheiro e Silva	
Maria Letícia Ferreira da Silva	
Daniele Gomes Carvalho	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061010">https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061010</a>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>132</b>
AVALIAÇÃO DA BORRACHA NATURAL EPOXIDADA COMO UM POSSÍVEL MATERIAL AUTORREPARÁVEL	
Duane da Silva Moraes	
Helena Mesquita Biz	
Tatiana Louise Avila de Campos Rocha	
Cristiane Krause Santin	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061011">https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061011</a>	

**CAPÍTULO 12..... 149**

**LAJOTAS DE PISO TÁTIL PREPARADAS COM ADIÇÃO DE *FLAKES* DE POLIESTIRENO RECICLADO COMO AGREGADO MIÚDO EM ARGAMASSA**

Debora Scopel  
Mateus Vosgnach  
Vinicio Ceconello  
Ana Maria Coulon Grisa  
Edson L. Francischetti  
Mara Zeni Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061012>

**CAPÍTULO 13..... 159**

**ADSORCION DE XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO EN LA GALENA**

Claudia Veronica Reyes Guzman  
Leonor Muñoz Ramírez  
Sergio García Villarreal  
Gloria Guadalupe Treviño Vera  
Aglae Davalos Sánchez  
Gema Trinidad Ramos Escobedo  
Manuel García Yregoi  
Evelyn Rodríguez Reyna  
Samuel Chacón de la Rosa  
Luis Rey García Canales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061013>

**CAPÍTULO 14..... 170**

**ADSORCION DE CIANURO EN CARBON ACTIVADO DE CASCARA DE TAMARINDO**

Claudia Veronica Reyes Guzmán  
Leonor Muñoz Ramírez  
Sergio García Villarreal  
Gloria Guadalupe Treviño Vera  
Aglae Davalos Sánchez  
Gema Trinidad Ramos Escobedo  
María Gloria Rosales Sosa  
Evelyn Rodríguez Reyna  
Samuel Chacón de la Rosa  
Luis Enrique Barajas Castillo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061014>

**CAPÍTULO 15..... 180**

**DESENVOLVIMENTO DE MEMBRANAS DE QUITOSANA/GELATINA/FÁRMACO PARA REGENERAÇÃO DA SUPERFÍCIE OCULAR**

Amanda Eliza Goulart Gadelha  
Wladýmjr Jéfferson Bacalhau Sousa  
Albaniza Alves Tavares  
Rossembérg Cardoso Barbosa  
Maria Dennise Medeiros Macêdo

Thiago Cajú Pedrosa  
Ana Caroline Santana de Azevedo  
Fernando Melo Gadelha  
Kleilton Oliveira Santos  
Marcus Vinícius Lia Fook

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061015>

**CAPÍTULO 16..... 194**

**META-ARAMIDAS: DE UMA PERSPECTIVA DE PROTEÇÃO PESSOAL A UMA PERSPECTIVA AMBIENTAL**

Natália de Oliveira Fonseca  
Íris Oliveira da Silva  
Francisco Claudivan da Silva  
Késia Karina de Oliveira Souto Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061016>

**CAPÍTULO 17..... 205**

**USINAS TERMELÉTRICAS E A SIDERURGIA**

Késsia de Almeida Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061017>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 209**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 210**

*Data de aceite: 01/10/2021*

**Marta Alves Marques**

MBA Gestão da Qualidade e Engenharia de  
Produção  
Instituto de Pós-Graduação - IPOG  
Fortaleza, CE

**RESUMO:** Este artigo é sobre a inspeção, através do ensaio visual, nas juntas soldadas, realizadas na construção de uma siderúrgica, no segmento de construção civil e mecânica 2013/2014. Qual a finalidade dessa inspeção e como analisar essas descontinuidades (defeitos na soldagem)? Envolvendo equipes especializadas com qualificações e dotado de experiência, contribuímos com análise crítica e técnica para avaliar, definir e corrigir, conforme os critérios de aceitação da norma vigente. O objetivo foi identificar as descontinuidades / defeitos, em todo trabalho de soldagem, realizado na fabricação de equipamentos e na construção do projeto, reduzindo custo, retrabalho e mantendo sempre a qualidade em cada peça construída. A equipe do controle de qualidade acompanhou passo a passo e treinou todos os líderes dos setores, apresentando as normas e procedimentos definidos no projeto. Foi feita pesquisa bibliográfica com foco no assunto, e através do monitoramento em campo. Com isso, foi identificado que treinando equipe especializada e monitorando as atividades, evitamos o retrabalho e a identificação precoce das descontinuidades /

defeitos. Porém, esse sistema é de fundamental importância para empresa, prevenindo problemas futuros. Conclui-se que a adoção das ferramentas da equipe do controle da qualidade, é fundamental nesse processo da construção da siderúrgica em todo canteiro da obra.

**PALAVRAS - CHAVE:** Ensaio visual; Qualidade; Soldagem.

**ABSTRACT:** This article is about the inspection, through visual testing, of welded joints, carried out in the construction of a steel mill, in the civil and mechanical construction segment 2013/2014. Which the purpose of this inspection and how to analyze these discontinuities (welding defects)? Involving specialized teams with qualifications and endowed with experience, they contribute with critical and technical analysis to assess, define and correct, according to the criteria of acceptance of the current standard. The objective was to identify discontinuities / defects, throughout welding work, carried out in the manufacture of equipment and in the construction of the project, reducing cost, rework and always maintaining the quality of each piece built. THE The quality control team followed step by step and trained all the leaders of the sectors, presenting the rules and procedures defined in the project. Research was carried out bibliography with a focus on the subject, and through field monitoring. With that, it was identified that by training a specialized team and monitoring activities, we avoid the rework and early identification of discontinuities / defects. However, this system is of fundamental importance for the company, preventing future problems. It is concluded that the adoption of the

quality control team's tools is fundamental in this process. of the construction of the steel plant on the entire construction site.

## 1 | INTRODUÇÃO

No atual cenário em que as exigências de qualidade estão se firmando, é de vital importância o desenvolvimento de alternativas que permitam de forma eficaz, avaliar a qualidade nas juntas soldadas. A aplicação do ensaio visual se constitui em uma estratégia interessante para monitorar os estados das mesmas. A inspeção por meio do EV (ensaio visual) é uma das mais antigas atividades nos setores industriais e o mais usado, pela sua simplicidade de realização e baixo custo operacional. Desta forma a utilização do ensaio visual na engenharia mecânica vem se tornando um tema de interesse em diversos países nos setores industriais. Na construção mecânica utilizando o ensaio visual, identificamos vários tipos de descontinuidades, através desse método. A utilização do ensaio depende da confiabilidade da aplicação dos métodos de conhecimento sobre aplicação. Sendo assim a engenharia mecânica e civil é um campo na qual a utilização desse ensaio vem sendo muito desenvolvido como ferramenta principal, auxiliando os profissionais envolvidos no controle da qualidade na soldagem. Através da utilização do ensaio visual permite-se a identificação de defeitos e descontinuidades.

Designa-se como defeito ou descontinuidade a qualquer interrupção da estrutura típica de uma junta soldada. A existência de descontinuidades em uma junta, não significa necessariamente que a mesma seja defeituosa. Esta condição depende de aplicação a que se destina o componente e é em geral caracterizado pela comparação das descontinuidades observadas ou propriedade medida com níveis estabelecidos em um código, projeto ou contato pertinente. Assim, considera-se uma junta soldada que contém defeitos quando esta apresenta descontinuidades ou propriedades que não atendam ao exigido pelas normas vigentes. Juntas defeituosas em geral, precisam ser reparadas ou mesmo substituídas. (MODENESI, 2001).

Conclui-se que, a utilização do ensaio visual, antes e depois da soldagem, de qualquer peça ou componente, é possível a detecção precoce dessas descontinuidades, evitando o retrabalho e garantindo qualidade na soldagem.

## 2 | DEFINIÇÃO DO ENSAIO VISUAL

Ensaio Visual é o método mais simples, o mais utilizado, em geral, precede qualquer outro tipo de ensaio. O método é usado na inspeção superficiais externas para o ajuste, dimensionamento do tamanho da junta e forma da descontinuidade e acabamento.

### 3 I FINALIDADES DO ENSAIO VISUAL

O Ensaio Visual é uma ferramenta para o controle da qualidade nos trabalhos de soldagem, realizado antes e após a qualquer atividade de soldagens dimensionais analisados. Para cada ensaio realizado é necessário a emissão de um relatório ( anexo) aprovado e assinado por um profissional qualificado. Os principais itens verificados são os seguintes: valor do ângulo do bisel, valor do ângulo do chanfro, dimensão da face da raiz, dimensão da abertura da raiz, alinhamento das partes soldadas, corrosão, existência de elementos contaminantes (óleo, graxa, tinta e etc.), trincas, etc.

#### 3.1 Inspeções antes da soldagem

Destina-se a verificar detecção da geometria da peça, em relação a especificação do procedimento de soldagem, antes do início do processo de soldagem.



Figura 1 – Exemplo de figura

Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2013)

#### 3.2 Inspeções após a soldagem

Deve-se detectar possíveis descontinuidades introduzidas durante a soldagem, que possam ser verificadas em caráter dimensional ( poros superficiais, trincas, mordeduras ) ou estrutural ( Limita-se apenas descontinuidades na superfície, ex. Mordeduras, abertura de arco, trincas, sobreposição e poros).



Figura 2 – Exemplo de figura

Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2013)

## 4 | TIPOS DE DESCONTINUIDADES NAS JUNTAS SOLDADAS

Aplicável a todos os materiais e equipamentos; pode ser realizada em superfícies planas ou curvas e mesmo naquelas de difícil acesso; possível de ser realizado em peças ou equipamentos de geometria complexa; possibilidade de identificação rápida de descontinuidades. Segundo Coppen (2008), veremos as definições das descontinuidades superficiais, nas juntas soldadas.

### 4.1 Abertura de Arco

Imperfeição local da superfície do metal de base, caracterizada por uma ligeira adição ou perda de metal, resultante da abertura do arco elétrico.

### 4.2 Ângulo Excessivo de Reforço

Ângulo excessivo entre o plano da superfície do metal de base e o plano tangente ao reforço de solda, traçado a partir da margem da solda.

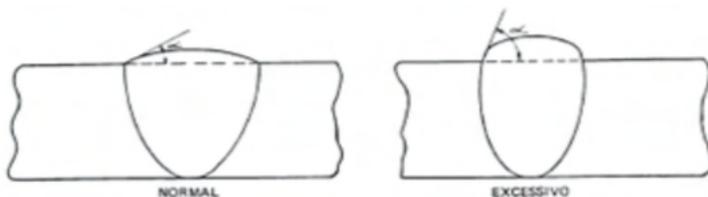


Figura 3 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

### 4.3 Cavidade Alongada

Vazio não arredondado com a maior dimensão paralela ao eixo da solda podendo estar localizado:

- (a) na solda;
- (b) na raiz da solda.

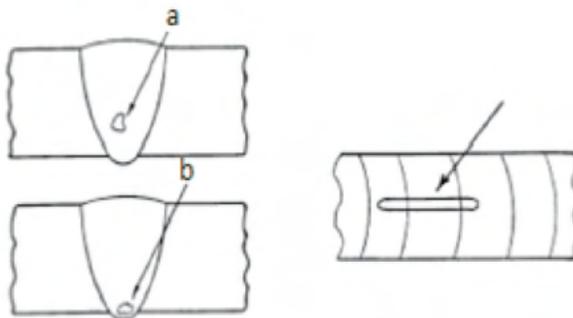


Figura 4 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

### 4.4 Concavidade

Reentrância na raiz da solda, podendo ser:

- (a) central, situada ao longo do centro do cordão;
- (b) lateral, situada nas laterais do cordão.

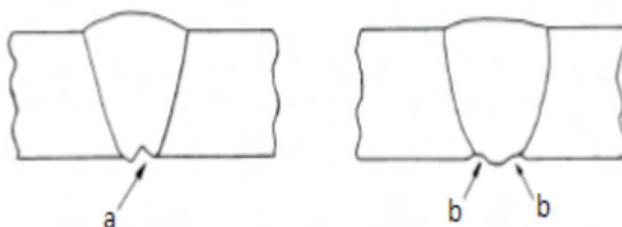


Figura 5 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

### 4.5 Concavidade Excessiva

Solda em ângulo com a face excessivamente côncava.

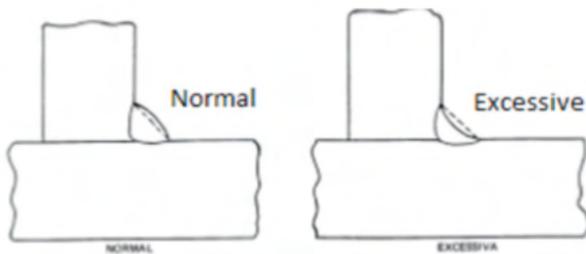


Figura 6 – Exemplo de descontinuidade na soldagem  
 Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.6 Convexidade Excessiva

Solda em ângulo com a face excessivamente convexa.

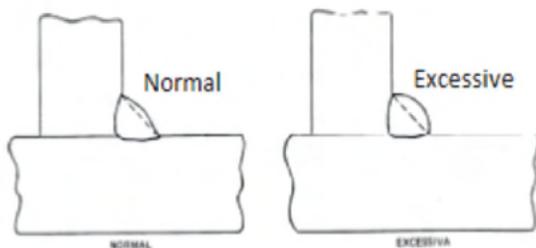


Figura 7 – Exemplo de descontinuidade na soldagem  
 Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.7 Deformação angular

Distorção angular da junta soldada em relação à configuração de projeto, exceto para junta soldada de topo.

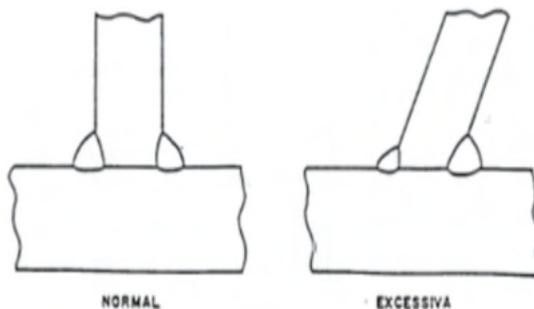


Figura 8 – Exemplo de descontinuidade na soldagem  
 Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

## 4.8 Deposição Insuficiente

Insuficiência de metal na face da solda.

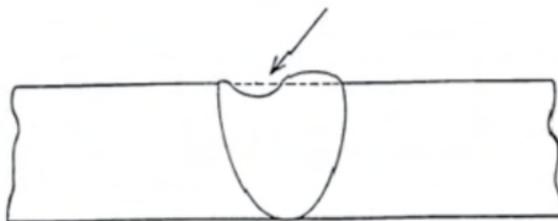


Figura 9 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

## 4.9 Desalinhamento

Junta soldada de topo, cujas superfícies das peças, embora paralelas, apresentam-se desalinhadas, excedendo à configuração de projeto.



Figura 10 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

## 4.10 Embicamento

Deformação angular de junta soldada de topo.

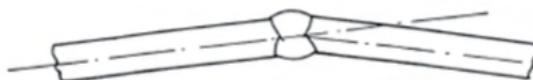


Figura 11– Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

## 4.11 Falta de fusão

Fusão incompleta entre a zona fundida e o metal de base, ou entre passes da zona fundida, podendo estar localizada:

(a) na zona de ligação;

- (b) entre os passes;
- (c) e (d) na raiz da solda.

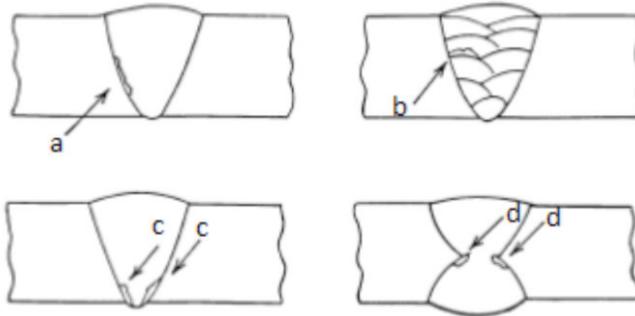


Figura 12 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.12 Falta de penetração

Insuficiência de metal na raiz da solda.



Figura 13 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.13 Inclusão de Escória

Material não metálico retido na zona fundida, podendo ser:

- (a) e (b) alinhada;
- (c) isolada;
- (d) agrupada.

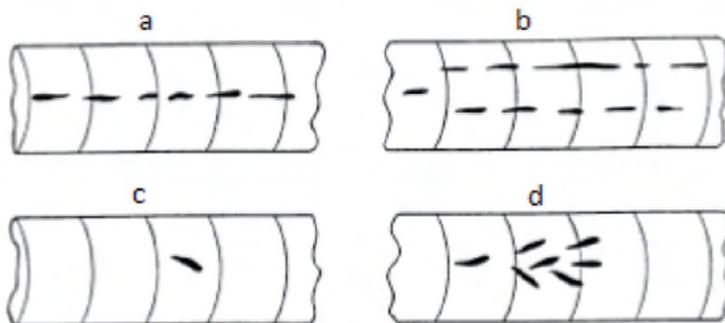


Figura 14 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.14 Inclusão metálica

Metal estranho retido na zona fundida.

#### 4.15 Micro-trinca

Trinca com dimensões microscópicas.

#### 4.16 Mordedura

Depressão sob a forma de entalhe, no metal de base acompanhando a margem da solda (a) e (b).

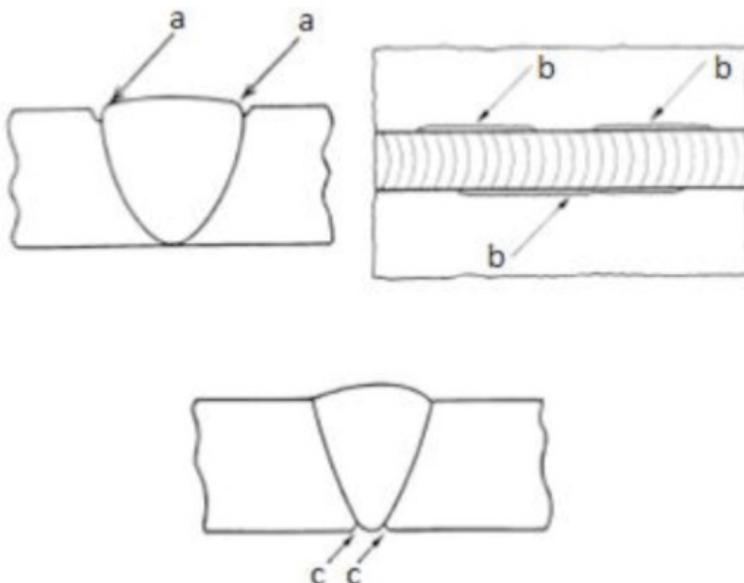


Figura 15 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.17 Mordedura na raiz

Mordedura localizada na margem da raiz da solda.

#### 4.18 Penetração excessiva

Metal da zona fundida em excesso na raiz da solda.

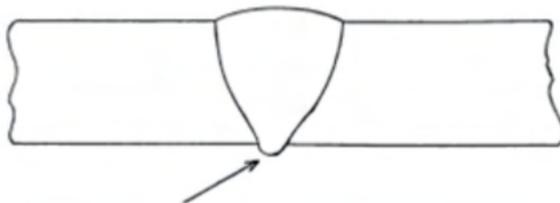


Figura 16 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.19 Perfuração

Furo na solda (a) ou penetração excessiva localizada (b) resultante da perfuração do banho de fusão durante a soldagem.

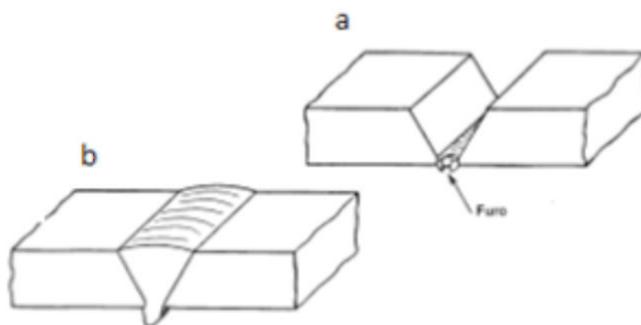


Figura 17 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.20 Poro

Vazio arredondado, isolado e interno à solda

#### 4.21 Poro superficial

Poros que emergem à superfície da solda.

## 4.22 Porosidade

Conjunto de poros distribuídos de maneira uniforme, entretanto não alinhado.

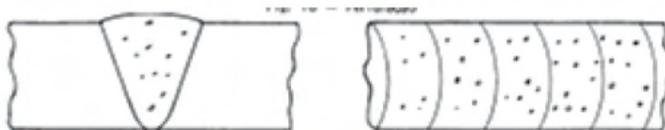


Figura 18 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

## 4.23 Porosidade agrupada

Conjunto de poros agrupados.



Figura 19 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

## 4.24 Porosidade alinhada

Conjunto de poros dispostos em linha, segundo uma direção paralela ao eixo longitudinal da solda.



Figura 20 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

## 4.25 Porosidade Vermiforme

Conjunto de poros alongados ou em forma de espinha de peixe situados na zona fundida.

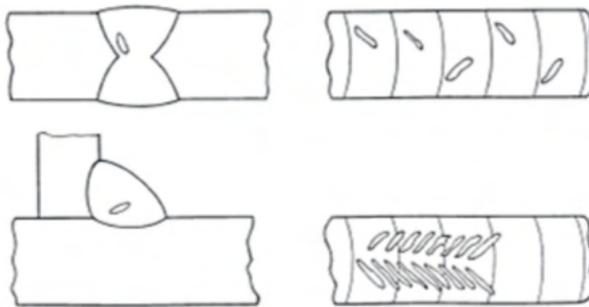


Figura 21– Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.26 Rechupe de Cratera

Falta de metal resultante da contração da zona fundida, localizada na cratera do cordão de solda.



Figura 22 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.27 Rechupe interdendrítico

Vazio alongado situado entre dendritas da zona fundida

#### 4.28 Reforço excessivo

Excesso de metal da zona fundida, localizado na face da solda.

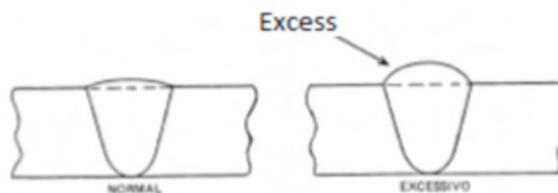


Figura 23 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.29 Respingos

Glóbulos de metal de adição transferidos durante a soldagem e aderidos à superfície do metal de base ou à zona fundida já solidificada.

#### 4.30 Sobreposição

Excesso de metal da zona fundida sobreposto ao metal de base na margem da solda, sem estar fundido ao metal de base.

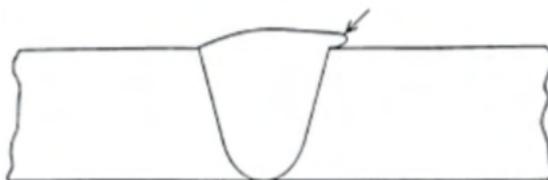


Figura 24 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.31 Solda em ângulo assimétrica

Solda em ângulo, cujas pernas são significativamente desiguais em desacordo com a configuração de projeto.

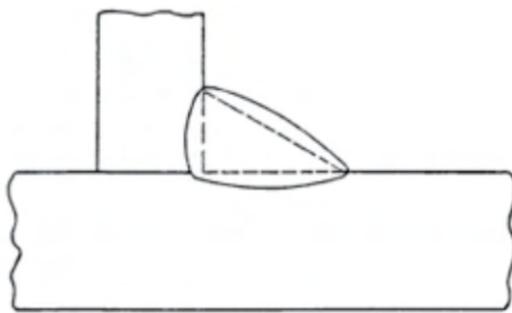


Figura 25 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.32 Trinca

Descontinuidade bidimensional produzida pela ruptura local do material.

### 4.33 Trinca de cratera

Trinca localizada na cratera do cordão de solda, podendo ser:

- (a) longitudinal;
- (b) transversal;
- (c) em estrela.

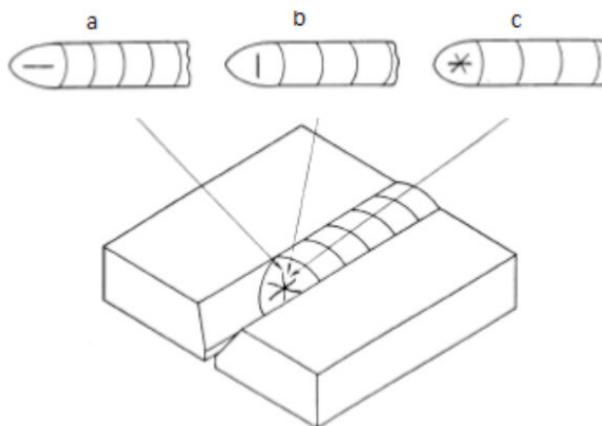


Figura 26 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

### 4.34 Trinca em estrela

Trinca irradiante de tamanho inferior à largura de um passe da solda considerada.

### 4.35 Trinca interlamelar

Trinca em forma de degraus, situados em planos paralelos à direção de laminação, localizada no metal de base, próxima à zona fundida.

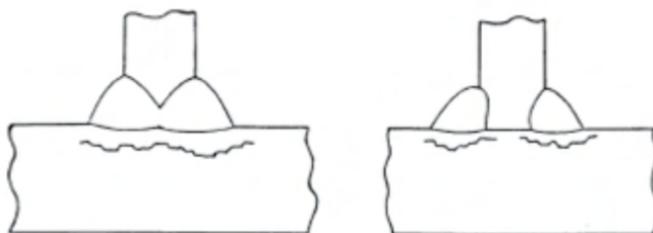


Figura 27 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.36 Trinca irradiante

Conjunto de trincas que partem de um mesmo ponto podendo estar localizada:

- (a) na zona fundida;
- (b) na zona afetada termicamente;
- (c) no metal de base.

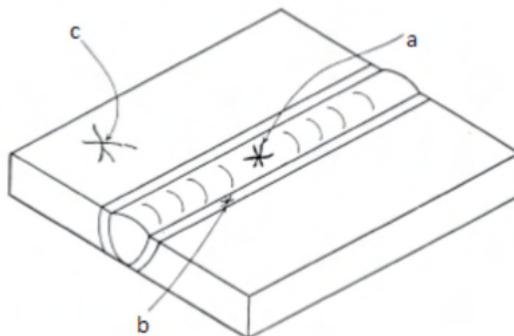


Figura 28 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.37 Trinca longitudinal

Trinca com direção aproximadamente paralela ao eixo longitudinal do cordão de solda, podendo estar localizada:

- (a) na zona fundida;
- (b) na zona de ligação;
- (c) na zona afetada termicamente;
- (d) no metal de base.

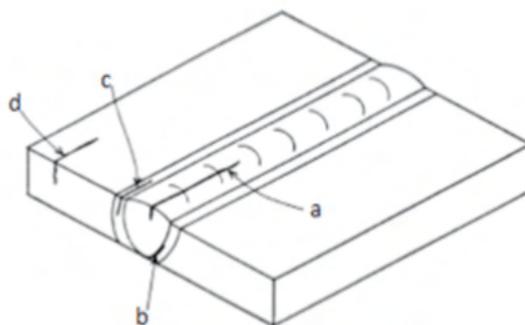


Figura 29 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.38 Trinca na margem

Trinca que se inicia na margem da solda, localizada geralmente na zona afetada termicamente.

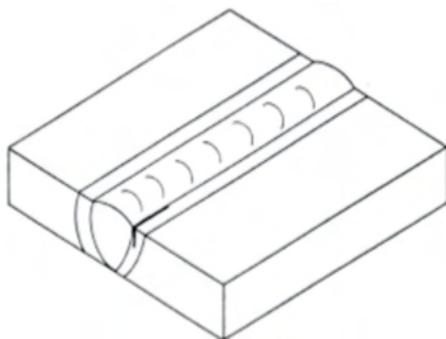


Figura 30 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.39 Trinca na raiz

Trinca que se inicia na raiz da solda, podendo estar localizada:

- (a) na zona fundida;
- (b) na zona afetada termicamente.

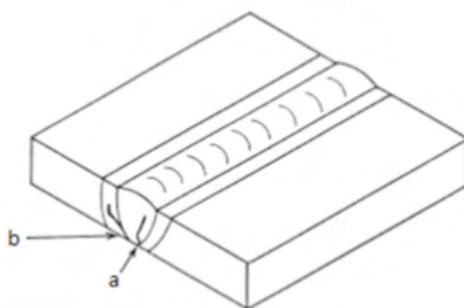


Figura 31 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.40 Trinca ramificada

Conjunto de trincas que partem de uma trinca podendo estar localizado:

- (a) na zona fundida;
- (b) na zona afetada termicamente;

(c) no metal de base.

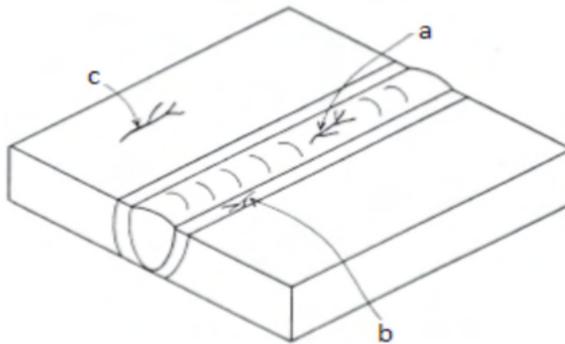


Figura 32 – Exemplo de descontinuidade na soldagem  
Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.41 Trinca sob cordão

Trinca localizada na zona afetada termicamente não se estendendo à superfície da peça.

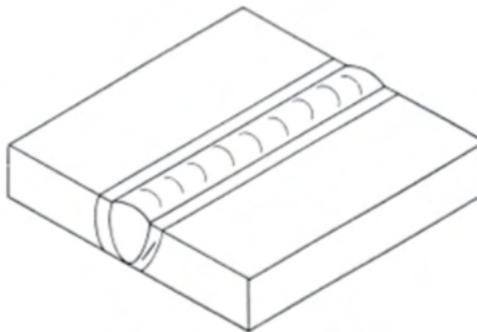


Figura 33 – Exemplo de descontinuidade na soldagem  
Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

#### 4.42 Trinca transversal

Trinca com direção aproximadamente perpendicular ao eixo longitudinal do cordão de solda, podendo estar localizada:

- (a) na zona fundida;
- (b) na zona afetada termicamente;
- (c) no metal de base

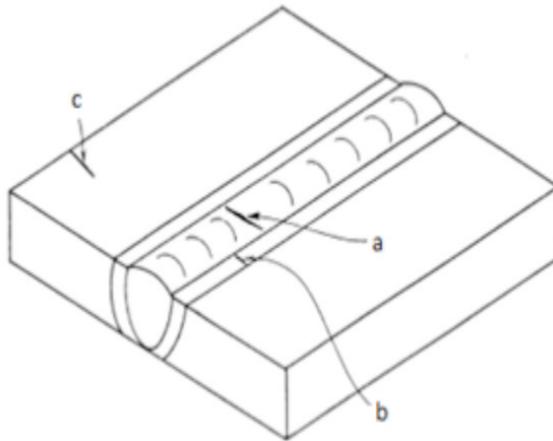


Figura 34 – Exemplo de descontinuidade na soldagem  
 Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

## 5 | DESCONTINUIDADES DIMENSIONAIS

Na fabricação de qualquer peça ou componente, é necessário estar conforme os critérios de aceitação, caso contrário, será considerada defeituosa, sendo obrigatório fazer a correção. As descontinuidades Dimensionais são:

### 5.1 Distorções

Mudanças de forma da peça soldada, devido às deformações térmicas do material durante a soldagem (empenos).

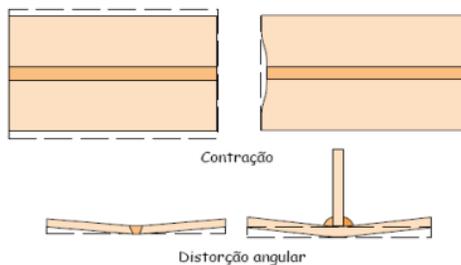


Figura 35 – Exemplo de descontinuidade na soldagem  
 Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

## 5.2 Preparações incorretas da junta

Falha em produzir um chanfro que não é conforme com as dimensões especificadas no procedimento de soldagem.

## 5.3 Dimensões incorretas da solda

As dimensões de uma solda em desacordo com aquelas especificadas para atender a algum requisito (ex. nível de resistência mecânica adequado).

## 5.4 Perfis incorretos da solda

O perfil de uma solda é importante, pois variações geométricas bruscas agem como concentradores de tensão, facilitando o aparecimento de trincas, ou favorecendo o aprisionamento de escória.

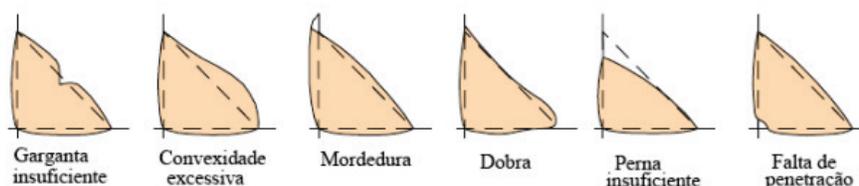


Figura 36 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

## 5.5 Formato incorreto da junta

O dimensionamento ou posicionamento inadequado das peças pode levar a problemas como desalinhamento em juntas de topo.

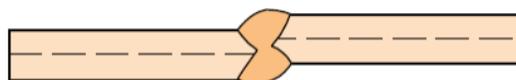


Figura 37 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: FBTS – Fundação de tecnologia da soldagem (2012)

## 6 | CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO

São normas que definem as condições aceitáveis e inaceitáveis dos ensaios, baseado nas normas de projetos e nos critérios de aceitação. São considerados inaceitáveis:

### 6.1 Para junta de topo

Trinca, falta de fusão, falta de penetração, deposição insuficiente, poro isolado, porosidade agrupada, sobreposição, abertura de arco, respingo, desalinhamento superior

a 2 mm, embicamento ou pré-deformação superior a 5°, perfuração., indicado na tabela a seguir:

### Specification table for height of face reinforcement and root penetration

*Tabela de especificação da altura de reforço da face e da penetração da raiz*

<b>Nominal thickness of the base metal</b> <i>Espessura nominal do metal de base</i>	<b>Maximum Height</b> <i>Altura máxima</i>
$e \leq 6,4\text{mm}$	1,6mm
$6,4\text{mm} < e \leq 12,7\text{mm}$	2,4mm
$12,7\text{mm} < e \leq 25,4\text{mm}$	4,0mm
$e > 25,4\text{mm}$	4,8mm

Tabela 1 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: file:///C:/Users/Miguel%20Angelo/Downloads/PR-050.pdf

## 6.2 Para junta em ângulo

Diferença entre pernas maior que 3,2mm, dimensões de pernas abaixo do valor mínimo indicado na tabela a seguir:

### Specification table of legs difference

*Tabela de especificação de diferença de pernas*

<b>Nominal thickness</b> <i>Espessura nominal da alma</i>	<b>Minimum leg value</b> <i>Valor mínimo da perna</i>
$e \leq 9,5\text{mm}$	9,5mm
$9,5\text{mm} < e \leq 12,7\text{mm}$	12,5mm
$12,7\text{mm} < e < 15,9\text{mm}$	16,0mm
$e > 15,9\text{mm}$	22,0mm

Tabela 2 – Exemplo de descontinuidade na soldagem

Fonte: file:///C:/Users/Miguel%20Angelo/Downloads/PR-050.pdf

## 7 | CONCLUSÃO

Em conformidade com as exigências da equipe do controle da qualidade, foi definido um plano de ação que consiste basicamente de alguns pontos: treinamento, monitoramento, pessoal qualificado, controle e inspeção (inicial e final) das soldagens. Com isso, foi definido que para cada junta soldadas seriam baseadas nas normas de

projeto e nos critérios de aceitação, que definem o tipo de descontinuidade, que podem ser consideradas prejudiciais para utilização futura da junta. Desta forma, conclui-se que foi possível demonstrar que o controle da qualidade é uma ferramenta de gestão de processos uma vez que, definiu um plano de ação, a fim de prevenir ações corretivas para concertar tais defeitos e que, conseqüentemente, vão gerar gastos extras, os quais poderiam ser evitados tomando alguns cuidados.

## REFERÊNCIAS

ABENDI, **PROCEDIMENTO DE END**, file:///C:/Users/Miguel%20Angelo/Downloads/PR-050.pdf, Acesso em: 05 de Junho de 2014.

COPPEN, César, **Ensaio Visual**: 2. Ed. São Paulo: Abendi; 2008 20011.

Fundação Brasileira de Tecnologia de Soldagem. **Inspetor de Soldagem**. Rio de Janeiro: 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2002.

MARQUES, P. V.; MODENESI, P. J.; BRACARENSE, A. Q. **Soldagem- fundamentos e tecnologia**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

MODENESI, Paulo J. **Descontinuidade e Inspeção em Juntas de Solda**. Apostila. Belo Horizonte: UFMG 20011.

REVISTA: **Abendi**. São Paulo. Ed. 52 de junho. 2012.

REVISTA: **Abendi**. São Paulo. Ed. 56 de junho. 2013.

REVISTA: **Abendi**. São Paulo. Ed. 60 de fev. 2014.

**ANEXO**

	INSPECTION RECORD FOR COUPLING CHECK AND WELDING VISUAL TEST										
	Project Brazil CSP Steel Plant										
Pipe( ) Equipment(X) Estructure( )	Plant name:	BLAST FURNACE			Report Nº:	CSP-BFSE-IRVT-0001					
	Equip / System Name:	HOT STOVE (shell of stove)			Page:	01 OF 01					
	Lighting Equipment:	NATURAL LIGHT			Date:	20/06/2013					
	Surface Condition:	CLEAN			Procedure/Rev. Nº:	CSP-1-ZZ-000-CZ711-00005					
DWG Nº / Equipment Nº / Line Nº	Joint	WPS	C.C	Welders ID				Inspection Date	V.T	Welding Process	Note
				Root 1	Fill 1	Root 2	Fill 2				
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-22	P-WPS-029	A	012	027			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-23	P-WPS-029	A	012	027			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-24	P-WPS-029	A	012	027			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-25	P-WPS-029	A	012	027			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-26	P-WPS-029	A	017	031			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-27	P-WPS-029	A	017	031			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-28	P-WPS-029	A	017	031			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-29	P-WPS-029	A	017	031			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-30	P-WPS-029	A	017	031			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-31	P-WPS-029	A	006	016			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-32	P-WPS-029	A	006	016			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-33	P-WPS-029	A	006	016			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-34	P-WPS-029	A	006	016			20/06/2013	A	SMAW	
CSP-1-AD-412-EM131-00030	FW-35	P-WPS-029	A	006	016			20/06/2013	A	SMAW	
					General Note:		C.C - Coupling Check V.T - Visual Test				
Inspected by:		Witnessed/Reviewed by:				Witnessed/Reviewed by:					
Date:		Date:				Date:					
Sub-Contractor		POSCO CE				PEC QA/QC					

ITP-IR-M-WD-002

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aço MA957 4, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Aços inoxidáveis 4, 30, 31, 36

Adsorción 159, 160, 162, 163, 165, 167, 168, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178

Alumínio 4, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 95, 141

Argamassa 6, 112, 149, 150, 156, 157, 158

Austenita 30, 31, 36

Autorreparação 132, 133, 134, 136, 138, 143, 144, 145, 146, 147

### B

Biomateriais 180, 181, 182

Biopolímeros 172, 181, 187

Borracha 5, 90, 106, 108, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 127, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 137, 140, 147

### C

Cascara 6, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 178

Cianuro 6, 170, 171, 174, 175, 176, 177, 178

Combustível nuclear 30

Compressão 30, 31, 33, 36, 40, 41, 96, 106, 108, 112, 113, 119, 121, 124, 125, 128, 129, 149, 150, 151, 154, 155, 158

Concreto 5, 100, 106, 107, 108, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 150, 157, 158

Conforto Humano 149

### D

Deformação a Frio 38, 40, 41, 42

Desorción 160

### E

Eficiência de corrente 46

Eletrocromismo 84

Eletrodeposição reversível 84, 85, 86, 87

Eletro galvanização 45, 46

ENR50 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146

Ensaio visual 56, 57, 58

Estudo Bibliométrico 4, 1, 2

## **F**

Fármaco 6, 180, 181, 183, 185, 186, 187, 188, 189, 190

Ferritoscopia 30, 31, 35, 36

## **G**

Galena 6, 159, 160, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169

Geotêxteis 194, 201, 202

## **I**

Incêndios florestais 194, 195, 199, 200

## **L**

Lajota Piso Tátil 149

Laminação 30, 31, 32, 34, 35, 36, 39, 69

## **M**

Martensita 30, 31, 36

Meta-Aramidas 7, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 203

Morfologia do revestimento 46

## **P**

Parâmetros operacionais 46

Poliestireno 6, 14, 15, 133, 149, 150, 156, 157, 158, 185

Polímeros 3, 5, 1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 82, 84, 86, 90, 147, 158, 182, 192, 195, 196, 203

## **R**

Resíduos 5, 78, 79, 80, 82, 83, 94, 99, 103, 106, 107, 108, 110, 116, 119, 123, 125, 127, 129, 130, 131, 157

Reticulação com peróxido 132

Revestimento metálico 46

## **S**

Síntese 18, 21, 158

Soldagem 41, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 209

Superfície ocular 6, 180, 181, 182, 190, 191, 193

Sustentabilidade 103, 104, 106, 108, 127, 149

Sustentável 80, 81, 94, 98, 99, 106, 107, 108, 116, 127, 130, 150

## **T**

Tamarindo 6, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179

Textura 30, 36, 37, 150

Tratamentos Térmicos 38, 39, 41

Tubos de papelão 5, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105

## **W**

WC nanoestruturado 4, 18, 20, 21, 26, 28

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA 2

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

COLEÇÃO

# DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA 2

- 
- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 @atenaeditora
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)