

Qualificação de Consumíveis de Soldagem

Especificação

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. A Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma é a responsável pela adoção e aplicação das suas seções, subseções e enumerações.

Requisito Técnico: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada: Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter não-impositivo. É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o seu aprimoramento, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, a seção, subseção e enumeração a ser revisada, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, de uso interno na PETROBRAS, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho - GT (formados por Técnicos Colaboradores especialistas da Companhia e de suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e por suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SC (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as Subsidiárias) e homologadas pelo Núcleo Executivo (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das Subsidiárias). Uma Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a Norma Técnica PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

1 Escopo

1.1 Esta Norma descreve os ensaios de qualificação de consumíveis com vista à certificação ou aceitação pela Petrobras sob duas condições distintas, a saber:

- a) consumíveis de soldagem com propriedade assegurada no lote conforme Anexo A;
- b) consumíveis de soldagem para aplicação geral conforme Anexo B.

1.2 Devem ser enquadrados como consumíveis de soldagem com propriedades asseguradas (conforme Anexo A) aqueles a serem empregados em aplicações críticas, como as seguintes:

- a) consumíveis de soldagem para estruturas marítimas de unidades fixas de produção (que atendem à PETROBRAS [N-1852](#));
- b) consumíveis de soldagem para vasos de pressão com propriedade de tenacidade assegurada requerida em documentos contratuais (nesse caso esta Norma é citada em documentos como a folha de dados ou a requisição de material), e vasos de pressão projetados conforme código ASME [Section VIII Div. 2](#);
- c) consumíveis de soldagem a serem empregados em dutos submarinos.

1.3 Consumíveis de soldagem com composição química variável, classificação geral segundo a norma AWS aplicável (Sufixo G), não são aceitos para qualificação segundo esta Norma (por exemplo, o eletrodo E7018-G da especificação AWS [A5.5](#)).

1.4 Esta Norma se aplica a procedimentos iniciados a partir da data de sua edição.

1.5 Esta Norma contém Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas.

2 Referências Normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes dos referidos documentos.

PETROBRAS [N-1438](#) - Terminologia de Soldagem;

PETROBRAS [N-1852](#) - Estruturas Oceânicas - Fabricação e Montagem de Unidades Fixas;

API [RP 934-A](#) - Materials and Fabrication of 2 1/4Cr-1Mo, 2 1/4Cr-1Mo-1/4V, 3Cr-1Mo, and 3Cr-1Mo-1/4V Steel Heavy Wall Pressure Vessels for High-temperature, High-pressure Hydrogen Service;

API [RP 934-C](#) - Materials and Fabrication of 1 1/4Cr-1/2Mo Steel Heavy Wall Pressure Vessels for High-pressure Hydrogen Service Operating at or Below 825 °F (441 °C);

API [TR 938-B](#) - Use of 9Cr-1Mo-V (Grade 91) Steel in the Oil Refining Industry;

ASME [Section VIII Division 2](#) - Alternative Rules - Rules For Construction of Pressure Vessels;

ASTM [A262](#) - Standard Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels;

ASTM [A370](#) - Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products;

ASTM [E18](#) - Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials;

ASTM [G48](#) - Standard Test Methods for Pitting and Crevice Corrosion Resistance of Stainless Steels and Related Alloys by Use of Ferric Chloride Solution;

AWS [A3.0M/A3.0](#) - Standard Welding Terms and Definitions Including Terms for Adhesive Bonding, Brazing, Soldering, Thermal Cutting, and Thermal Spraying';

AWS [A4.3](#) - Standard Methods for Determination of the Diffusible Hydrogen Content of Martensitic, Bainitic, and Ferritic Steel Weld Metal Produced by Arc Welding;

AWS [A5.01M/A5.01](#) - Welding Consumables— Procurement of Filler Metals and Fluxes;

AWS [A5.1/A5.1M](#) - Specification for Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding;

AWS [A5.4/A5.4M](#) - Specification for Stainless Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding;

AWS [A5.5/A5.5M](#) - Specification for Low-Alloy Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding;

AWS [A5.6/A5.6M](#) - Specification for Copper and Copper Alloy Arc Electrodes for Shielded Metal Arc Welding;

AWS [A5.7/A5.7M](#) - Specification for Copper and Copper Alloy Bare Welding Rods and Electrodes;

AWS [A5.8/A5.8M](#) - Specification for Filler Metals for Brazing and Braze Welding;

AWS [A5.9/A5.9M](#) - Welding Consumables – Wire Electrodes, Strip Electrodes, Wire, and Rods for Arc Welding of Stainless and Heat Resisting Steels-Classification;

AWS [A5.10/A5.10M](#) - Welding Consumables - Wire Electrodes, Wires and Rods for Welding of Aluminum and Aluminum-Alloys - Classification;

AWS [A5.11/A5.11M](#) - Specification for Nickel and Nickel-Alloy Welding Electrodes for Shielded Metal Arc Welding;

AWS [A5.12/A5.12M](#) - Specification for Tungsten and Oxide Dispersed Tungsten Electrodes for Arc Welding and Cutting;

AWS [A5.13/A5.13M](#) - Specification for Surfacing Electrodes for Shielded Metal Arc Welding;

AWS [A5.14/A5.14M](#) - Specification for Nickel and Nickel-Alloy Bare Welding Electrodes and Rods;

AWS [A5.15](#) - Specification for Welding Electrodes and Rods for Cast Iron;

AWS [A5.16/A5.16M](#) - Specification for Titanium and Titanium Alloy Welding Electrodes and Rods;

AWS [A5.17/A5.17M](#) - Specification for Carbon Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding;

AWS [A5.18/A5.18M](#) - Specification for Carbon Steel Electrodes and Rods for Gas Shielded Arc Welding;

AWS [A5.21/A5.21M](#) - Specification for Bare Electrodes and Rods for Surfacing;

AWS [A5.22/A5.22M](#) - Specification for Stainless Steel Flux Cored and Metal Cored Welding Electrodes and Rods;

AWS [A5.23/A5.23M](#) - Specification for Low-Alloy Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding;

AWS [A5.25/A5.25M](#) - Specification for Carbon and Low-Alloy Steel Electrodes and Fluxes for Electroslag Welding;

AWS [A5.26/A5.26M](#) - Specification for Carbon and Low-Alloy Steel Electrodes for Electrogas Welding;

AWS [A5.28/A5.28M](#) - Specification for Low-Alloy Steel Electrodes and Rods for Gas Shielded Arc Welding;

AWS [A5.29/A5.29M](#) - Specification for Low-Alloy Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding;

AWS [A5.30/A5.30M](#) - Specification for Consumable Inserts;

AWS [A5.34/A5.34M](#) - Specification for Nickel-Alloy Electrodes for Flux Cored Arc Welding;

AWS [A5.36/A5.36M](#) - Specification for Carbon and Low-Alloy Steel Flux Cored Electrodes for Flux Cored Arc Welding and Metal Cored Electrodes for Gas Metal Arc Welding;

AWS [B4.0](#) - Standard Methods for Mechanical Testing of Welds;

AWS [D1.1/D1.1M](#) - Structural Welding Code - Steel;

ISO [GUIDE 65](#) - General Requirements for Bodies Operating Product Certification Systems;

ISO [15653](#) - Metallic Materials - Method of Test for the Determination of Quasistatic Fracture Toughness of Welds;

ISO/IEC [17025](#) - General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories;

NORSOK [M-601](#) - Welding and Inspection of Piping.

3 Termos e Definições

Para os efeitos deste documento aplicam-se os termos e definições da PETROBRAS [N-1438](#) e da AWS [A3.0M/A3.0](#) e o seguinte.

3.1 lote

os lotes dos consumíveis a serem empregados nesta Norma, para fins de qualificação como de propriedade assegurada, são definidos segundo a AWS [A5.01M/A5.01](#), conforme segue: Classe C5 para eletrodos revestidos, Classe S3 para varetas e arames sólidos, Classe T3 para arames tubulares, e Classe F2 para fluxo de soldagem para o processo arco submerso

4 Condições Gerais

4.1 Qualificação de Consumíveis de Propriedade Assegurada

4.1.1 Para fabricação, montagem, reparos e manutenção de estruturas metálicas marítimas os consumíveis de soldagem devem ser adquiridos conforme a AWS [A5.01M/A5.01](#), Schedules J e K, com testemunho da PETROBRAS, sendo os ensaios definidos conforme Anexo A desta Norma.

4.1.2 Para outras aplicações que não estruturas metálicas marítimas, os consumíveis devem atender ao Schedule J da AWS [5.01M/A5.01](#), com testemunho da PETROBRAS, a menos que seja requerido garantia de tenacidade com ensaio de CTOD, caso em que também devem ser executados os ensaios definidos conforme Anexo A desta Norma.

4.1.3 O fabricante do consumível deve emitir um certificado de qualidade para cada lote aprovado, contendo:

- a) registros dos ensaios;
- b) especificação AWS aplicável;
- c) identificação do lote;
- d) atestado de atendimento a esta Norma;
- e) valor da energia de soldagem empregada na qualificação (Schedule K);
- f) gás de proteção empregado.

4.1.4 Consumíveis que atendam a outras especificações que não a AWS (por exemplo normas européias) podem ser empregados somente após aprovação da PETROBRAS.

4.2 Qualificação de Consumíveis de Uso Geral

4.2.1 Esta qualificação determina as condições exigíveis na realização de ensaios e critérios de aceitação a serem aplicados na qualificação de consumíveis de soldagem complementando as normas AWS de consumíveis de soldagem. Aplica-se aos ensaios a serem realizados nos seguintes consumíveis de soldagem: eletrodo revestido, varetas, arames sólidos, arames tubulares e fluxos, fabricados no Brasil ou no exterior.

4.2.2 Consumíveis de Soldagem Fabricados no Brasil ou no Exterior

4.2.2.1 Quando aplicados no Brasil, devem ser certificados por Organismo Certificador de Produtos (OCP) como Organismo de Avaliação da Conformidade (OAC) acreditado pelo INMETRO no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação de Conformidade (SBAC).

4.2.2.2 Quando aplicados no exterior devem ser certificados por OCP acreditado pelo INMETRO ou por OCP estrangeiro, previamente aprovado pela PETROBRAS, segundo o ISO [GUIDE 65](#).

4.2.3 A certificação de consumíveis de fabricantes nacionais e estrangeiros, para uso no Brasil, deve atender aos critérios e requisitos do Anexo B desta Norma.

4.2.4 Na ausência de certificação, os consumíveis de soldagem podem ser adquiridos no mercado interno ou externo, devendo ser fornecidos em conformidade com a AWS [A5.01M/A5.01](#) Schedule J, com testemunho da PETROBRAS. Como alternativa para fabricantes no exterior, os ensaios podem ser acompanhados por uma entidade classificadora.

4.2.5 Se durante o processo de qualificação o consumível obtiver resultados insatisfatórios no ensaio e no reensaio, o consumível pode ser requalificado desde que atenda aos requisitos estabelecidos no Sistema de Qualificação e Certificação do OCP.

4.2.6 Para os consumíveis de soldagem certificados no Brasil, os ensaios de análise química e demais ensaios mecânicos devem ser realizados por laboratórios da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio. Para os consumíveis de soldagem certificados no exterior, os laboratórios de análise química e demais ensaios mecânicos devem ser credenciados conforme ISO/IEC [17025](#).

4.2.7 A listagem dos consumíveis certificados deve conter no mínimo as seguintes informações:

- nome do fabricante;
- classe do consumível (AWS ou equivalente);
- especificação do consumível;
- marca comercial;
- valor de eficiência de deposição;
- valor de taxa de deposição;
- data de validade do certificado.

4.2.8 A listagem dos consumíveis certificados deve ser constantemente atualizada e disponibilizada pelo OCP.

4.2.9 Desde que não seja detectado nenhum problema referente ao desempenho do consumível e atendidos os critérios de manutenção anual da certificação, a certificação deve ter validade de três anos. Após esse período o consumível deve ser recertificado.

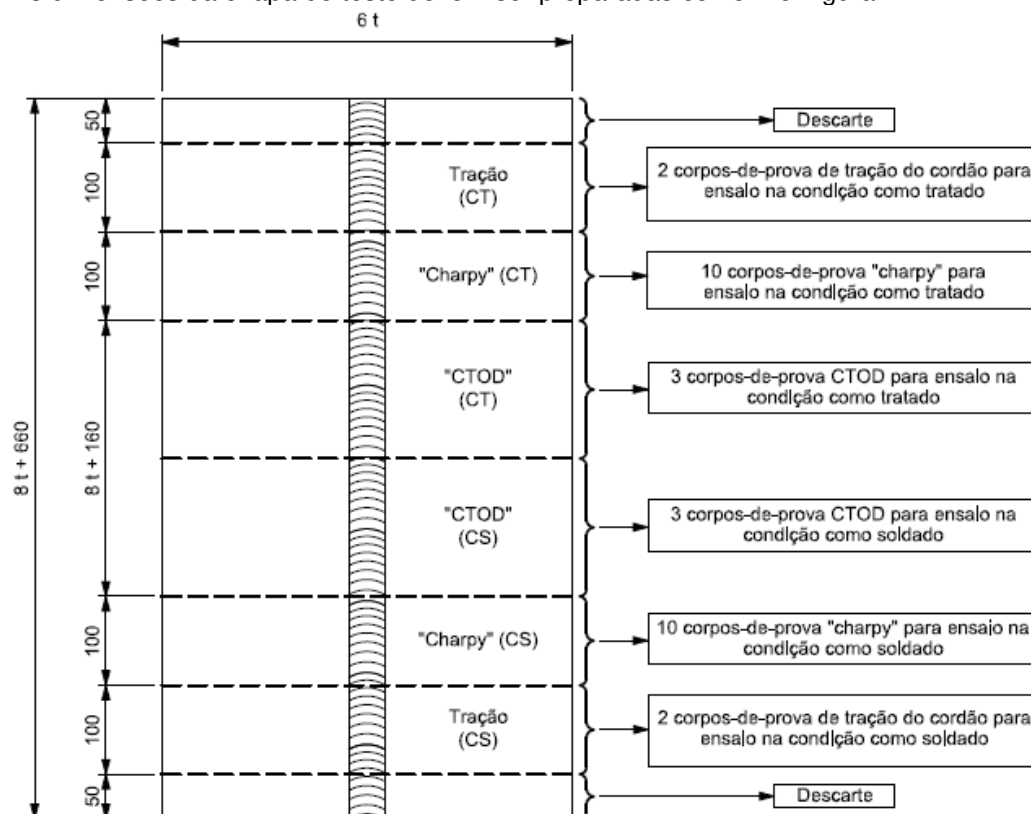
4.2.10 Qualquer anormalidade, referente ao desempenho de um consumível certificado, deve ser comunicada por escrito ao representante da Petrobras junto ao OCP. Este deve encaminhar ao OCP as reclamações para as ações cabíveis.

Anexo A - Qualificação de Consumíveis de Propriedade Assegurada

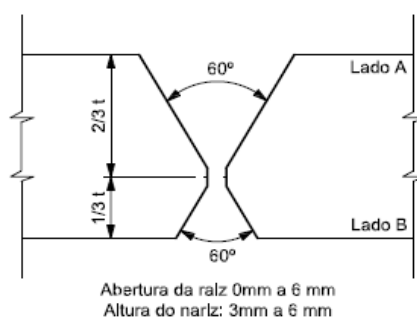
A.1 Preparação e Soldagem das Chapas de Teste

A.1.1 O material para a chapa de teste deve possuir soldabilidade e propriedades mecânicas equivalentes ao material especificado no projeto do equipamento/estrutura.

A.1.2 As dimensões da chapa de teste devem ser preparadas conforme Figura A.1.



Dimensões mínimas da chapa de teste com "CTOD" e localização dos corpos-de-prova



Detalhe do chanfro

Onde:

t é igual a espessura da chapa ($t \geq 50$ mm).

CS é igual a como soldado.

CT é igual a como tratado.

NOTA 1 Dimensões em milímetros.

NOTA 2 Recomenda-se adotar um sobrecomprimento na peça a ser soldada devido à eventual necessidade de realizar re-teste para algum dos ensaios.

Figura A.1 - Chapa de Teste

A.1.3 O tipo de corrente e de polaridade empregados na soldagem deve estar de acordo com a norma AWS específica para o consumível. A chapa de teste deve ser pré-aquecida a 100 °C e a temperatura máxima interpasse deve ser 250 °C.

A.1.4 Para o processo de arco submerso a deposição deve ser feita com energia de soldagem mínima de 2,5 kJ/mm. Para os demais processos deve ser adotada a posição de soldagem vertical com progressão ascendente com energia mínima de 1,5 kJ/mm.

A.1.5 O passe de raiz deve ser completamente removido, de modo a garantir que não haja influência de diluição local nos resultados dos ensaios.

A.1.6 Para serem obtidas as mesmas tensões residuais de soldagem que a da estrutura a ser fabricada, e evitar-se uma deformação angular excessiva na chapa de teste e conseqüente envelhecimento da raiz, a chapa de teste deve ser restringida ao máximo durante a soldagem.

A.1.7 O emprego posterior dos consumíveis, tanto na etapa de qualificação dos procedimentos de soldagem quanto na execução das soldas de produção, está limitado ao gás de proteção empregado e à energia de soldagem média obtida na qualificação, excluindo-se os passes de acabamento.

A.1.8 Recomenda-se aplicação de pós-aquecimento com o intuito de reduzir o hidrogênio difusível do metal de solda. **[Prática Recomendada]**

A.2 Acompanhamento das atividades

Todas as atividades de soldagem e os ensaios mecânicos posteriores devem ser acompanhados por inspetor de solda qualificado conforme o Sistema Nacional de Qualificação e Certificação (SNQC). Para atividades executadas no exterior essas atividades podem ser acompanhadas por um representante de uma Sociedade Classificadora.

A.3 Ensaios

Todos os ensaios do metal de solda devem ser realizados nas condições “Como Soldado” (CS) e “Como Tratado” (CT). O Tratamento Térmico de Alívio de Tensões (TTAT) para estruturas metálicas marítimas deve ser executado conforme requisitos da AWS [D1.1/D1.1M](#). Para equipamentos o TTAT deve ser realizado conforme requisito do código de projeto.

A.3.1 Ensaio de “Crack Tip Opening Displacement” (CTOD)

A.3.1.1 O ensaio de CTOD, para o metal de solda, deve ser conduzido conforme a ISO [15653](#).

A.3.1.2 A temperatura de ensaio deve ser igual à temperatura mínima de projeto (Tp) do equipamento/estrutura, a menos que especificado de forma diferente nos documentos de projeto.

A.3.1.3 O controle do ensaio deve ser por deslocamento, com velocidade de 1 mm/min.

A.3.1.4 Para cada condição (CS e CT), devem ser preparados três corpos-de-prova e considerado como resultado do ensaio o menor valor obtido. O corpo-de-prova deve ser conforme determinado na ISO [15653](#), corpo-de-prova com seção quadrada (BxB), orientação do entalhe NP.