

ENSAIO NÃO-DESTRUTIVO - RADIOGRAFIA

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua 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 seus itens.

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

Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho - GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e das suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as suas Subsidiárias) e homologadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das suas 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 PETROBRAS N - 1. Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis na realização do ensaio não-destrutivo por meio de raios-X e raios-gama em peças fundidas, forjadas, laminadas e juntas soldadas.

1.2 Esta Norma se aplica a ensaio não-destrutivo por meio de raios-X e raios-gama a partir da data de sua edição.

1.3 Esta Norma não se aplica para ensaios de radiografia digital.

1.4 Esta Norma contém Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

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

Portaria nº 3214, 08/06/78	- Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6) - Equipamentos de Proteção Individual - EPI;
PETROBRAS N-1738	- Descontinuidades em Juntas Soldadas, Fundidos, Forjados e Laminados;
PETROBRAS N-2154	- Classificação de Áreas para Instalações Elétricas em Regiões de Perfuração e Produção;
PETROBRAS N-2162	- Permissão para Trabalho;
PETROBRAS N-2166	- Classificação de Áreas para Instalações Elétricas em Refinarias de Petróleo;
PETROBRAS N-2167	- Classificação de Áreas para Instalações Elétricas em Unidades de Transporte de Petróleo, Gás e Derivados;
PETROBRAS N-2344	- Segurança em Trabalhos de Radiografia Industrial;
ABENDE DC-001	- Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaios Não-Destrutivos;
ABENDE NA-001	- Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaios Não-Destrutivos;
ISO 9712	- Non-Destructive Testing - Qualification and Certification of Personnel;
ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section V;	
BSI BS EN 462-5	- Non-Destructive Testing: Image Quality of Radiographs - Part 5: Image Quality Indicators (Duplex Eire Type), Determination of Image Unsharpness Value;
BSI BS EN 473	- Non-Destructive Testing - Qualification and Certification of NDT Personnel - General Principles Supersedes PD;
BSI BS EN 45013	- General Criteria for Certification Bodies Operating Certification of Personnel.

3 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições do código ASME Section V, Article 2, Appendix V, complementadas pelos itens 3.1 a 3.4.

3.1 Exposição Panorâmica

Exposição em que mais de 1 filme é exposto por vez.

3.2 Espessura Penetrada

Espessura total atravessada pela radiação.

3.3 Sensibilidade Radiográfica (“Sensitivity”)

Menor detalhe e/ou mudança de contraste visível em uma imagem radiográfica.

3.4 IQI de Fio Duplo Não Resolvido

Indicador de qualidade de imagem composto por fios duplos paralelos. Considera-se um par não resolvido aquele onde não é possível visualizar os fios duplos separadamente na imagem radiográfica.

4 CONDIÇÕES GERAIS

As condições gerais devem ser conforme o código ASME Section V Article 2 e as complementações e exceções do procedimento de inspeção descritas nos itens 4.1 e 4.2.

4.1 Procedimento de Inspeção

Devem constar na seqüência indicada os seguintes itens:

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) material (exemplo: material aço-carbono e processo de fabricação);
- d) tipo de fonte ou aparelho de raios-X, citando isótopo radioativo ou tensão máxima;
- e) dimensões máximas da fonte ou foco do aparelho de raios-X;
- f) marca comercial e tipo do filme;
- g) telas intensificadoras ou filtros de proteção contra radiação dispersa, citando tipo, quantidade, dimensões e espessura;
- h) condição requerida para as superfícies a serem ensaiadas e métodos de preparação;
- i) esquema indicativo do arranjo para exposição;
- j) descrição do método de marcação de posição;
- k) faixa de densidade;
- l) indicadores de qualidade de imagem (IQI):
 - tipo;
 - material;

- locação;
- calços;
- m) tabelas de execução;
- n) esquema e sistemas de identificação da radiografia;
- o) dados do laboratório radiográfico;
- p) processamento do filme;
- q) requisitos adicionais, incluindo:
 - arranjo do chassis;
 - seqüência sumária da execução do ensaio;
 - informações suplementares;
- r) radioproteção;
- s) requisitos de segurança e ambientais conforme Capítulo 21 desta Norma;
- t) sistemática de registro de resultados;
- u) formulário para relatório de registro de resultados.

Nota: As alíneas c), d), e), f) e g) citados no item 4.1 constam no código ASME Section V.

4.2 O procedimento deve ter o nome do emitente (órgão da PETROBRAS ou firma executante), ser numerado e ter indicação da revisão.

5 GRUPO DE MATERIAL

O material a ser radiografado deve estar classificado de acordo com suas características de absorção da radiação conforme código ASME Section V, Article 22 SE-1025.

6 FONTE

Para fonte de raios-gama, a faixa de espessura de material que se recomenda radiografar para cada isótopo radioativo está indicada na TABELA 1. **[Prática Recomendada]**

TABELA 1 - FAIXA DE ESPESSURA PENETRADA RADIOGRAFÁVEL COM ISÓTOPO RADIOATIVO

Material	Irídio-192 Espessura (mm)	Cobalto-60 Espessura (mm)	Selênio-75 Espessura (mm)
Aço	10 a 80	60 a 150	5 a 30
Ligas de cobre e de alto níquel	10 a 80	60 a 150	-
Alumínio	≥ 60	-	-

- Notas:
- 1) Para espessuras penetradas inferiores as espessuras mínimas definidas para cada isótopo recomenda-se o uso de raios-X. **[Prática Recomendada]**
 - 2) Para espessuras penetradas inferiores a 10 mm para as técnicas Parede Dupla Vista Dupla (PD-VD) e Parede Dupla Vista Simples (PD-VS) e para espessuras penetradas inferiores a 5 mm para a técnica Parede Simples Vista Simples (PS-VS), recomenda-se o uso de filme tipo 1. **[Prática Recomendada]**

7 FILME

7.1 Devem ser utilizados filmes tipo 1 (baixa velocidade, contraste muito alto e granulação muito fina) ou do tipo 2 (média velocidade, contraste alto e granulação fina).

7.2 O comprimento do filme em ensaio radiográfico por amostragem deve ser igual ou superior a 152 mm.

7.3 A quantidade de filmes para radiografar juntas circunferenciais em vista simples deve estar de acordo com a TABELA A-1 do ANEXO A.

8 TELA INTENSIFICADORA

As telas devem atender aos seguintes requisitos:

- a) material conforme prescrito no código ASME Section V, Article 22 SE-94;
- b) possuir um sistema de identificação que permita sua rastreabilidade, esta identificação deve estar posicionada fora da área de interesse.

9 PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE

Para aços inoxidáveis austeníticos, ligas de níquel e ligas de alumínio, as ferramentas de preparação da superfície destes materiais devem ser utilizadas apenas para os mesmos materiais e atender os seguintes requisitos:

- a) serem de aço inoxidável ou revestidas com este material para aços inoxidáveis austeníticos e ligas de níquel;
- b) os discos de corte e esmerilhamento devem ter alma de náilon ou similar.

10 ARRANJO PARA EXPOSIÇÃO

10.1 No arranjo para exposição deve ser preparado um desenho esquemático contendo, no mínimo:

- a) posição da fonte;
- b) locação do IQI para avaliação de sensibilidade radiográfica;
- c) locação do IQI de fio duplo, quando requerido;
- d) locação dos marcadores de posição;
- e) indicação da dimensão considerada como distância fonte-filme;
- f) técnica radiográfica.

10.2 Para radiografar tubos de diâmetro externo igual ou inferior a 89 mm (3,5") recomenda-se que seja utilizada a técnica PD-VD. **[Prática Recomendada]**

10.3 Para a técnica PD-VD, recomenda-se que as elipses tenham a dimensão do eixo menor interno entre 10 mm e 15 mm. **[Prática Recomendada]**

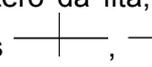
11 MARCAÇÃO DE POSIÇÃO

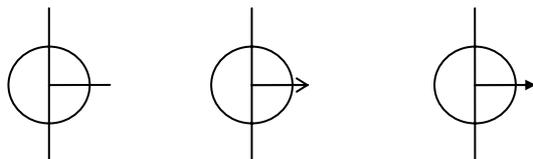
11.1 Usar como marcadores de posição caracteres de chumbo com altura máxima de 12 mm.

11.2 Em equipamentos cilíndricos, esféricos e tubulações devem ser obedecidos os requisitos a seguir:

- a) fixar os números de chumbo a uma fita, em ordem crescente (0, 1, 2 ...) e a intervalos regulares;
- b) para juntas circunferenciais, a fita deve ser enrolada ao equipamento ou tubulação com a numeração no sentido dos ponteiros do relógio, tomando-se a posição do mostrador como voltada para as direções Norte ou Leste, para equipamento ou tubulação com eixo longitudinal na posição horizontal e para cima no caso de equipamento ou tubulação com eixo longitudinal fora da posição horizontal;
- c) para juntas longitudinais, a fita deve ser fixada ao equipamento ou tubulação, sendo a numeração crescente de Sul para Norte ou de Oeste para Leste, no caso de juntas horizontais e de baixo para cima no caso de juntas verticais ou não horizontais;

Nota: A alínea c) não se aplica quando não houver definição das direções Norte-Sul e Leste-Oeste. Para dutos e tubulações, deve-se indicar conforme a direção do fluxo de escoamento, quando este for unidirecional.

- d) para o perfeito posicionamento da referência zero da fita, deve ser marcado sobre o equipamento ou tubulação, os símbolos ,  ou  de preferência na parte superior do equipamento ou tubulação, no caso de juntas circunferenciais, sendo que a referência zero da fita deve ser fixada na base do símbolo marcado, conforme o exemplo:



12 DENSIDADE

A densidade, medida na área de interesse e na região do IQI, deve ser, no mínimo, 1,8 para radiografias feitas com raios-X e 2,0 para radiografias feitas com raios-gama e, no máximo, 3,5, para filmes avaliados individualmente. Para a técnica de se avaliar simultaneamente 2 filmes sobrepostos, a densidade mínima do conjunto deve ser de 2,6 e de cada radiografia individual deve ser de 1,3.

Nota: Após a calibração do densitômetro, a luminosidade do negatoscópio não deve ser alterada.

13 INDICADORES DE QUALIDADE DE IMAGEM (IQI)

13.1 A sensibilidade radiográfica deve ser verificada pelo uso de IQI, o qual deve apresentar na radiografia uma imagem perfeitamente definida, inclusive de seus números, letras de identificação e o furo ou arame essencial bem visível, tanto na técnica de se avaliar cada filme individualmente quanto na técnica de se avaliar simultaneamente 2 filmes sobrepostos. Para IQIs de arames, admite-se que o arame essencial é bem visível quando se visualiza, na área de interesse da radiografia, 10 mm do seu comprimento.

13.2 A seleção do material e tipo do IQI e da sensibilidade radiográfica deve ser de acordo com a norma de projeto ou de construção e montagem do equipamento. Quando estas normas forem omissas utilizar o código ASME Section V Article 2.

Nota: Quando não for prevista na norma de referência, a seleção do arame essencial para IQI do lado do filme deve ser efetuada por ocasião da qualificação do procedimento, pela verificação da equivalência com arame essencial correspondente ao IQI locado do lado da fonte.

13.3 A imagem do IQI de furo, no caso de radiografia de soldas, deve estar distante de, no mínimo, 3 mm da margem da solda.

Nota: Para o caso de radiografia usando a técnica PD-VD, o IQI deve ficar o mais próximo possível da solda, à menor distância da fonte de radiação; porém sua imagem deve ficar distante, no mínimo, 3 mm da margem da imagem da solda.

13.4 A espessura do calço deve ser tal que, a espessura total radiografada através do IQI seja, pelo menos, a mesma que a espessura total da solda, incluindo seu reforço e cobre-junta não removido, bem como outras variações de espessura, tais como, as existentes em bocais.

13.5 Para juntas de espessura dissimilares, quando não prevista na norma de referência, considerar a menor espessura na seleção do IQI, posicionando o IQI na região de menor espessura.

13.6 O IQI e o calço não devem ter revestimento ou pintura com pigmentos metálicos.

14 TABELAS DE EXECUÇÃO

14.1 Devem ser preparadas 2 tabelas, de modo a facilitar a execução do ensaio.

14.1.1 Tabela de dados da exposição, contendo as seguintes informações:

- a) faixa de diâmetros;
- b) faixa de espessuras;

- c) distância mínima fonte-filme;
- d) indicação do IQI utilizado e da sensibilidade requerida;
- e) indicação do IQI de fio duplo utilizado e o par de fio duplo não resolvido;
- f) técnica radiográfica;
- g) uso ou não de telas intensificadoras.

14.1.2 Tabela de arranjo dos filmes, contendo as seguintes informações:

- a) diâmetro;
- b) espessura ou faixa de espessura;
- c) quantidade de filmes;
- d) tamanho dos filmes;
- e) sobreposição nominal;
- f) sobreposição mínima (conforme Capítulo 16).

14.2 Em soldas, a área de interesse é limitada pela largura da solda, acrescida de 3 mm de cada lado da solda. A área de interesse da radiografia deve estar livre de sobreposição com a identificação, com o calço do IQI e com os marcadores de posição.

15 DISTÂNCIA FONTE-FILME

15.1 A distância deve ser, no mínimo, a calculada de acordo com a fórmula:

$$D_{ff} = \frac{f \cdot e}{p} + d$$

Onde:

- Dff = distância mínima fonte-filme, em mm;
- f = dimensão da fonte, em mm;
- p = penumbra (ver o código ASME Section V Article 2);
- d = maior distância da solda ou objeto ao filme, a ser considerada na radiografia, em mm, igual à espessura da solda ou do objeto que está sendo radiografado acrescida da distância entre a solda ou objeto, considerando sua face mais próxima ao filme;
- e = espessura da solda ou do objeto que está sendo radiografado.

Nota: No caso de radiografias de parede dupla e vista dupla, considerar como a distância "d" o diâmetro externo do tubo, acrescido ou não da distância entre o filme e a face mais próxima do objeto.

15.2 Quando não for possível atender o requisito distância fonte-filme do item 15.1 desta Norma, pode-se mensurar o atendimento à condição de penumbra máxima recomendada pelo código ASME Section V Article 2 (ou norma ou código de projeto aplicável), mediante aprovação prévia pela PETROBRAS, utilizando-se o IQI de fio duplo da norma EN-462 Parte 5. Neste caso, o IQI de fio duplo deve ser posicionado no lado da fonte com o IQI de sensibilidade radiográfica.

Nota: O procedimento para uso do IQI de fio duplo é mostrado no ANEXO B.

16 SOBREPOSIÇÃO

16.1 A sobreposição mínima entre filmes, para superfícies planas ou quando a distância fonte-filme for menor ou igual ao raio de curvatura, deve ser calculada por meio da fórmula:

$$S = \frac{C \cdot e}{D_{ff}} + 6$$

Onde:

- S = sobreposição, em mm;
- C = comprimento do filme, em mm;
- e = espessura da peça, em mm;
- D_{ff} = distância mínima fonte-filme, em mm.

16.2 A sobreposição nominal para juntas circunferenciais totalmente radiografadas deve ser determinada através da TABELA A-1 do ANEXO A, porém nunca deve ser inferior a 30 mm.

16.3 A sobreposição real deve ser sempre verificada pelo aparecimento dos mesmos marcadores de posição em radiografias consecutivas.

17 IDENTIFICAÇÃO DA RADIOGRAFIA

17.1 No mínimo, as seguintes informações devem aparecer na imagem radiográfica:

- a) número do equipamento, tubulação ou peça;
- b) número da junta;
- c) espessura;
- d) material ou opcionalmente no caso de tubulação, sua classe;
- e) número de identificação do filme;
- f) data da execução do serviço;
- g) identificação do profissional nível 1;
- h) conforme o caso, as seguintes inscrições:
 - NR - radiografia de solda reparada parcialmente;
 - NE - radiografia de solda após seu esmerilhamento;
 - NT - radiografia de solda totalmente refeita;
 - NX - repetição de radiografia por erro de execução;
 - RX - repetição de radiografia para confirmação de defeito;
 - AM - radiografia tirada para aumento de amostragem em virtude da radiografia anterior ter apresentado defeito;
 - EX - radiografia tirada para delimitação de defeito.

17.2 No mínimo, as seguintes informações devem constar do invólucro ou capa da radiografia:

- a) sigla da obra ou número do contrato;
- b) nome e/ou símbolo da contratante;
- c) nome e/ou símbolo da firma inspetora;
- d) assinatura e identificação do profissional nível 1 que executou a radiografia;

- e) laudo com assinatura e identificação do profissional nível 2 que o emitiu;
- f) processo de soldagem;
- g) chanfro;
- h) espessura;
- i) material;
- j) posição de soldagem;
- k) identificação do equipamento/tubulação;
- l) número da junta;
- m) número de identificação do filme;
- n) número do soldador ou operador de solda;
- o) técnica radiográfica.

Nota: As alíneas j) e n) são opcionais mediante aprovação prévia da PETROBRAS.

17.3 As informações citadas no item 17.1 devem aparecer como imagem radiográfica, simultaneamente com a obtenção da imagem da peça. Não é permitido escrever ou adulterar por outros meios as informações na radiografia.

17.4 Para reduzir o espaço ocupado pelas informações da identificação, recomenda-se que as informações sejam impressas e escritas a lápis numa tira de papel fino transparente com largura máxima de 22 mm, podendo então, as imagens impressas e escritas serem intensificadas pela colocação no interior do chassis de uma tela intensificadora com dimensões iguais a dimensão da tira de papel. **[Prática Recomendada]**

18 LABORATÓRIO RADIOGRÁFICO

18.1 O armazenamento de filmes virgens deve ser feito em ambiente e condições que os mantenham protegidos de luminosidade, compressão, calor excessivo, umidade excessiva, vapores e possíveis radiações.

18.2 A câmara escura deve ser protegida de luminosidade que possa prejudicar a qualidade da radiografia.

18.2.1 A potência da lâmpada de segurança da câmara escura deve ser, no máximo, 15 W.

18.2.2 A distância da lâmpada de segurança à área de serviço deve ser, no mínimo, 1,20 m. Deve ser utilizado na luminária um filtro de segurança para garantir a luminosidade adequada na câmara escura.

18.3 A área de serviço, as telas e os chassis devem ser mantidos limpos. Para tanto, devem ser previstas áreas separadas para carregamento dos chassis (área seca) e para revelação dos filmes (área úmida), que devem ficar, no mínimo, a 1 m de distância.

18.4 O descarte de produtos químicos usados deve ser feito de forma segregada, visando tratamento posterior.

18.5 O armazenamento dos produtos químicos utilizados na revelação deve ser feito em sala ou local específico para tal. Este local não deve ser habitado ou utilizado por pessoas.

19 PROCESSAMENTO DO FILME

19.1 O processamento automático de filme deve seguir as instruções dos fabricantes.

19.2 No processamento manual, cada banho deve ser preparado num recipiente individual, o qual deve ser utilizado exclusivamente para este banho.

20 RADIOPROTEÇÃO

20.1 Os serviços devem ser executados de acordo com o plano geral de radioproteção aprovado pela CNEN. Dentro das áreas da PETROBRAS, além dos requisitos da norma PETROBRAS [N-2344](#) devem também ser obedecidas as normas e padrões de segurança aplicáveis.

20.2 Os sistemas luminosos de balizamento de área de isolamento devem estar adequados a classificação da área, conforme normas PETROBRAS [N-2154](#), [N-2166](#) e [N-2167](#), em função do ambiente de realização do ensaio.

21 REQUISITOS DE SEGURANÇA E AMBIENTAIS

21.1 Devem ser considerados os aspectos e impactos ambientais e riscos e perigos causados pela atividade de inspeção em serviço.

21.2 Antes do início dos trabalhos de inspeção dentro das instalações PETROBRAS, deve ser obtida uma permissão de trabalho, conforme a norma PETROBRAS [N-2162](#), onde são definidos os requisitos de segurança para a execução dos trabalhos de inspeção. Em caso de não-conformidade, comunicar ao órgão gestor da segurança industrial e meio ambiente.

21.3 Utilizar os EPI's necessários para execução dos serviços de inspeção, conforme a norma regulamentadora nº 6 (NR-6).

21.4 Verificar se os acessos, andaimes e iluminação são suficientes e adequados.

21.5 Verificar se os trabalhos de manutenção em paralelo não oferecem riscos à segurança.

22 REGISTRO DOS RESULTADOS

22.1 A terminologia para a denominação de descontinuidades deve estar de acordo com a norma PETROBRAS [N-1738](#).

22.2 Os resultados devem ser registrados por meio de um sistema de identificação e rastreabilidade que permita correlacionar o local ensaiado com o relatório e vice-versa.

22.3 Deve ser emitido um relatório, anexando a radiografia, contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- a) nome do emitente (órgão da PETROBRAS ou firma executante);
- b) identificação numérica;
- c) identificação da peça, equipamento ou tubulação;
- d) identificação da fonte e dimensões;
- e) número e revisão do procedimento;
- f) registro dos resultados, indicando os tipos de descontinuidades;
- g) normas de referência para interpretação dos resultados;
- h) laudo indicando aceitação, rejeição (com a máscara do filme em anexo) ou recomendação de ensaio complementar;
- i) data;
- j) identificação e assinatura do profissional nível 2 responsável.

22.4 A descrição da sistemática de registro de resultados pode ser dispensada de constar no procedimento de inspeção a critério da PETROBRAS, se o executante (órgão da PETROBRAS ou firma executante) apresentar em seu Sistema de Qualidade sistemática que atenda ao item 22.2. **[Prática Recomendada]**

23 QUALIFICAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO

23.1 O procedimento é considerado qualificado quando as radiografias executadas nas faixas de espessuras estabelecidas (na norma de projeto ou de construção e montagem do equipamento ou tubulação) apresentarem:

- a) densidade dentro da faixa requerida;
- b) indicador de qualidade de imagem perfeitamente definido;
- c) furo ou arame essencial bem visível;
- d) o par de fio duplo requerido, quando aplicável;
- e) isentas de manchas ou defeitos de revelação;
- f) sistema de identificação perfeitamente visível.

Nota: Quando as normas de projeto ou de construção e montagem do equipamento ou tubulação forem omissas, utilizar o código ASME Section V Article 2.

23.2 Deve ser executada apenas 1 radiografia para cada faixa de espessura, exceto no caso de exposição panorâmica, onde é requerida a execução de 2 radiografias consecutivas.

23.3 Deve ser executada radiografia apenas para as faixas que englobem os valores de espessura especificadas no procedimento de inspeção.

24 REVISÃO E/OU REQUALIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO

24.1 Sempre que qualquer das variáveis do Capítulo 4 for alterada, deve ser emitida uma revisão do procedimento.

24.2 Sempre que qualquer das variáveis citadas nas alíneas b), c) (apenas alteração de grupo), d), e) (apenas quando aumentada), f), g), i) (exceto dimensões), l) (apenas material, tipo e furo ou arame essencial), m) (apenas no caso de se reduzir a distância fonte-filme, aumento da sensibilidade radiográfica e alteração da técnica radiográfica), n) (apenas alteração do sistema de identificação), citadas no item 4.1 for alterada o procedimento deve ser requalificado.

25 QUALIFICAÇÃO DE PROFISSIONAIS NÍVEL 1, NÍVEL 2 E NÍVEL 3

Deve ser qualificado de acordo com as normas ABENDE NA-001 e DC-001 ou por sistemas independentes operando segundo requisitos das normas BSI BS EN 45013 e ISO 9712 ou norma BSI BS EN 473.

/ANEXO A

ANEXO A - TABELA

TABELA A-1 - QUANTIDADES DE FILMES POR JUNTA CIRCUNFERENCIAL TOTALMENTE RADIOGRAFADA (100 %) EM VISTA SIMPLES

Diâmetro Externo do Equipamento ou Tubo	Quantidade de Filmes
a) acima de 89 mm (3,500") até 219 mm (8,625")	a) 4 filmes com exposições separadas de 90°, dimensões 216 mm (máximo) x 89 mm (8 1/2" x 3 1/2") ou 216 mm (máximo) x 114 mm (8 1/2" x 4 1/2"), com a fonte locada externamente e o filme internamente ao equipamento ou tubo; 3 filmes ou 4 filmes com exposições separadas de 120° ou 90°, respectivamente, dimensão 216 mm x 89 mm (8 1/2" x 3 1/2") ou 216 mm x 114 mm (8 1/2" x 4 1/2"), com a fonte e filme locados externamente ao equipamento ou tubo.
b) de 219 mm (8,625") até 457mm (18")	b) 4 filmes com exposições separadas de 90°, dimensões 432 x 89 mm (17" x 3 1/2") ou 432 mm x 114 mm (17" x 4 1/2").
c) de 457 mm (18") até 610 mm (24")	c) 5 filmes com exposições igualmente separadas, dimensão 432 mm x 89 mm (17" x 3 1/2") ou 432 mm x 114 mm (17" x 4 1/2").
d) de 610 mm (24") até 737 mm (29")	d) 6 filmes com exposições igualmente separadas, dimensão 432 mm x 89 mm (17" x 3 1/2") ou 432 mm x 114 mm (17" x 4 1/2").
e) de 737 mm (29") até 864 mm (34")	e) 7 filmes com exposições igualmente separadas, dimensão 432 mm x 89 mm (17" x 3 1/2") ou 432 mm x 114 mm (17" x 4 1/2").
f) de 864 mm (34") até 991 mm (39")	f) 8 filmes com exposições igualmente separadas, dimensão 432 mm x 89 mm (17" x 3 1/2") ou 432 mm x 114 mm (17" x 4 1/2").
g) de 991 mm (39") até 1 118 mm (44")	g) 9 filmes com exposições igualmente separadas, dimensão 432 mm x 89 mm (17" x 3 1/2") ou 432 mm x 114 mm (17" x 4 1/2").
h) de 1 118 mm (44") até 1 245 mm (49")	h) 10 filmes com exposições igualmente separadas, dimensão 432 mm x 89 mm (17" x 3 1/2") ou 432 mm x 114 mm (17" x 4 1/2").
i) de 1 245 mm (49") até 1 346 mm (53")	i) 11 filmes com exposições igualmente separadas, dimensão 432 mm x 89 mm (17" x 3 1/2") ou 432 mm x 114 mm (17" x 4 1/2").
j) de 1 346 mm (53") até 1 473 mm (58")	j) 12 filmes com exposições igualmente separadas, dimensão 432 mm x 89 mm (17" x 3 1/2") ou 432 mm x 114 mm (17" x 4 1/2").
k) de 1 473 mm (58") até 1600 mm (63")	k) 13 filmes com exposições igualmente separadas, dimensão 432 mm x 89 mm (17" x 3 1/2") ou 432 mm x 114 mm (17" x 4 1/2").
l) maior que 1600 mm (63")	l) Quantos filmes forem necessários com exposições igualmente separadas, dimensão 432 mm x 89 mm (17" x 3 1/2") ou 432 mm x 114 mm (17" x 4 1/2").

ANEXO B - USO DO IQI DE FIO DUPLO

B-1 O posicionamento do IQI de fio duplo deve ser sempre do lado da fonte e em um plano perpendicular a uma linha reta imaginária entre a fonte e o objeto a ser radiografado.

B-2 O IQI de fio duplo deve ser visualizado em 2 posições no mesmo plano defasadas de 90°. As imagens podem ser obtidas na mesma exposição com uso de 2 IQIs de fio duplo ou por meio de 2 exposições.

Nota: O IQI de fio duplo deve ser posicionado paralelamente a largura e comprimento do filme.

B-3 A penumbra deve ser definida como o primeiro par de fios duplos não resolvido.

B-4 A correlação da penumbra máxima especificada no código ASME Seção V Article 2 é mostrada na TABELA B-1. Caso o código de projeto utilizado seja diferente do código ASME Seção V Article 2 deve ser utilizado como padrão o primeiro par de fios duplos do IQI da norma EN-462 Parte 5 que corresponda a penumbra máxima especificada no código de projeto.

TABELA B-1 - PENUMBRA TOTAL MÁXIMA

Espessura do Material	Penumbra Máxima do Código Asme Section V Article 2	Fio Duplo Não Resolvido do IQI da Norma EN-462 Parte 5	Penumbra Correspondente ao Fio Duplo Não Resolvido
Menor que 2" (50,8 mm)	0,020" (0,51 mm)	6D	0,50 mm
Acima de 2" (50,8 mm) até 3" (76,2 mm)	0,030" (0,76 mm)	5D	0,64 mm
Acima de 3" (76,2 mm) até 4" (101,6 mm)	0,040" (1,02 mm)	3D	1,00 mm
Acima de 4" (101,6 mm)	0,070" (1,78 mm)	1D	1,60 mm

B-5 É obrigatório o uso do IQI de fio duplo em conjunto com o IQI de sensibilidade radiográfica.

ÍNDICE DE REVISÕES	
REV. A, B, C e D	
Não existe índice de revisões.	
REV. E	
Partes Atingidas	Descrição da Alteração
1.3	Incluído
1.4	Renumerado
2	Revisado
3.3	Incluído
3.4	Incluído
4	Revisado
6	Revisado
10.1	Revisado
13.2	Revisado
13.3	Revisado
13.6	Excluído
14.1.1	Revisado
15.1	Revisado
15.2	Incluído
17.2	Revisado
18.2.2	Revisado
18.4	Incluído
18.5	Incluído
20	Revisado
21	Incluído
22	Revisado e Renumerado
23	Revisado e Renumerado
24	Revisado e Renumerado
25	Revisado e Renumerado