

CONTECComissão de Normalização
Técnica**SC-27**

Ensaaios Não Destrutivos

Ensaio Não Destrutivo - Radiografia**1ª Emenda**

Esta é a 1ª Emenda da PETROBRAS N-1595 REV. H e se destina a modificar o seu texto nas partes indicadas a seguir:

NOTA 1 As novas páginas com as alterações efetuadas estão colocadas nas posições correspondentes.

NOTA 2 As páginas emendadas, com a indicação da data da emenda, estão colocadas no final da norma, em ordem cronológica, e não devem ser utilizadas.

CONTEÚDO DA 1ª EMENDA - 08/2019

- Subseção 5.6.7

Alteração do texto.

- Subseção 5.6.8.1 alínea e

Alteração do texto.

- Subseção 5.7.9

Alteração do texto.

- Subseção 5.8.6.1 alínea e

Alteração do texto.

- Subseção 5.8.7

Alteração do texto.

- Subseção 5.9.1

Alteração do texto.

- Subseção 5.10

Alteração do texto.

- Subseção 5.11

Alteração do texto.

- Subseção 5.12

Alteração do texto.

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. 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 fixa as condições exigíveis na realização do ensaio não destrutivo por meio de radiografia convencional por meio de raios X e raios Gama complementando as normas nacionais e normas estrangeiras.

1.2 Esta Norma se aplica na inspeção de juntas soldadas e produtos fundidos, forjados e laminados.

1.3 Esta Norma se aplica aos ensaios não destrutivos por meio de radiografia convencional a partir da data de sua edição.

1.4 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 (incluindo emendas).

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

ABNT [NBR 15739:2012](#) (versão corrigida 2016) - Ensaios Não Destrutivos - Radiografia em Juntas Soldadas - Detecção de Descontinuidades;

ABNT [NBR NM 343:2016](#) - Ensaios Não Destrutivos - Radiografia Industrial - Requisitos Mínimos do Negatoscópio;

ABNT [NBR 15817:2012](#) (versão corrigida 2016) - Ensaios Não Destrutivos - Radiografia em Fundidos - Detecção de Descontinuidades;

ABNT [NBR ISO/IEC 17025:2017](#) - Requisitos Gerais para a Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração;

ABNT [NBR NM 314:2007](#) (versão corrigida 2016) - Ensaios não Destrutivos - Radiografia Industrial - Terminologia;

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

ISO [5580:1985](#) - Non-Destructive Testing - Industrial Radiographic Illuminators - Minimum Requirements;

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

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

ASME [BPVC Sec. V:2017](#) - Boiler and Pressure Vessel Code - Section V: Nondestructive Examination;

ASTM [E 1079:2016](#) - Standard Practice for Calibration of Transmission Densitometers;

ASTM [E 1390:2016](#) - Standard Specification for Illuminators Used for Viewing Industrial Radiographs;

AWS [D1.1/D1.1M: 2015](#) - Structural Welding Code - Steel;

DNVGL-ST-F101: [2017](#) - Submarine Pipeline Systems;

DNVGL-OS-C401: [2018](#) - Fabrication and Testing of Offshore Structures.

3 Termos e Definições

Para os efeitos deste documento aplicam-se os termos e definições do INMETRO [VIM:2012](#), ABNT [NBR NM 314:2007 \(versão corrigida 2016\)](#) e os seguintes.

3.1

adição

inserção de um novo parágrafo ou de um texto em parágrafo

3.2

modificação

substituição de todo um parágrafo ou modificação de parte dele

3.3

supressão

exclusão do parágrafo ou parte dele

3.4

norma base

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

4 Condições Gerais

4.1 O ensaio radiográfico deve ser executado conforme preconizado nas normas em suas 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 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 radiografia.

4.3 Para todas as normas de projeto, fabricação, construção e montagem é necessária a adição dos 5.1 e 5.2 visando complementá-las quanto aos requisitos nelas especificados para a execução dos ensaios.

4.4 No caso da necessidade de digitalização de filmes industriais após a execução do ensaio radiográfico, a densidade máxima das radiografias, feitas com raios Gama ou X, deve ser função da capacidade do digitalizador (faixa de densidade do escâner).

5 Condições Específicas

5.1 Qualificação de Pessoal

Para serviços executados no Brasil ou no exterior, a qualificação e certificação de pessoal para o ensaio por meio de radiografia devem ser por entidades independentes, acreditadas pelos organismos nacionais de seus respectivos países, conforme ABNT [NBR NM ISO 9712:2014](#) ou [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.

5.2 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 em corpos-de-prova 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 repetibilidade, incerteza de medição e probabilidade de detecção compatíveis com a inspeção e critérios adotados na avaliação de descontinuidades.

5.3 Calibração

5.3.1 As calibrações descritas nesta Norma devem ser realizadas por laboratórios acreditados conforme a ABNT [NBR ISO/IEC 17025:2017](#).

5.3.2 Quando não houver laboratório acreditado para a grandeza a ser calibrada, podem realizar as calibrações os laboratórios com padrões rastreados à Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou ao Inmetro, ou laboratório com seu sistema metrológico nacional ou internacional formalmente reconhecido como operando conforme a ABNT [NBR ISO/IEC 17025:2017](#).

5.4 Critério de Aceitação de Descontinuidades

O critério de aceitação deve ser estabelecido pela especificação de projeto.

5.5 Modificação, Adição e Supressão da [ABNT NBR 15817:2012](#) (versão corrigida 2016)

5.5.1 Item 8.1 – Modificar

Recomenda-se que a calibração do negatoscópio seja realizada de acordo com a ABNT [NBR NM 343:2016](#) e com periodicidade adequada ao uso conforme definido no plano de calibração do usuário. **[Prática Recomendada]**

5.5.2 Item 22.2 - Adicionar

Identificação do profissional Nível 1.

5.6 Modificação, Adição e Supressão do ASME [BPVC Sec. V:2017](#), Article 2

5.6.1 T-221.1 WRITTEN PROCEDURE - Modificar

O ensaio radiográfico deve ser realizado de acordo com um procedimento escrito, o qual deve conter, no mínimo, os requisitos listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis do Procedimento Escrito

Requisitos	Variável não essencial	Variável essencial	Observações
Nome do emitente, numeração e indicação da revisão	X		
Objetivo	X		
Normas de referência para a elaboração e qualificação do procedimento		X	
Tipo de material e faixa de espessura		X	Exceto para material do mesmo grupo (ver ASME BPVC Sec. V:2017 artigo 22, SE-747 ou SE-1025)
Distância mínima fonte-objeto		X	Exceto quando aumentada
Distância objeto filme		X	Exceto quando diminuída
Tipo de fonte de radiação (especificando isótopo radioativo ou instrumento de raios X com tensão máxima) e filtros		X	
Dimensões máximas da fonte ou foco do instrumento de raios X		X	Exceto quando diminuída
Marca comercial e designação do filme		X	
Telas intensificadoras citando tipo, quantidade e espessura		X	
Condição requerida para as superfícies a serem ensaiadas e métodos de preparação	X		
Técnica radiográfica e esquema indicativo do arranjo para exposição		X	

Tabela 1 - Variáveis do Procedimento Escrito (Continuação)

Requisitos	Variável não essencial	Variável essencial	Observações
Descrição do método de marcação de posição	X		
Faixa de densidade	X		
Indicadores de Qualidade de Imagem (IQI): tipo, material, localização e calços		X	
Tabelas de execução		X	
Esquema e sistemas de identificação da radiografia	X		
Arranjo do laboratório radiográfico	X		
Processamento do filme	X		
Arranjo dos chassis	X		
Radioproteção	X		
Requisitos de segurança , meio ambiente e saúde	X		
Sistemática de registro de resultados	X		
Formulários para relatórios de registro de resultados	X		

5.6.2 T-221.2 PROCEDURE DEMONSTRATION - Modificar

O procedimento é considerado qualificado quando as radiografias apresentarem:

- densidade dentro da faixa requerida;
- identificação visível do indicador de qualidade de imagem;
- furo ou arame essencial visível na área de interesse;
- ausência de manchas ou defeitos de revelação na área de interesse;
- sistema de identificação visível.

A qualificação do procedimento deve ser realizada antes da execução dos serviços e deve ser evidenciada por, no mínimo, uma radiografia para cada faixa de espessura, exceto no caso de exposição panorâmica, onde é requerida a execução de no mínimo duas radiografias consecutivas.

Sempre que qualquer variável da Tabela 1 for alterada, deve ser emitida uma revisão do procedimento. Se a variável for essencial, o procedimento deve ser requalificado.

5.6.3 T-222 SURFACE PREPARATION - Adicionar

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

- ser de aço inoxidável (austenítico, duplex e superduplex) ou revestidas com este mesmo material;
- os discos de corte e esmerilhamento devem ter alma de náilon ou similar.

5.6.4 T-224 SYSTEM OF IDENTIFICATION - Modificar

É requerido que as informações fornecidas por este sistema de identificação necessariamente apareçam como imagens radiográficas, seja ela obtida com raios X ou gama. Em qualquer caso, esta informação não deve obscurecer a área de interesse.

No mínimo, as seguintes informações devem constar na imagem radiográfica:

- a) número do equipamento, tubulação ou peça;
- b) número da junta, em caso de junta soldada;
- 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.

5.6.5 T-231.1 SELECTION - Adicionar

O comprimento do filme em ensaio radiográfico por amostragem deve ser igual ou superior a 150 mm.

5.6.6 T-232 INTENSIFYING SCREENS - Adicionar

As telas intensificadoras devem ser de chumbo e possuir um sistema de identificação que permita sua rastreabilidade, posicionada fora da área de interesse.

5.6.7 T-260 CALIBRATION - Adicionar

Recomenda-se que a calibração do negatoscópio seja realizada de acordo com a ASTM [E 1390:2016](#), ISO [5580:1985](#) ou ABNT [NBR NM 343:2016](#) e com periodicidade adequada ao uso conforme definido no plano de calibração do usuário.

5.6.8 T-270 EXAMINATION - Adicionar

Tabelas de execução

5.6.8.1 Tabela de dados da exposição deve conter 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, quando requerido;
- f) técnica radiográfica;
- g) uso ou não de telas intensificadoras.

5.6.8.2 Tabela de arranjo dos filmes, deve conter 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.

NOTA 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 é a sobreposição, em mm;
- C é o comprimento do filme, em mm;
- e é a espessura da peça, em mm;
- D_{ff} é a distância mínima fonte-filme, em mm.

NOTA A sobreposição nominal para juntas circunferenciais totalmente radiografadas nunca deve ser inferior a 30 mm.

5.6.9 T-283 IQI Sensitivity - Adicionar

Para IQI de fio, o arame essencial é visível quando visualizado em todo o seu comprimento na área de interesse da radiografia.

5.6.10 MANDATORY APPENDICES - Suprimir

Os seguintes apêndices NÃO devem ser utilizados para radiografia convencional:

Appendix I - In-Motion Radiography

Appendix II - Real-Time Radioscopic Examination

Appendix III - Digital Image Acquisition, Display, and Storage for Radiography and Radioscopy

Appendix IV - Interpretation, Evaluation, and Disposition of Radiographic and Radioscopic Examination Test Results Produced by the Digital Image Acquisition and Display Process

Appendix VIII - Radiography Using Phosphor Imaging Plate

5.7 Modificação, Adição e Supressão do API [STD 1104:2013](#)

5.7.1 Item 11.1.1 - GENERAL Primeiro Parágrafo - Modificar

Os requisitos do API [STD 1104:2013](#) devem ser aplicados somente a radiografia com uso de filme industrial (convencional).