


Título: Procedimento de Ensaio de Dureza Portátil

| Revisão | | Alteração nos Itens, Páginas e Anexos |
|---------|------------|---------------------------------------|
| Nº | Data | |
| 0 | 01/07/2026 | EMISSÃO INICIAL |

Este documento é confidencial, com controle de cópias, sendo proibida sua reprodução sem autorização escrita do Gerente do Bureau de Qualificação e Certificação.

Distribuição: Conforme lista de registro e distribuição de documentos.

| | | | |
|---|--|---|------------|
|  FBTS <small>FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DA SOLDAGEM</small> | INSTRUÇÃO DE INTERFACE DO CENTRO DE EXAME DE QUALIFICAÇÃO | IICE-007 | Revisão: 0 |
| | | Aprovação:   | |

Título: Procedimento de Ensaio de Dureza Portátil

1 OBJETIVO

Estabelecer a metodologia para a realização de ensaio de dureza portátil em juntas soldadas de aço carbono e aço de baixa liga, nos exames/reexames de qualificação de Inspectores de Soldagem Nível 1. Este documento deve ser aplicado exclusivamente nos exames / reexames de qualificação. A FBTS não se responsabiliza pela sua utilização fora deste contexto.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

2.1 ASTM A1038 – Portable Hardness Testing by the Ultrasonic Contact Impedance Method.

2.2 ASTM E340 - Standard Test Method for Macroetching Metal and Alloys.

2.3 ASTM E140 - Standard Hardness Conversion Tables for Metals Relationship Among Brinell Hardness, Vickers Hardness, Rockwell Hardness, Superficial Hardness, Knoop Hardness, Scleroscope Hardness, and Leeb Hardness.

2.4 Norma Petrobrás N-133 - Soldagem

2.5 ABNT NBR ISO IEC 17025 - Avaliação da conformidade – Requisitos para Organismos de Certificação de produtos , processos e serviços.

3 DEFINIÇÕES E ABREVIÇÕES

3.1 DEFINIÇÕES

3.1.1 Inspetor de Soldagem – Profissional qualificado e autorizado a exercer as atividades de controle da qualidade relativas a soldagem.


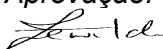
3.2 ABREVIÇÕES

UCI - Ultrasonic Contact Impedance (Método de ensaio por impedância Ultrassônica)

ZTA - Zona Termicamente Afetada

MS - Metal de Solda

MB - Metal de base

| | | | |
|---|--|---|------------|
|  FBTS <small>FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DA SOLDAGEM</small> | INSTRUÇÃO DE INTERFACE DO CENTRO DE EXAME DE QUALIFICAÇÃO | IICE-007 | Revisão: 0 |
| | | Aprovação:   | |

Título: Procedimento de Ensaio de Dureza Portátil

4 METODOLOGIA

4.1 RESPONSABILIDADES

4.1.1 No setor da Qualidade, o Inspetor de Soldagem Nível 1 é responsável por executar e/ou verificar o ensaio de dureza portátil das juntas soldadas de acordo com este procedimento e outros documentos de soldagem aplicáveis.

4.1.2 É de responsabilidade do Inspetor de Soldagem Nível 1 a aprovação do ensaio de dureza portátil em juntas soldadas.

4.2 EQUIPAMENTOS

4.2.1 Na medição de dureza de campo deve ser empregado instrumento portátil utilizando o método de impedância ultrassônica (Ultrasonic Contact Impedance – UCI), conforme ASTM A 1038, com carga de 5Kgf ou 10kgf.

4.2.2 O equipamento, incluindo o console eletrônico e a sonda de medição, devem ser periodicamente calibrados por um período máximo de 24 meses.


4.2.3 As sondas devem possuir número de rastreabilidade independente do console para fins de controle de calibração.

4.2.4 O bloco padrão de dureza deve possuir certificado de calibração e não necessita de calibração periódica desde que mantido em bom estado de conservação.

4.2.5 Os certificados de calibração devem ser emitidos por laboratórios acreditados conforme ABNT NBR ISO IEC 17025.

4.2.6 Caso haja alguma manutenção ou reparo no sistema de medição, o mesmo deve ser encaminhado para nova calibração, antes da sua reutilização.

4.2.7 O bloco padrão utilizado no campo deve ser de material similar ao metal de base a ser avaliado, estar calibrado com a mesma carga utilizada no ensaio e ter dureza próxima aos valores do critério de aceitação aplicável, com tolerância de $\pm 100\text{HV}$ de diferença máxima. O bloco deve ter dimensões mínimas de 80mm de diâmetro (ou lado para bloco quadrado) e 16mm de espessura, com acabamento superficial polido.

| | | | |
|---|--|---|------------|
|  | INSTRUÇÃO DE INTERFACE DO CENTRO DE EXAME DE QUALIFICAÇÃO | IICE-007 | Revisão: 0 |
| | | Aprovação:  | |

Título: Procedimento de Ensaio de Dureza Portátil

4.3 VERIFICAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DO INSTRUMENTO

4.3.1 É prática recomendada que a adequação do sistema de medição portátil, constituído pelo console eletrônico, sonda de medição e bloco padrão, seja demonstrada em laboratório por meio de medidas de dureza obtidas pelo instrumento portátil e as obtidas pelo instrumento de bancada. Caso esta prática seja adotada deve seguir os itens 4.3.2 a 4.3.4.

4.3.2 O instrumento de bancada deve ser calibrado na faixa de medição esperada com cargas de 5Kgf ou 10Kgf.

4.3.3 A verificação deve ser realizada com o mesmo bloco padrão a ser utilizado nas verificações de campo.

4.3.4 A diferença entre as médias das 5 indentações realizadas pelo instrumento de bancada deve ficar limitada a ± 10 HV.

4.3.5 Os resultados da comparação devem ser registrados.

4.4 PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE:

4.4.1 A medição de dureza deve ser realizada, sempre que possível, na superfície em contato com o fluido de processo. Se o acesso for impraticável, como em vasos ou tubulações de pequeno diâmetro, a medição pode ser realizada pelo lado oposto.

4.4.2 O nivelamento da superfície de trabalho deve ser realizado removendo o reforço da face ou da raiz da solda, lixando a superfície em uma área de 50 mm de largura por 20 mm de extensão para cada lado da junta soldada, conforme Figura 1.

NOTA: Deve ser realizada uma transição entre a área removida e o reforço com ângulo de inclinação máximo de 30°.

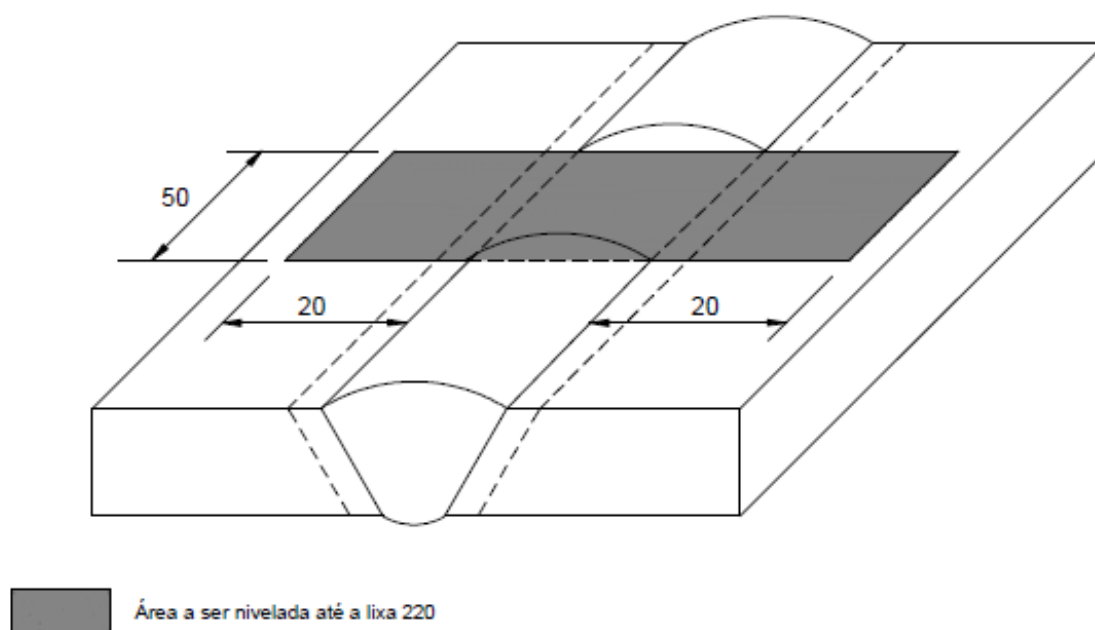
Título: Procedimento de Ensaio de Dureza Portátil

FIGURA 1 – PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE PARA MEDIÇÃO DE DUREZA NA JUNTA SOLDADA

4.4.3 A profundidade de lixamento não deve ultrapassar 0,5 mm.

4.4.4 O acabamento da superfície requer uma preparação mínima até a lixa grão 220, seguido da realização de ataque químico da junta soldada, conforme ASTM E340, para que seja revelada a região da ZTA.

4.4.5 Quando executar o ensaio de dureza na ZTA deve-se fazer o ataque químico com Nital (8 a 15%) para identificar e delimitar a região.

4.5 EXECUÇÃO DO ENSAIO DE MEDIÇÃO DE DUREZA

4.5.1 Quando da medição de dureza em juntas soldadas no campo deve-se garantir que o instrumento portátil utilizado seja verificado em blocos padrão de dureza, conforme item 4.2.7, antes do início dos trabalhos.

4.5.2 A verificação do instrumento portátil deve ser realizada no início das medições e a cada 4 horas de trabalho contínuo, utilizando o dispositivo de fixação do instrumento portátil em uma base plana e nivelada.

4.5.3 É recomendado utilizar um dispositivo para fixação e deslocamento do instrumento portátil (exemplo: base magnética), exceto quando a geometria da junta soldada não permitir.

4.5.3 A temperatura da peça deve estar entre 10 e 35°C.

| | | | |
|---|--|---|------------|
|  | INSTRUÇÃO DE INTERFACE DO CENTRO DE EXAME DE QUALIFICAÇÃO | IICE-007 | Revisão: 0 |
| | | Aprovação:  | |

Título: Procedimento de Ensaio de Dureza Portátil

4.5.4 O perfil de dureza deve ser obtido efetuando 5 medidas ao longo da ZTA, 3 no MS e 3 no MB.

4.6 REGISTRO DE RESULTADOS

4.6.1 O relatório do ensaio de medição de dureza, Anexo 1, deve conter no mínimo os seguintes itens:

- a) entidade executante do ensaio;
- b) identificação numérica e revisão do procedimento;
- c) identificação do procedimento de soldagem correspondente;
- d) especificação dos metais de base e consumível de soldagem;
- e) identificação da junta soldada no equipamento;
- f) croqui do corpo de prova e pontos do perfil de dureza;
- g) condição da superfície ensaiada e técnica de preparação;
- h) temperatura da peça;
- i) método de dureza incluindo a carga utilizada;
- j) sistema de medição do perfil de dureza (manual ou com utilização de sistema de fixação);
- k) identificação do Sistema de medição, incluindo durômetro, penetrador e bloco padrão (fabricante, modelo e número de série);
- l) periodicidade de calibração dos instrumentos;
- m) certificados de calibração do durômetro e do bloco padrão utilizado;
- n) normas e/ou valores de referência para execução e interpretação dos resultados;
- o) parecer indicando aceitação, rejeição ou recomendação de ensaio complementar;
- p) data;
- q) identificação e assinatura do técnico responsável;
- r) registro dos resultados.

4.7 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

4.7.1 A dureza na zona fundida e na zona termicamente afetada após Tratamento Térmico de Alívio de Tensões não deve exceder aos limites da Tabela 1. Valores mais restritivos devem ser empregados quando indicados pela norma de projeto.

| | | | |
|---|--|---|------------|
|  FBTS <small>FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DA SOLDAGEM</small> | INSTRUÇÃO DE INTERFACE DO CENTRO DE EXAME DE QUALIFICAÇÃO | IICE-007 | Revisão: 0 |
| | | Aprovação:   | |

Título: Procedimento de Ensaio de Dureza Portátil

Tabela 1 - DUREZA NA ZONA FUNDIDA E TERMICAMENTE AFETADA APÓS TRATAMENTO TÉRMICO DE ALÍVIO DE TENSÕES

| Composição básica | Dureza HV |
|-------------------|-----------|
| 1,0Cr-0,5Mo | 238 |
| 1,25Cr-0,5Mo | |
| 9,0Cr-1,0Mo | |
| 2,0Cr-0,5Mo | 235 |
| 2,25Cr-1,0Mo | |
| 3,0Cr-1,0Mo | |
| 2,25Cr-1Mo-V | 248 |
| 3Cr-1Mo-V | |
| 5,0Cr-0,5Mo | 253 |
| 9,0Cr-1,0Mo-V | 266 |

NOTA: Para as conversões foi utilizada a Tabela 1 da ASTM E140

5 ANEXOS

Anexo 1 – Formulário de Relatório de ensaio de dureza portátil - 1 página

ANEXO 1 – FORMULARIO RELATÓRIO DE ENSAIO DE DUREZA PORTATIL

| | | |
|---|---|--------------|
|  FBTS <small>FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DA SOLDAGEM</small> | RELATÓRIO DE ENSAIO DE DUREZA PORTÁTIL | FOLHA 1/1 |
| | | Nº / REV.: 0 |

+ **DADOS DO ENSAIO:**

| | | | |
|--|---|--|---|
| EXECUTANTE DO ENSAIO: | | | |
| PROCEDIMENTO DE ENSAIO APLICADO: IICE - 007 | | | REV.: 00 |
| PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM: | | | REV.: |
| IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO / JUNTA: | MATERIAL DA JUNTA: | CONSUMÍVEL DE SOLDAGEM: | |
| CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE ENSAIADA: | | | |
| TÉCNICA DE PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE: : | | | |
| TEMPERATURA DA PEÇA: | | MÉTODO DE DUREZA / CARGA UTILIZADA: | |
| SISTEMA DE MEDIÇÃO: <input checked="" type="checkbox"/> MANUAL <input type="checkbox"/> COM SISTEMA DE FIXAÇÃO | | | |
| INSTRUMENTO UTILIZADO (MARCA/MODELO): | Nº DE SÉRIE DO INSTRUMENTO: | Nº DE SÉRIE DO PENETRADOR: | IDENTIFICAÇÃO E DUREZA DO BLOCO PADRÃO: |
| DATA DA ÚLTIMA CALIBRAÇÃO DO INSTRUMENTO: | CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO INSTRUMENTO: | CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO BLOCO PADRÃO: | |

RESULTADOS DO ENSAIO:

| | | |
|--|----------|-------|
| NORMA DE REFERÊNCIA PARA EXECUÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS: N 133 – REV. P | | |
| CROQUI DA JUNTA E PONTOS DO PERFIL DE DUREZA: | | |
| REGISTRO DOS RESULTADOS: | | |
| METAL DE BASE : | | |
| ZTA : | | |
| METAL DE SOLDA: | | |
| PARECER: <input type="checkbox"/> APROVADO <input type="checkbox"/> REPROVADO | | |
| INSPETOR RESPONSÁVEL: | CARIMBO: | DATA: |