

EXECUÇÃO DE ENSAIO NÃO-DESTRUTIVO - ULTRA-SOM EM FORJADO

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Esta Norma é a Revalidação da revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos itens da mesma.

Requisito Mandatório: 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 pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada (não-mandatária): 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 pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (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 aprimoramento da mesma, 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, o item a ser revisado, 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 Companhia, 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."

CONTEC

Comissão de Normas
Técnicas

SC - 27

Ensaio Não-Destrutivo

Apresentação

As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho – GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelos Representantes Locais (representantes das Unidades Industriais, Empreendimentos de Engenharia, Divisões Técnicas e Subsidiárias), são aprovadas pelas Subcomissões Autoras – SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando os Órgãos da Companhia e as Subsidiárias) e aprovadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Superintendências dos Órgãos da Companhia e das suas Subsidiárias, usuários das normas). Uma norma técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 (cinco) anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as normas técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

PREFÁCIO

Esta Norma PETROBRAS N-2315 REV.B FEV/2000 é a Revalidação da Norma PETROBRAS N-2315 REV. A MAI/95, não tendo sido alterado o seu conteúdo.

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis e práticas recomendadas na realização de ensaio não-destrutivo por meio do ultra-som.

1.2 Esta Norma se aplica na inspeção de forjados de aço, exceto aços inoxidáveis austeníticos, ou aços com relação sinal-ruído similares.

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

1.4 Esta Norma contém Requisitos Mandatórios e Prática Recomendada.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto e contêm prescrições válidas para a presente Norma.

PETROBRAS N-1590	- Ensaio Não-Destrutivo - Qualificação de Pessoal;
PETROBRAS N-1738	- Descontinuidades em Juntas Soldadas, Fundidos, Forjados e Laminados;
ASME	- Boiler and Pressure Vessel Code, Section V, Edition;
ASTM -A- 388	- Standard Practice for Ultrasonic Examination of Heavy Steel Forging;
BS 4331 - Part 1	- Methods for Assessing the Performance Characteristics of Ultrasonic Flaw Detection Equipment;
BS 4331 - Part 3	- Methods for Assessing the Performance Characteristics of Ultrasonic Flaw Detection Equipment;
DIN 54120	- Nondestructive Testing - Calibration Block 1 and Its Use for the Adjustment and Control of Ultrasonic Echo Equipment;
DIN 54122	- Nondestructive Testing - Calibration Block 2 and Its Use for the Adjustment and Control of Ultrasonic Echo Equipment.

3 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições indicadas nos itens 3.1 a 3.5.

3.1 Acoplante

Qualquer substância (usualmente líquida, semi-líquida ou pastosa) introduzida entre o cabeçote e a superfície em ensaio, com o propósito de transmitir as vibrações de energia ultrassônica entre ambos.

3.2 Bloco-Padrão

Peça de material de composição química, tratamento térmico, forma geométrica e acabamento superficial especificados, por meio do qual o equipamento de ultra-som pode ser verificado e calibrado para o ensaio de materiais similares quanto à propagação do som.

3.3 Bloco de Referência

Peça de material de composição química, tratamento térmico, forma geométrica e acabamento de superfície especificados, por meio do qual o equipamento de ultra-som pode ser aferido e calibrado para o ensaio de materiais similares quanto à propagação do som.

3.4 Calibração da Sensibilidade

Determinação do nível de ganho em dB, necessário para que o sinal, produzido por um refletor-padrão, atinja uma dada amplitude.

3.5 Ajuste da Sensibilidade

Correções efetuadas no nível de ganho, para ajustar a sensibilidade de varredura, proceder à avaliação de descontinuidades, compensar as diferenças de acoplamento, atenuação sônica, existentes entre o material a ser ensaiado e o bloco de referência.

4 CONDIÇÕES GERAIS

As condições gerais devem ser conforme o ASME Seção V - artigo 5 e com as seguintes complementações e exceções.

4.1 Procedimento de Ensaio da Executante

Devem constar os seguintes itens na seqüência indicada:

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) material e faixa de espessura a ser ensaiada;
- d) desenho com detalhes dimensionais do forjado;
- e) aparelho (fabricante e modelo);

- f) cabeçote: tipo, fabricante, modelo, dimensões, ângulo, frequência, comprimento do campo próximo e espessura de utilização;
- g) método e periodicidade de aferição da aparelhagem;
- h) técnica de calibração;
- i) ajuste da sensibilidade do aparelho;
- j) condições superficiais e técnica de preparação;
- k) acoplante;
- l) técnica de varredura;
- m) requisitos adicionais (se houver);
- n) método de dimensionamento de descontinuidades;
- o) critério de registro e aceitação de descontinuidades;
- p) sistemática de registro de resultados;
- q) formulário de relatório para apresentação dos resultados.

Nota: Os itens c), d), e), f), h), j), k), l), p) são citados na ASTM-A-388.

4.2 Qualificação do Procedimento de Inspeção

A qualificação deve ser feita para cada material, conjunto aparelho-cabeçote e técnica de calibração da sensibilidade citada no procedimento. O procedimento é considerado qualificado se a calibração puder ser executada.

4.3 Revisão e Requalificação do Procedimento de Ensaio

Sempre que qualquer das variáveis citadas em 4.1 for alterada, deve ser emitida uma revisão do procedimento, sendo que para as variáveis c), e), f), g) e h) o procedimento deve também ser requalificado.

5 MATERIAL A SER ENSAIADO

5.1 O procedimento deve conter o croqui da peça a ser ensaiada com a indicação das dimensões principais.

5.2 O procedimento deve citar a especificação do material da peça a ser ensaiada.

5.3 Os materiais a serem ensaiados devem sofrer tratamento térmico antes da inspeção ultrasônica.

6 APARELHAGEM

6.1 Aparelho de Ultra-Som

Deve ser utilizado um aparelho do tipo pulso-eco que atenda aos seguintes requisitos:



- a) gerar frequência, no mínimo, na faixa de 0,4 MHz a 6 MHz;
- b) ser equipado com controle de ganho calibrado de, no máximo, 2 dB por passo;
- c) possuir uma tela plana acessível para traçagem direta de curvas de referência;
- d) possibilitar o uso simultâneo de dois cabeçotes, sendo um emissor e outro receptor.

6.2 Aferição da Aparelhagem

6.2.1 Aferição dos Blocos-Padrão e de Referência

6.2.1.1 Os blocos-padrão e de referência devem possuir certificado de aferição rastreados no Sistema INMETRO, ou Bureau Internacional de Pesos e Medidas.

6.2.1.2 A periodicidade de aferição dos blocos depende da frequência e condições de utilização. Recomenda-se que a periodicidade de aferição não seja superior a 24 meses.
[Prática Recomendada]

6.2.1.3 As aferições a serem efetuadas, bem como os métodos, as tolerâncias e periodicidade, devem estar de acordo com a TABELA 1:

TABELA 1 - AFERIÇÃO, MÉTODO, TOLERÂNCIA E PERIODICIDADE

Item a ser Aferido	Método	Tolerância	Periodicidad e Mínima (Notas 3 e 4)
APARELHO:			
- Linearidade horizontal	BS-4331 Part.1 item 5	BS-4331 Part.1 item 5 (Nota 1)	Semanal
- Linearidade de controle/ganho	BS-4331 Part.1 item 7	BS-4331 Part.1 item 7 (Nota 1)	Diária
CABEÇOTES:			
- Ponto de Saída do Feixe Sônico	BS 4331 Part.1 item 8	BS 4331 Part.1 item 8	Diária
- Ângulo Real do Cabeçote	BS 4331 Part.1 item 7	$\pm 2^\circ$	Diária
- Perfil do Feixe Sônico (Nota 2)	BS 4331 Part.3 item 6	$\pm 1^\circ$ no ângulo de divergência do feixe	Semanal
- Alinhamento do Feixe Sônico	BS 4331 Part.3 item 13	$\pm 2^\circ$	Mensal
- Resolução	BS 4331 Part.3 itens 14 e 15	BS 4331 Part.3 Itens 14 e 15	Anual

- Notas:
- 1) Não é permitida a utilização de aparelhos que excedam à tolerância.
 - 2) A aferição do perfil do feixe sônico só é requerida quando for executado o dimensionamento da altura das descontinuidades.
 - 3) A periodicidade especificada é estabelecida para condições normais de trabalho. Esta periodicidade pode ser alterada em comum acordo com a fiscalização, em função da frequência de utilização dos equipamentos.
 - 4) Qualquer reparo ou manutenção na aparelhagem implica na necessidade de nova aferição, independente da periodicidade estabelecida.

6.3 Cabeçotes

6.3.1 Normais

Os cabeçotes a serem utilizados devem ser os de 0,5 MHz a 5 MHz.

6.3.2 Duplo-Cristal

Os cabeçotes a serem utilizados devem ser os de 2 MHz a 5 MHz.

6.3.3 Angulares

Os cabeçotes a serem utilizados devem ser os de 1 MHz a 5 MHz.

Nota: O ângulo real e o ponto de emissão dos cabeçotes angulares devem ser aferidos diariamente no bloco-padrão DIN V1. O ângulo real do cabeçote pode variar, no máximo, 2° em relação ao ângulo nominal.

6.4 Bloco-Padrão

Devem ser utilizados os blocos do tipo V1 ou V2, com certificado de aferição, conforme DIN 54120 e DIN 54122, ou similares.

6.5 Blocos de Referência

Os blocos de referência devem possuir certificado de aferição.

6.5.1 Cabeçote Normal

6.5.1.1 Deve ser utilizado um conjunto de blocos de referência que abranja as espessuras do forjado em inspeção (ver FIGURA B-1 do ANEXO B).

6.5.1.2 O projeto dos blocos de referência deve estar de acordo com a FIGURA B-1 do ANEXO B e o conjunto básico dos blocos deve constituir-se daqueles que estão listados na mesma FIGURA B-1. Nos casos em que são ensaiadas peças com espessura de seções acima de 254 mm, devem ser preparados blocos adicionais, para cada 100 mm de acréscimo de espessura, até a espessura máxima a ser ensaiada, suplementando-se desta forma o conjunto básico.

6.5.2 Cabeçote Duplo Cristal

Deve ser utilizado o bloco de referência descrito na FIGURA B-2 do ANEXO B.

6.5.3 Cabeçote Angular

Deve ser selecionado e utilizado um bloco de referência conforme FIGURA B-3 do ANEXO B.

6.6 Diagrama DGS

Devem fazer parte da aparelhagem, no caso de utilização do método DGS, os diagramas ou escalas específicas de cabeçotes a serem utilizados.

7 TÉCNICA DE CALIBRAÇÃO

7.1 Escala

7.1.1 A calibração de escala pode ser efetuada com o bloco-padrão DIN V1 ou V2, ou em bloco padrão de mesmo material a ser inspecionado, ou na própria peça em uma região reconhecidamente isenta de descontinuidades.

7.1.2 A escala deve ser escolhida em função da espessura a ser examinada. A extensão da escala de distância na tela do aparelho deve ser equivalente a uma espessura, e no máximo, duas espessuras da peça a ser examinada.

7.2 Sensibilidade

7.2.1 Furo de Fundo Plano

7.2.1.1 Esta técnica é utilizada para calibração da sensibilidade de cabeçotes normais e duplo-cristal empregando os blocos de referência citados em 6.5.1 e 6.5.2, respectivamente, para construção das curvas de referência.

7.2.1.2 A curva deve ser traçada sobre filmes transparentes, colocados sobre a tela do aparelho.

7.2.1.3 Para construção da curva de referência deve ser determinado o furo que forneça a maior amplitude de reflexão. O sinal obtido deve ser posicionado a uma altura correspondente a 80 % da altura total da tela do aparelho. O ganho deve ser anotado e é chamado de Ganho Primário (GP). Sem alterar o GP deve-se marcar a tela do aparelho os pontos correspondentes à maior amplitude dos demais furos. Traçar uma curva ligando os pontos marcados. Esta curva deve ser referenciada como Curva de Referência Primária.

7.2.2 Eco de Fundo

7.2.2.1 Aplicável somente para calibração com cabeçotes normais.

7.2.2.2 É aplicada para peças de superfícies paralelas. Peças ou regiões de peças que não apresentem superfícies paralelas podem ser inspecionadas por esta técnica, desde que esteja disponível um bloco de superfície paralela de mesmo material, acabamento superficial e espessura equivalente à maior das espessuras a serem varridas.

7.2.2.3 A calibração deve ser feita em uma região da peça reconhecidamente isenta de descontinuidades. O eco de fundo da peça deve ser elevado a 80 % da altura total da tela e, neste nível traça-se uma linha reta horizontal, denominada Curva de Referência Primária. Ao ganho obtido, deve ser somado um ganho conforme a TABELA A-1 do ANEXO A. Este ganho é denominado Ganho Primário.

7.2.3 Inspeção com Cabeçotes Angulares

7.2.3.1 Para construção da curva de referência é empregado um bloco de referência determinado conforme 6.5.3. A curva deve ser traçada sobre filmes transparentes colocados sobre a tela do aparelho.

7.2.3.2 Deve ser determinado o furo que fornece a maior amplitude de reflexão. O sinal obtido deve ser posicionado a uma altura correspondente a 80 % da altura total da tela do aparelho. O ganho deve ser anotado e é chamado de Ganho Primário (GP). Sem alterar o GP, deve-se marcar sobre o filme transparente os pontos correspondentes à maior amplitude dos demais furos. Traçar uma curva ligando os pontos marcados, correspondentes à reflexão dos furos 1/4T, 1/2T, 3/4T, 1 1/4T. Esta curva deve ser referenciada como Curva de Referência Primária.

7.2.4 Diagrama DGS

7.2.4.1 Aplicável para cabeçotes normais, duplo-cristal e angulares.

