

ENSAIO NÃO-DESTRUTIVO - LÍQUIDO PENETRANTE

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."

CONTEC

Comissão de Normas
Técnicas

SC - 27

Ensaio Não-Destrutivos

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 e as práticas recomendadas para a realização de ensaio não-destrutivo por meio de líquido penetrante.

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

1.3 Esta Norma contém Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir 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-1590	- Ensaio Não-Destrutivo - Qualificação de Pessoal;
PETROBRAS N-2162	- Permissão para Trabalho;
PETROBRAS N-2370	- Líquido Penetrante;
ABENDE DC-001	- Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaio Não-Destrutivos;
ABENDE NA-001	- Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaio Não-Destrutivos;
ISO 3452-1	- Non-Destructive Testing - Penetrant Testing - Part 1: General Principles;
ISO 3452-2	- Non-Destructive Testing - Penetrant Testing - Part 2: Testing of Penetrant Materials;
ISO 3452-3	- Non-Destructive Testing - Penetrant Testing - Part 3: Reference Test Blocks;
ISO 9712	- Non-Destructive Testing - Qualification and Certification of Personnel;
ASME Section V	- Boiler and Pressure Vessel Code;
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;
JIS-Z-2343	- JIS - Japanese Industrial Standards.

3 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições das normas PETROBRAS [N-2370](#) e código ASME Section V, complementadas pelos itens 3.1 e 3.2.

3.1 Família de Produtos Penetrantes

3.1.1 Conjunto de materiais penetrantes utilizados no ensaio para atingir o nível de sensibilidade desejado (especificado na norma PETROBRAS [N-2370](#)), tais como:

a) solvente;

- b) tipo de penetrante;
- c) emulsificador;
- d) removedor;
- e) revelador.

3.1.2 As famílias de produtos são dadas pela combinação dos produtos mostrados na TABELA 1.

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DOS PRODUTOS PARA REALIZAÇÃO DE ENSAIO POR MEIO DE LÍQUIDO PENETRANTE

Penetrante		Remoção do Excesso de Penetrante		Revelador	
Tipo	Designação	Método	Designação	Forma	Designação
I	Penetrante fluorescente	A	Água	a	Seco
II	Penetrante de contraste colorido	B	Emulsificante lipofílico	b	Solúvel em água
		C	Solvente	c	Em suspensão na água
		D	Emulsificante hidrofílico	d	Diluído em solvente

3.2 Bloco Comparador

Bloco padrão confeccionado conforme normas JIS-Z-2343 ou ISO 3452-3.

4 CONDIÇÕES GERAIS

A realização do ensaio deve seguir as diretrizes de um procedimento que atenda ao item 4.1 e estar em conformidade com a código ASME Section V, Article 6 e com as complementações e exceções expressas nesta Norma.

4.1 Procedimento de Inspeção

4.1.1 Devem constar no procedimento, no mínimo, as seguintes informações:

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) tipo, forma e processo de fabricação do material a ser ensaiado (exemplo: alumínio fundido, aço-carbono forjado, solda de aço-carbono, flange);
- d) materiais penetrantes: o fabricante, a marca, a referência comercial de cada produto, bem como o tipo de acondicionamento de cada um e a família dos materiais penetrantes;
- e) método de preparação da superfície;
- f) modo e tempo de secagem na limpeza prévia da superfície;
- g) modo de aplicação do líquido penetrante e tempo de penetração;
- h) a faixa de temperatura permissível para a superfície em ensaio e para o líquido penetrante;

- i) modo de remoção do excesso de líquido penetrante;
- j) modo e tempo de secagem, antes da aplicação do revelador;
- k) modo e tempo máximo para aplicação do revelador;
- l) requisitos adicionais;
- m) aplicação da limpeza final;
- n) sistemática de registro de resultados (identificação da superfície ensaiada e localização das indicações);
- o) requisitos de segurança e ambientais conforme item 4.13 desta Norma;
- p) relatório de registro de resultados.

- Notas:
- 1) As alíneas c), d), e), f), g), h), i), j), k) e m) são citadas na código ASME Section V;
 - 2) A descrição da sistemática de registro de resultados pode ser dispensada do procedimento, a critério da PETROBRAS, se o executante apresentar em seu Sistema de Qualidade esta sistemática e que atenda ao item 4.9.1.

4.1.2 O procedimento deve ter o nome do emitente (órgão da PETROBRAS ou empresa executante), ser numerado, ter indicação da revisão, identificação e assinatura do profissional que aprovou o procedimento.

4.2 Requisitos Especiais

No ensaio de ligas a base de níquel, aços inoxidáveis austeníticos e titânio, os materiais penetrantes somente podem ser utilizados se não contiverem teor de elementos contaminantes (cloro, flúor e enxofre) acima dos limites prescritos na norma PETROBRAS [N-2370](#).

Nota: O teor máximo de cloretos permitido na água deve ser inferior a 50 ppm quando a superfície a ser ensaiada for de aços inoxidáveis austeníticos ou titânio.

4.3 Preparação da Superfície

4.3.1 Não é permitida a preparação da superfície com jato de areia, granalha, pistola de agulhas ou outros meios que possam obstruir as descontinuidades superficiais.

Nota: Durante os serviços de soldagem, recomenda-se evitar o uso de escova rotativa, priorizando o ensaio na superfície bruta com uso apenas de escova manual.
[Prática Recomendada]

4.3.2 Quando as superfícies a serem ensaiadas sofrerem jateamento ou outro tipo de preparação que possa levar a deformação superficial no seu processo de fabricação, suas superfícies só podem ser objeto de inspeção por líquido penetrante se forem esmerilhadas ou usinadas.

4.3.3 Para aços inoxidáveis e ligas de níquel, as ferramentas de preparação da superfície devem ser exclusivas para esses materiais e atender aos seguintes requisitos:

- a) ser de aço inoxidável ou revestidas de aço inoxidável;
- b) os discos de corte e esmerilhamento devem ter alma de náilon ou similar.

4.4 Limpeza Prévia

Na limpeza prévia da superfície devem ser usados os solventes constantes do procedimento qualificado.

4.5 Aplicação do Líquido Penetrante e Tempo de Penetração

4.5.1 A camada de líquido penetrante aplicada à superfície deve cobrir toda a área de ensaio prevista e ser mantida úmida durante todo o tempo de penetração.

4.5.2 O tempo de penetração deve ser suficiente para que haja completa penetração nas descontinuidades.

4.5.2.1 Para faixa de temperatura de 10 °C a 52 °C deve-se adotar o tempo mínimo de penetração indicado pelo fabricante, porém sempre superior a 10 minutos e inferior a 60 minutos.

4.5.2.2 Para temperaturas acima de 52 °C o tempo de penetração é uma variável essencial que deve ser descrita no procedimento qualificado.

4.6 Aplicação do Revelador

4.6.1 Na aplicação do revelador, não é permitido o uso de pincéis, escovas ou similares.

4.6.2 Para aplicação do revelador através de pulverização por meio de ar comprimido, a pressão máxima permitida é de 210 kPa (30 psi). Deve ser prevista a instalação de filtros na linha de ar, para evitar a contaminação do revelador com água, óleo ou materiais estranhos.

4.6.3 A aplicação do revelador deve ser feita de modo a obter-se uma camada fina e uniforme sobre toda a superfície em ensaio.

4.6.4 Para reveladores úmidos aquosos, o tempo de secagem da água pode ser diminuído com o uso de sopro de ar quente, desde que a temperatura da superfície não exceda a temperatura máxima indicada no procedimento. **[Prática Recomendada]**

4.7 Requisitos Adicionais

4.7.1 O ensaio deve ser executado com iluminação adequada para assegurar que não haja perda de sensibilidade. A intensidade mínima de luz ambiente recomendada para líquido penetrante do tipo II (visível) é 540 lux, e a intensidade máxima de luz ambiente recomendada para o líquido penetrante do tipo I (fluorescente) é 10 lux.

4.7.2 A iluminação ultra-violeta para o ensaio com penetrantes tipo I deve ter um comprimento de onda na faixa de 320 nm a 400 nm e uma intensidade mínima medida de 1 000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, para o pico detectado no espectro de 365 nm.

Nota: Alternativamente, a medição direta da intensidade de luz negra pode ser comprovada por meio da aplicação do procedimento a um bloco comparador, citado na norma PETROBRAS [N-2370](#). O aparecimento de indicações claramente visíveis no bloco, nas condições de iluminação do ensaio, indica que é satisfatória a intensidade de luz negra na superfície. Se forem constatadas intensidades não satisfatórias, o ensaio deve ser repetido para as peças ensaiadas desde a última comprovação satisfatória.

4.7.3 Áreas contendo pigmentação ou fluorescência que possam mascarar descontinuidades não devem ser aceitas e, por conseguinte, devem ser limpas e reexaminadas.

4.7.4 Deve ser efetuada a inspeção de recebimento de cada lote de material penetrante conforme itens 4.7.4.1 a 4.7.4.5.

4.7.4.1 Avaliar se as embalagens não apresentam qualquer tipo de avaria ou sinais visíveis de alteração nas informações do rótulo.

4.7.4.2 Avaliar se o rótulo das embalagens contém todas as informações solicitadas na norma PETROBRAS [N-2370](#).

4.7.4.3 Avaliar os certificados de materiais penetrantes solicitados na norma PETROBRAS [N-2370](#).

4.7.4.4 Efetuar teste de sensibilidade do material recebido em uma temperatura dentro da faixa qualificada no procedimento, de forma a verificar se a sensibilidade do ensaio, definida no procedimento, está sendo mantida. Neste teste, a execução do ensaio deve ser de acordo com os parâmetros descritos no procedimento. O teste de sensibilidade e aceitação do lote, deve seguir os parâmetros descritos no item 6.2.5 da norma PETROBRAS [N-2370](#).

4.7.4.5 O resultado do teste de recebimento deve ser registrado em relatório que conste:

- a) nome do emitente (órgão da PETROBRAS ou firma executante);
- b) identificação numérica;
- c) tipo de bloco de referência utilizado;
- d) número e revisão do procedimento;
- e) materiais penetrantes utilizados;
- f) normas e/ou valores de referência para interpretação dos resultados;
- g) laudo indicando aceitação ou rejeição;
- h) data do ensaio;
- i) identificação e assinatura do inspetor/operador responsável;
- j) número do lote de material penetrante examinado;
- k) número do lote de material penetrante de comparação (de desempenho conhecido e satisfatório).

4.7.5 Somente devem ser aceitos materiais penetrantes que atendam aos requisitos da norma PETROBRAS [N-2370](#).

4.8 Limpeza Final

Deve ser executada quando o penetrante e/ou revelador residuais podem interferir com o processamento subsequente ou com as condições de serviço da peça, podendo ser empregadas técnicas, tais como: lavagem com água e limpeza com solvente. Os produtos utilizados devem atender aos requisitos do item 4.2, quando aplicável.

4.9 Registro dos Resultados

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

4.9.2 Deve ser emitido um relatório contendo, no mínimo:

- a) nome do emitente (órgão da PETROBRAS ou empresa executante);
- b) identificação numérica;
- c) identificação da peça, equipamento ou tubulação;
- d) número e revisão do procedimento;
- e) materiais penetrantes utilizados;
- f) registro dos resultados;
- g) normas e/ou valores de referência para interpretação dos resultados;
- h) laudo indicando aceitação, rejeição ou recomendação de ensaio complementar;
- i) data;
- j) identificação e assinatura do inspetor/operador responsável;
- k) número do lote de material penetrante;
- l) documento que referencie a sistemática de registro de resultados.

4.10 Qualidade do Procedimento de Inspeção

4.10.1 Deve ser efetuada uma avaliação do procedimento, verificando a compatibilidade do procedimento com sua aplicação, sendo esta etapa pré-requisito para a qualificação.

4.10.2 A qualificação do procedimento de inspeção deve ser complementada através de teste de sensibilidade, conforme norma PETROBRAS [N-2370](#).

4.10.3 O nível de sensibilidade atingido pela família de produtos penetrantes especificada no procedimento deve ser registrado.

4.10.4 O procedimento deve ser aprovado se a sensibilidade obtida no teste de sensibilidade for igual ou maior ao estabelecido no procedimento.

4.10.5 Devem ser tomados cuidados especiais com relação à limpeza do bloco comparador, com o objetivo de manter a confiabilidade no sistema de testes. Recomenda-se que os blocos comparadores sejam mantidos submersos em acetona, álcool ou solvente. **[Prática Recomendada]**

4.11 Revisão e/ou Requalificação do Procedimento de Inspeção

4.11.1 Sempre que qualquer item do procedimento for alterado, deve ser emitida uma revisão do procedimento.

4.11.2 O procedimento deve ser requalificado quando qualquer das condições citadas abaixo for alterada:

- a) normas de referência;
- b) material a ser examinado;
- c) materiais penetrantes;
- d) preparação da superfície, tempo de secagem apenas quando reduzido;
- e) modo de aplicação do líquido penetrante, tempo de penetração apenas quando reduzido;
- f) faixas de temperatura da superfície e do líquido penetrante apenas quando exceder aos limites anteriormente estabelecidos;
- g) modo de remoção do excesso de líquido penetrante;
- h) modo e tempo de secagem antes da aplicação do revelador;
- i) modo e tempo máximo para aplicação do revelador;
- j) redução da intensidade de luz negra e do tempo de revelação antes da interpretação.

4.12 Qualificação de Pessoal

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 BSI BS EN 473.

4.13 Requisitos de Segurança e Ambientais

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

4.13.2 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.

4.13.3 Utilizar os EPIs necessários para execução dos serviços de inspeção, conforme a norma regulamentadora nº 6 (NR-6).

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

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

