

**CONTEC SC-27**  
Ensaio Não-Destrutivo**ENSAIO NÃO-DESTRUTIVO -  
QUALIFICAÇÃO DE PESSOAL**

1ª Emenda

Esta é a 1ª Emenda da Norma PETROBRAS N-1590 REV. G e se destina a modificar o seu texto nas partes indicadas a seguir:

- Capítulo 2:

Inclusão da norma ABNT NBR NM ISO 9712.  
Exclusão da norma ABNT NBR ISO 9712.

- Item 4.1.1:

Alteração de texto.

Nota: As novas páginas das alterações efetuadas estão localizadas nas páginas originais correspondentes.

## **ENSAIO NÃO-DESTRUTIVO - QUALIFICAÇÃO DE PESSOAL**

### **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 Normalização  
Técnica

## **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 Núcleo Executivo (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.

## PREFÁCIO

Esta Norma PETROBRAS N-1590 REV. G MAI/2007 é a Revalidação da norma PETROBRAS N-1590 REV. F DEZ/2005, não tendo sido alterado o seu conteúdo, exceto nos itens 1.2, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 4.1, 4.1.1, 4.1.2, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.2.1, 4.3.2.2, 4.3.2.3, 4.3.2.4, 4.6.5, 4.6.6 e FIGURAS B-1, B-2 e B-3 do ANEXO B.

## 1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis de qualificação de pessoal responsável pela execução de ensaios não-destrutivos.

1.2 Esta Norma se aplica aos ensaios não-destrutivos de radiografia, partículas magnéticas, ultra-som, correntes parasitas, líquido penetrante, visual, bem como aos testes magnético e por pontos, de estanqueidade, ACFM ("Alternating Current Field Measurement"), ultra-som / Íris e ultra-som / Dimensionamento de Descontinuidade.

1.3 Esta Norma se aplica à qualificação de pessoal responsável pela execução de ensaio não-destrutivo a partir da data da sua edição.

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.

PETROBRAS N-1591	- Ligas Metálicas e Metais - Identificação Através de Testes pelo Ímã e por Pontos;
PETROBRAS N-1592	- Ensaio Não-Destrutivo - Teste pelo Ímã e por Pontos;
PETROBRAS N-1593	- Ensaio Não-Destrutivo - Estanqueidade;
PETROBRAS N-1594	- Ensaio Não-Destrutivo - Ultra-Som;
PETROBRAS N-1738	- Descontinuidades em Juntas Soldadas, Fundidos, Forjados e Laminados;
PETROBRAS N-2254	- Inspeção de Tubos Não-Ferromagnéticos por Correntes Parasitas;
PETROBRAS N-2508	- Ligas Metálicas e Metais - Identificação - Padrões Fotográficos;
PETROBRAS N-2667	- Inspeção por ACFM;
PETROBRAS N-2690	- Ensaio Não-Destrutivo - Íris;
ABENDE DC-001	- Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaios Não-Destrutivos;
ABENDE NA-001	- Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaios Não-Destrutivos;
ABNT NBR NM ISO 9712	- Ensaio Não-Destrutivo - Qualificação e Certificação de Pessoal;
ISO/IEC 17024	- Conformity Assessment - General Requirements for Bodies Operating Certification of Persons;

API-RP 2X	- Recommended Practice for Ultrasonic and Magnetic Examination of Offshore Structural Fabrication and Guidelines for Qualification of Technicians;
ASME	- Boiler and Pressure Vessel Code, Section V - Nondestructive Examination;
AWS-D-1.1	- Structural Welding Code - Steel.

### **3 DEFINIÇÕES**

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições das normas ABENDE DC-001 e ABENDE NA-001, complementadas pelos termos definidos nos itens 3.1 a 3.5.

#### **3.1 Inspetor**

Profissional qualificado e certificado, autorizado a executar, interpretar resultados e emitir laudo em END (Ensaio Não-Destrutivo), respeitando as limitações específicas estabelecidas nesta Norma ou nas normas ABENDE DC-001 e ABENDE NA-001.

#### **3.2 Candidato**

Indivíduo que postula sua qualificação e posterior certificação para a execução das atividades de END e que obtenha experiência profissional sob a supervisão de profissional certificado, satisfazendo os itens 4.2, 4.3.1, 4.4 e 4.5.

#### **3.3 Candidato Treinando (“Trainee”)**

Indivíduo que postula sua qualificação e posterior certificação para a execução das atividades de END, que atende aos requisitos de candidato dos itens 4.2, 4.4 e 4.5, que obtém parte de sua experiência profissional por meio de um curso vivencial prático conforme detalhado no item 4.3.2, que é aprovado em exame de qualificação conforme especificado no item 4.6 antes de comprovar toda a experiência profissional determinada e que está complementando o restante do tempo requerido de experiência profissional mediante atuação supervisionada por profissionais qualificados, no mínimo, no mesmo nível do método de ensaio e modalidade pretendidos pelo candidato treinando (“Trainee”).

Nota: O candidato treinando (“Trainee”) pode trabalhar sob supervisão de profissionais certificados, mas não pode realizar qualquer ensaio sozinho, não pode interpretar resultados de ensaio e não pode emitir registros de resultados.

#### **3.4 IRIS - “Internal Rotary Inspection System”**

Técnica de ensaio por meio de ultra-som que utiliza feixe ultra-sônico orbital interno a tubos, permitindo a inspeção ao longo de toda a sua circunferência.

#### **3.5 ACFM - “Alternating Current Field Measurement”**

Técnica de ensaio eletromagnético que permite a detecção e dimensionamento de descontinuidades superficiais, com estimativa de sua profundidade.

## **4 CONDIÇÕES GERAIS**

### **4.1 Organismos de Qualificação e Certificação**

4.1.1 Para os ensaios de radiografia, partículas magnéticas, líquido penetrante, ultra-som, correntes parasitas e visual os profissionais devem ser qualificados e certificados por Organismos independentes, acreditados pelo INMETRO, conforme o Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade atendendo aos requisitos das normas ISO/IEC 17024 e da norma ABNT NBR NM ISO 9712.

4.1.2 Para os testes magnético e por pontos, de estanqueidade, ACFM, ultra-som / íris e ultra-som / Dimensionamento de Descontinuidade os profissionais devem ser qualificados e certificados pela PETROBRAS/ENGENHARIA/SL/ SEQUI.

### **4.2 Escolaridade**

4.2.1 Os candidatos a inspetor devem possuir diploma ou certificado reconhecidos de conclusão dos cursos indicados na TABELA A-1 do ANEXO A.

4.2.2 O candidato anteriormente qualificado no exterior por entidade independente, na modalidade de END na qual pretende ser qualificado, pode ser dispensado de comprovar a escolaridade, a critério da PETROBRAS. **[Prática Recomendada]**

### **4.3 Experiência Profissional**

4.3.1 Os candidatos a inspetor devem ter experiência comprovada na modalidade de END na qual pretende ser qualificado, de acordo com a TABELA A-1.

4.3.2 O tempo requerido de experiência profissional pode ser complementado em até 50 % de sua duração através de experiência adquirida em um curso vivencial prático que atenda aos requisitos estabelecidos nos itens 4.3.2.1 a 4.3.2.4 (ver exemplos nas FIGURAS B-1, B-2 e B-3 do ANEXO B).

4.3.2.1 O tempo de duração do curso vivencial prático pode ser multiplicado por um fator máximo de 7, para fins de cálculo da complementação do tempo da experiência profissional exigida por esta Norma, conforme exemplos a seguir:

- a) tempo de experiência profissional requerido por esta Norma = 1 ano;
- b) tempo que pode ser complementado através de curso vivencial prático =  $50\% \times 1 \text{ ano} = 6 \text{ meses} = 6 \times 21 \text{ d úteis} = 126 \text{ d úteis}$ ;
- c) tempo de duração do curso vivencial prático =  $126 \text{ d úteis} \div 7 = 18 \text{ d úteis} = 18 \times 8 \text{ h úteis} = 144 \text{ h úteis}$ .

4.3.2.2 As instalações, os materiais, os corpos-de-prova e os equipamentos para a realização do curso vivencial prático devem oferecer condições para que a experiência na modalidade pretendida possa ser adquirida de forma concentrada e que possua um alto grau de relevância para a qualificação e certificação pretendidas.

4.3.2.3 O conteúdo do curso vivencial prático deve estar focalizado em soluções práticas de problemas que ocorrem freqüentemente na aplicação do método de ensaio não-destrutivo e nível de qualificação em que o candidato pretende ser qualificado. Para tanto, devem ser simuladas situações práticas de fábrica e de obra, por meio de corpos-de-prova, solução de estudos de casos e execução de ensaios. O acompanhamento das atividades deve ser organizado e efetuado por um profissional qualificado, no mínimo, no mesmo nível do método de ensaio e modalidade pretendidos.

4.3.2.4 O conteúdo programático, as estratégias didáticas e os detalhes do curso vivencial prático devem ser submetidos à PETROBRAS/ENGENHARIA/SL/SEQUI/CI para aprovação prévia, a fim de que possam vir a ser considerados como complementação da experiência profissional mínima requerida.

#### **4.4 Treinamento**

O candidato a inspetor deve satisfazer os requisitos de treinamento teórico e prático citados no Capítulo 5 e nos itens 5.1.2, 5.2.2, 5.3.1, 5.4.1, 5.5.1, 5.5.2 e 5.5.3, com aproveitamento mínimo de 80 %.

#### **4.5 Acuidade Visual**

4.5.1 O candidato a inspetor deve ter acuidade visual, natural ou corrigida, avaliada pela capacidade de ler as letras J-1 do padrão "JAEGER" para visão próxima, a 40 cm de distância ou pelo emprego de método equivalente.

4.5.2 O candidato a inspetor de teste magnético e teste por pontos deve ter visão cromática normal, comprovada através do teste de "ISHIHARA".

4.5.3 A acuidade visual do inspetor deve ser avaliada e atestada anualmente.

#### **4.6 Exames de Qualificação**

4.6.1 Os ensaios de estanqueidade, teste magnético e teste por pontos são objeto de prova escrita de conhecimentos teóricos.

4.6.2 O candidato anteriormente qualificado no exterior por entidade independente, na modalidade de END na qual pretende ser qualificado, pode ser dispensado da prova escrita de conhecimentos teóricos, a critério da PETROBRAS. **[Prática Recomendada]**

4.6.3 O candidato deve se submeter a uma prova de conhecimentos práticos segundo os requisitos citados nos itens 5.1.3, 5.2.3, 5.3.2, 5.4.2 ou 5.5.4.

4.6.4 O candidato é considerado inspetor qualificado se demonstrar capacidade de execução do ensaio na prova de conhecimentos práticos e obtiver aprovação nas provas de conhecimento teórico.

4.6.5 O candidato treinando ("Trainee") é considerado qualificado se demonstrar capacidade de execução do ensaio na prova de conhecimentos práticos e obtiver aprovação nas provas de conhecimento teórico antes de comprovar toda a experiência profissional determinada e também, além disso, se completar o tempo restante de experiência profissional requerida mediante atuação supervisionada e documentada por profissionais qualificados, no mínimo, no mesmo nível do método de ensaio e modalidade pretendidos pelo candidato treinando ("Trainee").

Nota: Caso o tempo restante de experiência profissional requerida não seja completado mediante atuação supervisionada e documentada por profissionais qualificados, o candidato treinando ("Trainee") não é considerado qualificado e, como candidato normal, deve se submeter a novos exames de qualificação conforme estabelecido nos itens 4.6.3 e 4.6.4.

4.6.6 O candidato ou candidato treinando ("Trainee") que não for considerado qualificado só deve apresentar-se para nova qualificação após retreinamento de acordo com o item 4.4.

4.6.7 A qualificação é inerente a cada END.

## **4.7 Requalificação**

4.7.1 Para cada END, a interrupção das atividades profissionais, por período superior a 1 ano, causa perda da qualificação e torna necessária a requalificação do inspetor.

4.7.2 A constatação de inabilidade na execução de cada END durante as atividades profissionais torna necessária a requalificação do inspetor qualificado no respectivo ensaio.

## **5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

O programa de treinamento bem como, a prova de conhecimentos práticos para os ensaios de radiografia, correntes parasitas, ultra-som, partículas magnéticas, líquido penetrante e visual, devem atender às prescrições das normas ABENDE DC-001 e ABENDE NA-001.

### **5.1 Ensaio Não-Destrutivo - Ultra-Som / Dimensionamento de Descontinuidade**

5.1.1 O candidato a qualificação ultra-som dimensionamento de descontinuidade deve ser previamente certificado pelo Sistema Nacional de Qualificação e Certificação em END (SNQC/END) como US-N2-S4.

5.1.2 O programa do curso para inspetor de dimensionamento de descontinuidade deve ter, no mínimo, os assuntos e respectivas cargas horárias constante na TABELA 1.

**TABELA 1 - PROGRAMA DE TREINAMENTO - ULTRA-SOM / DIMENSIONAMENTO DE DESCONTINUIDADE**

<b>Assunto</b>	<b>Horas de Instrução</b>
1) Procedimento: a) delimitação de descontinuidades: métodos da queda dos 6 dB, dos 12 dB e dos 20 dB, métodos da difração, região sã, máxima amplitude; b) comparação de amplitude; c) registro dos resultados.	4
2) Normas Técnicas: - familiarização com as normas AWS-D 1.1, API-RP 2X, normas PETROBRAS <a href="#">N-1594</a> , <a href="#">N-1738</a> e código ASME Section V.	8
3) Aula Prática	16

#### 5.1.3 Requisitos da Prova de Conhecimentos Práticos

- a) mediante a execução do ensaio por ondas longitudinais e transversais, em peças de teste relacionadas na alínea b), conforme o procedimento qualificado e emissão de relatório;
- b) juntas soldadas de topo chanfro em X e de ângulo em ângulo, conexão de vaso e junta tubular.

## 5.2 Ensaio Não-Destrutivo - Ultra-Som / Íris

5.2.1 O candidato a qualificação ultra-som / íris deve ser previamente certificado pelo SNQC/END como US-N1-ME.

5.2.2 O programa do curso deve ter, no mínimo, os assuntos e respectivas cargas horárias constante na TABELA 2.



**TABELA 2 - PROGRAMA DE TREINAMENTO - ULTRA-SOM / IRIS**

Assunto	Horas de Instrução
1) Introdução: a) princípios; b) finalidade do ensaio; c) campo de aplicação; d) limitações em comparação com outros ensaios.	1
2) Noções sobre Equipamentos de Troca Térmica: a) processo de fabricação de tubos; b) trocadores de calor; c) caldeiras.	1
3) Noções sobre Deterioração: a) corrosão; b) abrasão/erosão; c) trincas.	1
4) Aparelhagem: a) descrição do aparelho; b) características operacionais; c) cuidados na instalação; d) calibração; e) filtragem de sinais; f) programa (software) de operação, quando aplicável.	4
5) Procedimento: a) seleção dos parâmetros de ensaio; b) calibração e padrões; c) regulagem da sensibilidade; d) preparação da superfície (limpeza); e) acoplamento (cuidados, sistema); f) qualidade do sinal; g) velocidade do ensaio; h) detecção e dimensionamento das descontinuidades; i) registro e interpretação dos resultados.	8
6) Normas Técnicas: - familiarização com esta Norma e com a norma PETROBRAS N-2690.	0,5
7) Segurança e Proteção: a) noções de segurança industrial (EPI - Equipamento de Proteção Individual, permissão de trabalho); b) cuidados no manuseio.	0,5
8) Aula Prática	24

### 5.2.3 Requisito da Prova de Conhecimentos Práticos para Candidato a Inspetor

Mediante a execução do ensaio em tubos de permutador de calor, conforme um procedimento qualificado e atendendo às prescrições da norma PETROBRAS N-2690, mediante a emissão de respectivos laudos e preenchimento de um formulário de registro de resultados conforme estabelecido no procedimento qualificado.

## 5.3 Ensaio Não-Destrutivo - Estanqueidade

5.3.1 O programa do curso deve ter, no mínimo, os assuntos e respectivas cargas horárias constantes na TABELA 3.

**TABELA 3 - PROGRAMA DE TREINAMENTO - ESTANQUEIDADE**

<b>Assunto</b>	<b>Horas de Instrução</b>
1) Introdução: a) princípios básicos; b) finalidade do ensaio; c) campo de aplicação; d) limitações em comparação com outros ensaios.	1
2) Princípios Físicos: a) pressão absoluta e diferencial; b) unidades de medida de pressão; c) capilaridade; d) termometria.	5
3) Aparelhagem: a) manômetros; b) termômetros, pirômetros e lápis de fusão; c) boroscópio e fibroscópio; d) espelhos, lupas; e) equipamentos de testes; f) aparelhos de iluminação.	5
4) Materiais Empregados: a) gases e soluções formadoras de bolhas; b) líquidos capilares e reveladores.	1
5) Procedimentos: a) iluminação; b) método de limpeza e preparação da superfície; c) vedação de aberturas; - tempo de pressurização; - ensaio visual direto e remoto; - cuidados na pressurização para evitar danos ao equipamento testado.	5
6) Indicações: a) aparência das descontinuidades; b) soldas; c) laminados; d) fundidos; e) forjados; f) influência do tipo de descontinuidade sobre o comportamento da peça.	2
7) Normas Técnicas: - familiarização com o código ASME Section V e normas PETROBRAS <a href="#">N-1593</a> e <a href="#">N-1738</a> .	6
8) Proteção: a) problemas devido à aspiração exagerada dos produtos; b) ventilação adequada; c) cuidados no manuseio.	1
9) Aula Prática	14

### 5.3.2 Requisito da Prova de Conhecimentos Práticos para Candidato a Inspetor

Mediante a execução dos ensaios em peças de teste, conforme procedimentos qualificados e atendendo à norma PETROBRAS [N-1593](#), mediante a emissão de laudos respectivos e do preenchimento de um formulário do procedimento qualificado.

#### 5.4 Ensaio Não-Destrutivo - Teste Magnético e Teste por Pontos

5.4.1 O programa do curso deve ter, no mínimo, os assuntos e respectivas cargas horárias constante na TABELA 4.

**TABELA 4 - PROGRAMA DE TREINAMENTO - TESTE MAGNÉTICO E TESTE POR PONTOS**

<b>Assunto</b>	<b>Horas de Instrução</b>
1) Introdução: a) princípios; b) finalidade do ensaio; c) campo de aplicação; d) limitações em comparação com outros ensaios.	2
2) Princípios Físicos e Químicos: a) fundamentos de magnetismo: influência do tipo de material, elementos de liga e operações de fabricação diversas sobre o magnetismo; b) oxidação - redução (conceitos); c) potenciais de oxi-redução; d) espontaneidade das reações mais freqüentes; e) reações forçadas por eletrólise (princípios).	8
3) Aparelhagem: a) imãs; b) padrões metálicos; c) reagentes; d) dispositivos para produção de eletrólise; e) dispositivos para preparo da superfície.	2
4) Procedimentos: a) preparação da superfície; b) limpeza da superfície; c) temperatura da superfície e dos reagentes; d) processo de aplicação dos reagentes; e) tempo de reação; f) características das reações; g) identificação e correção dos defeitos de execução do ensaio; h) período de validade das soluções; i) tipo de iluminação do local de teste; j) registro dos resultados.	8
5) Normas Técnicas: - familiarização com as normas PETROBRAS <a href="#">N-1591</a> , <a href="#">N-1592</a> e <a href="#">N-2508</a> .	2
6) Requisitos de Segurança e Meio Ambiente a) EPIs adequados ao ensaio; a) ventilação adequada; b) cuidados no manuseio, transporte e armazenamento de produtos químicos; d) segurança das pessoas e preservação do meio ambiente.	1
7) Aula Prática	17

5.4.2 Requisito da Prova de Conhecimentos Práticos para Candidato a Inspetor

Mediante a execução do ensaio em peças de teste, conforme um procedimento qualificado e atendendo às prescrições da norma PETROBRAS N-1592, mediante a emissão de laudos respectivos e do preenchimento de um formulário do procedimento qualificado.

**5.5 Ensaio Não-Destrutivo - ACFM**

5.5.1 O programa do curso para inspetor por ACFM nível 1 deve ter, no mínimo, os assuntos e as respectivas horas de instrução constante na TABELA 5.

**TABELA 5 - PROGRAMA DE TREINAMENTO - ACFM - NÍVEL 1**

Assunto	Horas de Instrução
1) Visão geral sobre técnicas de ensaios não-destrutivos para detecção de trincas superficiais:  a) inspeção visual: conhecimentos gerais; b) inspeção por partículas magnéticas: conhecimentos gerais sobre os princípios de eletromagnetismo e campos magnéticos.	
2) Princípios:  a) eletricidade: conhecimento sobre: corrente contínua, tensão e corrente, resistência e lei de ohm, corrente alternada, magnetismo, indução e campo magnéticos, permeabilidade magnética, fluxo magnético, linhas de campo, magnetismo residual, eletromagnetismo, campos magnéticos produzidos por corrente elétrica, correntes parasitas produzidas por uma corrente, correntes parasitas produzidas por um campo magnético, campos criados por correntes parasitas; b) correntes parasitas: conhecimentos sobre: distribuição de correntes parasitas, profundidade padrão de penetração, correlação entre sinal e localização dos defeitos na peça; c) equipamento ACFM: - conhecimento detalhado sobre a tecnologia envolvida abrangendo: campos uniformes, tipos de sondas, tipos de equipamentos, softwares, hardware necessário e operação do software ACFM a ser utilizado e os respectivos comandos no <sup>1)</sup> Microsoft Windows®; - interpretação básica dos sinais, abrangendo as relações entre os gráficos Bx, Bz e o gráfico borboleta, sinais típicos de um bloco padrão com descontinuidade provocada por eletro-erosão, outras fontes de sinais e estratégias gerais para identificação de trincas; - procedimentos de varredura, abrangendo verificações preliminares da aparelhagem, os esquemas de marcação dos corpos-de-prova/componentes a inspecionar e as velocidades recomendadas para varredura; - cuidados com o equipamento, abrangendo verificações de segurança e cuidados na manutenção do equipamento.	16
3) Aula Prática	24

<sup>1)</sup> Microsoft Windows® é o nome comercial de um produto da Microsoft Office. Esta informação é dada para facilitar aos usuários na utilização desta Norma e não significa uma recomendação do produto citado por parte da PETROBRAS. É possível ser utilizado produto equivalente, desde que conduza a resultado igual.

5.5.2 O programa do curso para inspetor por ACFM nível 2 deve ter, no mínimo, os assuntos e as respectivas horas de instrução constante na TABELA 6.

**TABELA 6 - PROGRAMA DE TREINAMENTO - ACFM NÍVEL 2**

<b>Assunto</b>	<b>Horas de Instrução</b>
1) Geral:  - a importância da documentação, registros e boa comunicação, planejamento da inspeção ao operador da sonda, a necessidade de níveis apropriados de qualificação de pessoal e certificação do equipamento e a necessidade de procedimentos escritos para todas as atividades.	4
2) Princípios de Correntes Parasitas - Conhecimentos Detalhados Sobre a Influência em:  a) diversos parâmetros nas medições; b) permeabilidade; c) frequência; d) estrutura e da geometria do material; e) manuseio da sonda (incluindo técnicas de varredura e velocidades); f) película de pintura/revestimentos na sensibilidade e como compensá-las; g) posição e orientação das descontinuidades.	4
3) Equipamento de ACFM - Conhecimentos Detalhados Sobre:  a) dimensionamento do comprimento de um defeito: - operação de dimensionamento através do software; - dimensionamento de trincas simples; - dimensionamento de trincas múltiplas; - limitações teóricas; b) requisitos de informações ao operador da sonda em operações remotas: - preparação da área a inspecionar; - sondas; - utilização das sondas; c) relatórios, abrangendo a execução de cópias de segurança, e a execução dos relatórios necessários, assim como o gerenciamento dos arquivos e diretórios; d) operações do equipamento, envolvendo como ligar o equipamento e ajustar seus parâmetros, seleção de sondas e carregamento dos seus arquivos, verificações de segurança e manutenção do equipamento; e) conhecimento sobre defeitos superficiais associados às juntas soldadas na fabricação e em serviço e a terminologia de soldagem.	8
4) Aula Prática	24

5.5.3 O programa do curso para inspetor por ACFM nível 3 deve ter, no mínimo, os assuntos e as respectivas horas de instrução constante na TABELA 7.

**TABELA 7 - PROGRAMA DE TREINAMENTO - ACFM NÍVEL 3**

<b>Assunto</b>	<b>Horas de Instrução</b>
1) O programa de treinamento deve contemplar o conteúdo dos programas de treinamento para nível 1 e nível 2, conhecimentos relativos às demais técnicas de ensaios não-destrutivos, processos de fabricação e deterioração de materiais, critérios de aceitação e rejeição baseado em códigos e normas, sistemas da qualidade e do sistema de qualificação.	24
2) Elaboração de procedimentos	16

#### 5.5.4 Itens que a Prova de Conhecimentos Práticos deve Atender

##### 5.5.4.1 ACFM Nível 1

Candidato a inspetor: mediante a execução do ensaio em chapa e/ou junta tubular, conforme a norma PETROBRAS [N-2667](#), dimensionamento de trinca e preenchimento de um formulário de registro de resultados.

##### 5.5.4.2 ACFM Nível 2

Candidato a inspetor: mediante a elaboração de instrução escrita para a execução do ensaio por um inspetor nível 1, execução do ensaio em chapas e estruturas com geometrias complexas, conforme a norma PETROBRAS [N-2667](#), dimensionamento de trinca “on line” ou “off line”, com a emissão de respectivos laudos e do preenchimento de um formulário de registro de resultados.

##### 5.5.4.3 ACFM Nível 3

Elaboração de procedimento para condição específica de ensaio de acordo com as normas e regulamentos vigentes.

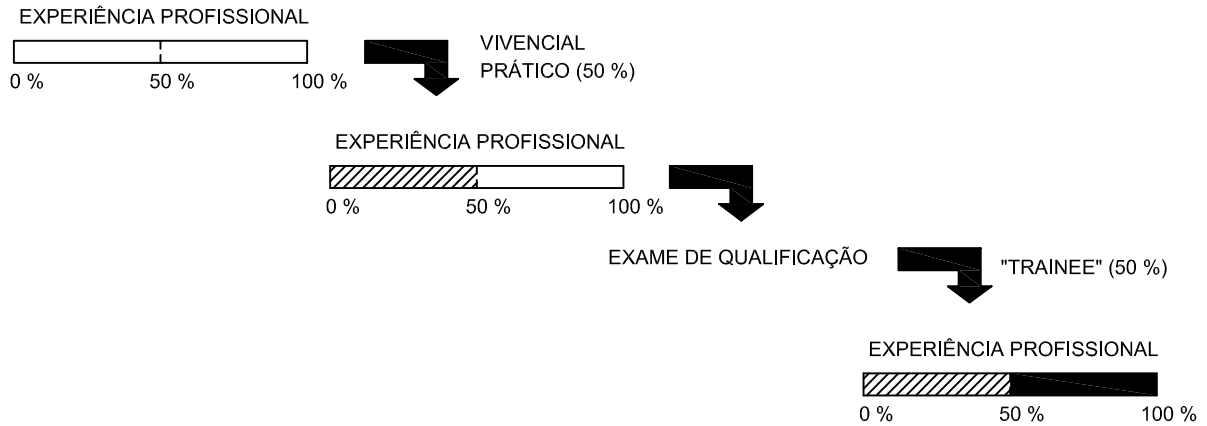
**/ANEXO A**

## ANEXO A - TABELA

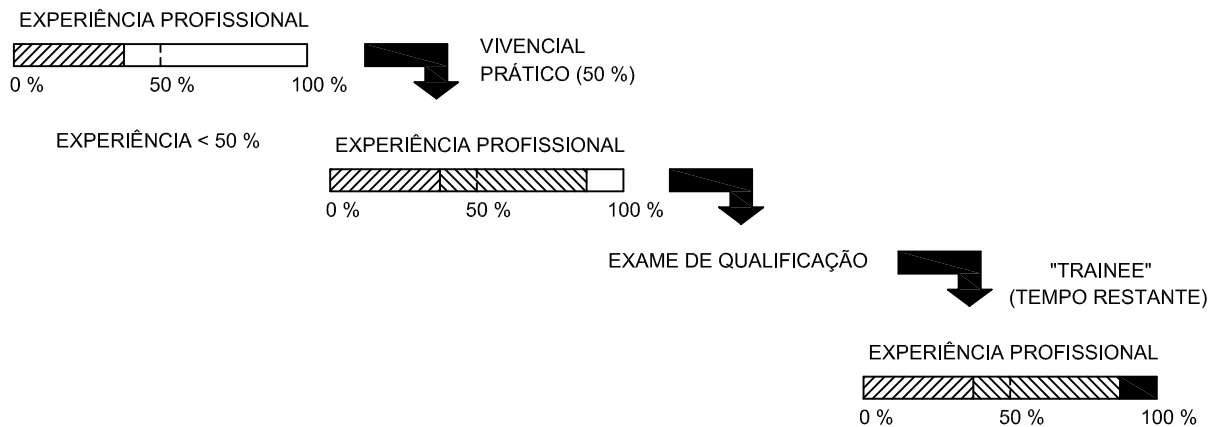
TABELA A-1 - REQUISITOS MÍNIMOS DE ESCOLARIDADE / EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL

Ensaio/Categoria	Alternativa A	Alternativa B
1 - Ultra-Som/Dimensionamento de Descontinuidade	Inspetor qualificado como US-N2-AE (junta tubular) e 1 ano de experiência após esta qualificação	-
2 - Teste Magnético e Teste por Pontos	Curso técnico industrial e 6 meses de experiência ou ensino médio e 1 ano de experiência	Ensino fundamental e 2 anos de experiência
3 - Teste de Estanqueidade	Técnico Metal/Mecânico e 3 meses de experiência ou ensino médio e 6 meses de experiência	Ensino fundamental e 2 anos de experiência
4 - Ultra-Som / Íris	Qualificação em ultra-som medição de espessura ou superior	-
5 - Radiografia; Ultra-Som; Líquido Penetrante, Partícula Magnética, Visual e Correntes Parasitas	Conforme norma ABENDE DC-001	-
6 - ACFM - Nível 1	Curso pleno de engenharia na área técnica e 3 meses de experiência	Curso técnico na área industrial e 6 meses de experiência ou ensino médio e 1 ano de experiência
7 - ACFM - Nível 2	Qualificação inspetor ACFM nível 1 e 25 h de execução do ensaio como nível 1	-
8 - ACFM - Nível 3	Qualificação inspetor ACFM nível 2 e 2 anos de experiência como nível 2	-

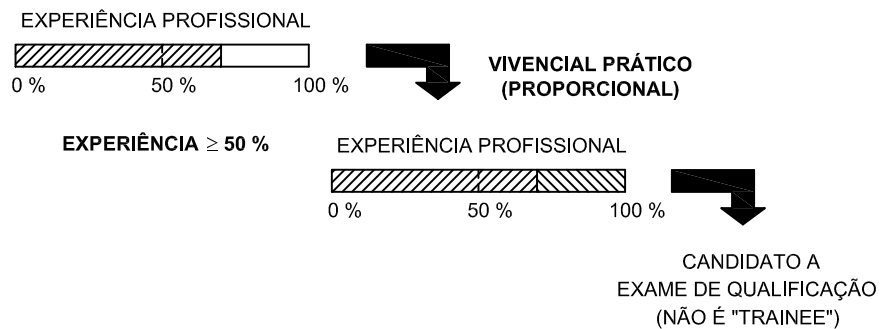
**ANEXO B - FIGURAS**



**FIGURA B-1 - EXEMPLO DE FLUXOGRAMA PARA CANDIDATOS TREINANDOS ("TRAINEE") SEM EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL**



**FIGURA B-2 - EXEMPLO DE FLUXOGRAMA PARA CANDIDATOS TREINANDOS ("TRAINEE") COM TEMPO DE EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL < 50 %**



**FIGURA B-3 - EXEMPLO DE FLUXOGRAMA PARA CANDIDATOS NORMAIS COM TEMPO DE EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL ≥ 50 %**



<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>	
<b>REV. A, B, C e D</b>	
Não existe índice de revisões.	
<b>REV. E</b>	
<b>Partes Atingidas</b>	<b>Descrição da Alteração</b>
1	Revisado
2	Revisado
4.4.3	Revisado
4.5.3 e 4.5.4	Revisados
5.3.2	Revisado
5.4.2	Revisado
5.5	Incluído
TABELA 4	Incluída
TABELA A-1	Revisada
<b>REV. F</b>	
<b>Partes Atingidas</b>	<b>Descrição da Alteração</b>
1.2	Revisado
2	Revisado
3.1 e 3.2	Revisados
4	Revisado
4.3	Revisado
4.5.1, 4.5.3 e 4.5.5	Revisados
4.6.1 e 4.6.2	Revisados
5.1	Revisado
5.1.1 a 5.1.3	Incluídos
5.2.1 a 5.2.3	Revisados
5.3.1 e 5.3.2	Revisados
5.4.1 e 5.4.2	Revisados
5.5.1 e 5.5.2	Revisados
5.5.3 e 5.5.4	Revisados
ANEXO A	Revisado



## PREFÁCIO

Esta Norma PETROBRAS N-1590 REV. G MAI/2007 é a Revalidação da norma PETROBRAS N-1590 REV. F DEZ/2005, não tendo sido alterado o seu conteúdo, exceto nos itens 1.2, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 4.1, 4.1.1, 4.1.2, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.2.1, 4.3.2.2, 4.3.2.3, 4.3.2.4, 4.6.5, 4.6.6 e FIGURAS B-1, B-2 e B-3 do ANEXO B.

## 1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis de qualificação de pessoal responsável pela execução de ensaios não-destrutivos.

1.2 Esta Norma se aplica aos ensaios não-destrutivos de radiografia, partículas magnéticas, ultra-som, correntes parasitas, líquido penetrante, visual, bem como aos testes magnético e por pontos, de estanqueidade, ACFM ("Alternating Current Field Measurement"), ultra-som / Íris e ultra-som / Dimensionamento de Descontinuidade.

1.3 Esta Norma se aplica à qualificação de pessoal responsável pela execução de ensaio não-destrutivo a partir da data da sua edição.

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.

PETROBRAS N-1591	- Ligas Metálicas e Metais - Identificação Através de Testes pelo Ímã e por Pontos;
PETROBRAS N-1592	- Ensaio Não-Destrutivo - Teste pelo Ímã e por Pontos;
PETROBRAS N-1593	- Ensaio Não-Destrutivo - Estanqueidade;
PETROBRAS N-1594	- Ensaio Não-Destrutivo - Ultra-Som;
PETROBRAS N-1738	- Descontinuidades em Juntas Soldadas, Fundidos, Forjados e Laminados;
PETROBRAS N-2254	- Inspeção de Tubos Não-Ferromagnéticos por Correntes Parasitas;
PETROBRAS N-2508	- Ligas Metálicas e Metais - Identificação - Padrões Fotográficos;
PETROBRAS N-2667	- Inspeção por ACFM;
PETROBRAS N-2690	- Ensaio Não-Destrutivo - Íris;
ABENDE DC-001	- Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaios Não-Destrutivos;
ABENDE NA-001	- Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaios Não-Destrutivos;
ABNT NBR ISO 9712	- Ensaios Não Destrutivos - Qualificação e Certificação de Pessoal;
ISO/IEC 17024	- Conformity Assessment - General Requirements for Bodies Operating Certification of Persons;

## 4 CONDIÇÕES GERAIS

### 4.1 Organismos de Qualificação e Certificação

4.1.1 Para os ensaios de radiografia, partículas magnéticas, líquido penetrante, ultra-som, correntes parasitas e visual os profissionais devem ser qualificados e certificados por Organismos independentes, acreditados pelo INMETRO, conforme o Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade atendendo aos requisitos das normas ISO/IEC 17024 e da norma ABNT NBR ISO 9712.

4.1.2 Para os testes magnético e por pontos, de estanqueidade, ACFM, ultra-som / íris e ultra-som / Dimensionamento de Descontinuidade os profissionais devem ser qualificados e certificados pela PETROBRAS/ENGENHARIA/SL/ SEQUI.

### 4.2 Escolaridade

4.2.1 Os candidatos a inspetor devem possuir diploma ou certificado reconhecidos de conclusão dos cursos indicados na TABELA A-1 do ANEXO A.

4.2.2 O candidato anteriormente qualificado no exterior por entidade independente, na modalidade de END na qual pretende ser qualificado, pode ser dispensado de comprovar a escolaridade, a critério da PETROBRAS. **[Prática Recomendada]**

### 4.3 Experiência Profissional

4.3.1 Os candidatos a inspetor devem ter experiência comprovada na modalidade de END na qual pretende ser qualificado, de acordo com a TABELA A-1.

4.3.2 O tempo requerido de experiência profissional pode ser complementado em até 50 % de sua duração através de experiência adquirida em um curso vivencial prático que atenda aos requisitos estabelecidos nos itens 4.3.2.1 a 4.3.2.4 (ver exemplos nas FIGURAS B-1, B-2 e B-3 do ANEXO B).

4.3.2.1 O tempo de duração do curso vivencial prático pode ser multiplicado por um fator máximo de 7, para fins de cálculo da complementação do tempo da experiência profissional exigida por esta Norma, conforme exemplos a seguir:

- a) tempo de experiência profissional requerido por esta Norma = 1 ano;
- b) tempo que pode ser complementado através de curso vivencial prático =  $50\% \times 1 \text{ ano} = 6 \text{ meses} = 6 \times 21 \text{ d úteis} = 126 \text{ d úteis}$ ;
- c) tempo de duração do curso vivencial prático =  $126 \text{ d úteis} \div 7 = 18 \text{ d úteis} = 18 \times 8 \text{ h úteis} = 144 \text{ h úteis}$ .