

Ensaio Não Destrutivo - Ultrassom Computadorizado e Mecanizado para Inspeção de Soldas

Procedimento

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 aplicação interna na PETROBRAS e Subsidiárias, devendo ser usada pelos seus fornecedores de bens e serviços, conveniados ou similares conforme as condições estabelecidas em Licitação, Contrato, Convênio ou similar.

A utilização desta Norma por outras empresas/entidades/órgãos governamentais e pessoas físicas é de responsabilidade exclusiva dos próprios usuários."

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 fixa as condições exigíveis na realização do ensaio não destrutivo por meio de ultrassom computadorizado e mecanizado incluindo múltiplos transdutores, sistemas multicanais, inspeção automatizada, tempo de percurso da onda difratada "Time-of-Flight Diffraction" (ToFD) e "Phased Array" (PA) em juntas soldadas complementando as normas nacionais, estrangeiras e Internacionais aplicáveis.

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

1.3 Esta Norma contém somente Requisitos Técnicos.

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.

[VIM 2012](#) - Vocabulário Internacional de Metrologia - Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados;

ABNT [NBR 16196:2013](#) - Ensaio não destrutivo - Ultrassom - Uso da técnica de tempo de percurso da onda difratada (ToFD) para ensaio em soldas;

ABNT [NBR 16339:2015](#) - Ensaio não destrutivo - Ultrassom - Phased Array para inspeção de solda;

ABNT [NBR NM ISO 9712:2014](#) - Ensaio Não Destrutivo – Qualificação e Certificação de Pessoal;

ABNT [NBR ISO/IEC 17025:2005](#) (Versão Corrigida 2:2006) - Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração;

ISO [9712:2012](#) - Non-Destructive Testing - Qualification and Certification of Personnel;

ISO/IEC [17024:2012](#) - Conformity assessment - General requirements for bodies operating certification of persons;

API [STD 620:2013](#) - ADD 2014 - Design and Construction of Large, Welded, Low-pressure Storage Tanks;

API [STD 650:2013](#) - ADD 2014 - Welded Tanks for Oil Storage;

API [STD 1104:2013](#) - ADD 2014 - Welding of Pipelines and Related Facilities;

API [RP 2X:2004](#) (Reaffirmed 2010) - Recommended Practice for Ultrasonic and Magnetic Examination of Offshore Structural Fabrication and Guidelines for Qualification of Technicians;

API [RP 934-A:2008](#) – ADD 2012 - 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;

ASME [BPVC - Section V:2013](#) - Nondestructive Examination;

ASME [B31.1:2014](#) - Power Piping;

ASME [B31.3:2012](#) - Process Piping;

ASME [B31.4:2012](#) - Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids;

ASME [B31.8: 2014](#) - Gas Transmission and Distribution Piping Systems;

ASTM [E 1316:2014](#) - Standard Terminology for Nondestructive Testing;

ASTM [E 1961:2011](#) - Standard Practice for Mechanized Ultrasonic Examination of Girth Welds Using Zonal Discrimination with Focused Search Units;

AWS [D1.1/D1.1M:2010](#) - Structural Welding Code - Steel;

DNV-OS-C401:2014 - Fabrication and Testing of Offshore Structures;

DNV-OS-F101:2013 - Submarine Pipeline Systems;

3 Termos e Definições

Para os efeitos deste documento aplicam-se o [VIM 2012](#), ASTM [E 1316:2014](#) e os seguintes termos e definições.

3.1

adição

inserção de um novo parágrafo ou de um requisito em parágrafo

3.2

substituição (modificação)

substituição de parte ou da totalidade de parágrafo

3.3

cancelamento (supressão)

remoção de parágrafo

3.4

norma base

normas de projeto, fabricação, construção e montagem relativas ao equipamento inspecionado e normas complementares citadas por estas

3.5

plano de varredura

detalhamento dos ajustes e parâmetros necessários para a execução da inspeção, como lei focal, distância entre os pontos de saída de dois cabeçotes (PCS), etc

3.6

probabilidade de detecção - (Probability of Detection - PoD)

indica a probabilidade de um sistema de exame detectar uma determinada descontinuidade. É definida como a razão entre o número de detecções de uma determinada descontinuidade realizada com sucesso e o número de inspeções executadas

3.7**probabilidade de rejeição - (Probability of Rejection - PoR)**

indica a probabilidade de um sistema de exame rejeitar amostras não defeituosas. É definida como a razão entre o número de amostras rejeitadas por defeitos inexistentes e o número de inspeções executadas

4 Condições Gerais

4.1 O ensaio ultrassônico deve ser executado conforme preconizado nas normas ou especificações de projeto, fabricação, construção e montagem relativas ao equipamento inspecionado, exceto quanto às modificações, adições e supressões mencionadas nas condições específicas.

4.2 Quando uma norma base referenciada na Seção 2 não for citada na Seção 5 de condições específicas, ela deve ser aplicada integralmente em seus itens relacionados ao ensaio não destrutivo por meio de ultrassom computadorizado e mecanizado, sendo este o caso da ABNT [NBR 16196:2013](#), ABNT [NBR 16339:2015](#) e DNV-OS-F101:2013.

4.3 As complementações definidas na Seção 5 são aplicadas quando da utilização das normas bases ou quaisquer documentos que remetam a estas normas bases.

4.4 Para todas as normas de projeto, fabricação, construção e montagem é necessária a adição dos requisitos descritos em 5.1 a 5.3 desta Norma visando complementá-las quanto aos requisitos nelas especificados para a execução dos ensaios por meio de ultrassom.

4.5 No caso de inspeção em serviço ou outras situações onde seja necessário o dimensionamento das descontinuidades para aplicação de cálculos de mecânica da fratura, deve ser avaliada a possibilidade de utilizar cabeçotes de frequências mais altas e leis focais focalizadas na profundidade das descontinuidades, com o objetivo de aumentar a precisão do dimensionamento. Na inspeção de aços alta liga, soldas com metal depositado de alto teor de níquel e soldas dissimilares entre estas ligas e o aço carbono, recomenda-se a utilização de cabeçotes com baixas frequências e ondas longitudinais.

5 Condições Específicas**5.1 Qualificação de Pessoal**

5.1.1 Para serviços executados no Brasil, a qualificação e certificação de pessoal para o ensaio por meio de ultrassom devem ser pelo Sistema Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaios Não Destrutivos SNQC-END, conforme ABNT [NBR NM ISO 9712:2014](#). Adicionalmente, os inspetores Nível 2 em "Phased Array" e ToFD devem ser qualificados pelo Sistema PETROBRAS.

NOTA Os inspetores Nível 2 da modalidade ultrassom mecanizado em dutos, respeitando as atribuições de seu subnível de qualificação, devem ser formalmente habilitados por um profissional Nível 3 e pela empresa de inspeção que vai realizar o ensaio por ultrassom mecanizado computadorizado, especificamente para aplicar esta técnica na inspeção de soldas de produção. Para isso a empresa de inspeção deve providenciar um procedimento documentado que detalhe o critério para habilitação de seus inspetores e deve manter as evidências de treinamentos e avaliações referentes a esta habilitação.

5.1.2 Para serviços executados no exterior, a qualificação e certificação devem ser conforme estabelecido no 5.1.1 ou por entidades internacionais independentes, acreditadas pelos organismos nacionais de seus respectivos países, que atendam integralmente aos requisitos da ISO/IEC 17024:2012 e que operem em absoluta conformidade com a ISO 9712:2012.

NOTA Sistemas de autocertificação, como a "Nondestructive Personnel Qualification and Certification ASNT SNT-TC-1A", para inspetores Níveis 1, 2 ou 3, em que a metodologia de certificação é estabelecida ou aplicada pelo próprio empregador segundo seus critérios, não são aceitos pela PETROBRAS, mesmo que citado nas Normas Base deste documento.

5.1.3 Para serviços executados no Brasil, o profissional Nível 3 deve comprovar o treinamento na técnica de ultrassom mecanizado computadorizado.

5.2 Qualificação de Procedimento

5.2.1 O procedimento deve ser qualificado e certificado por inspetor Nível 3.

5.2.2 As evidências objetivas da qualificação do procedimento devem ser mantidas de forma a possibilitar sua comprovação à PETROBRAS, a qualquer momento, quando solicitado.

5.2.3 A qualificação do procedimento deve ser efetuada de acordo com a norma de projeto, fabricação, construção e montagem.

NOTA Quando a sistemática de qualificação do procedimento não estiver especificada nas normas de projeto, fabricação, construção e montagem, a qualificação deve ser efetuada conforme 5.2.5.

5.2.4 A qualificação do procedimento deve ser realizada antes da execução dos serviços conforme o programa de qualificação elaborado por inspetor nível 3. No procedimento qualificado devem constar no mínimo os itens descritos na Tabela 1. Sempre que qualquer variável for alterada, deve ser emitida uma revisão do procedimento. Se a variável for essencial, o procedimento deve ser requalificado.

5.2.5 O programa de qualificação deve constar no mínimo:

- a) quantidade e descrição dos corpos de prova;
- b) quantidade, tipos, dimensões e localização das descontinuidades a serem introduzidas;
- c) descrição dos testes a serem executados nos corpos de prova;
- d) análise comparativa de resultados;
- e) relatório de resultado do programa de qualificação.

NOTA 1 A análise comparativa deve ser realizada no mínimo com ensaio radiográfico e ultrassom manual.

NOTA 2 O relatório de resultado do programa de qualificação deve ser aprovado pelo Nível 3.

NOTA 3 Os corpos-de-prova devem ser representativos da inspeção a ser realizada, com características idênticas e em quantidade suficiente para que, no processo de qualificação, se possa demonstrar que o ensaio apresenta características de repetitividade compatíveis com a inspeção e critérios adotados na avaliação de descontinuidades. Quando aplicável ou requerido, a incerteza de medição de altura e a probabilidade de detecção/rejeição (PoD/PoR) devem ser determinadas.