
1. OBJETIVO	3
2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS	3
3. SIGLAS E DEFINIÇÕES	3
4. NÍVEIS DE COMPETÊNCIA	5
4.1 Nível 1	5
4.2 Nível 2	5
4.3 Nível 3	6
5. SISTEMÁTICA PARA QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO	6
5.1 Generalidades	6
5.2 Centros de Exames de Qualificação	6
5.3 Empregador	7
6. PRÉ-REQUISITOS PARA CANDIDATOS À QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO	7
6.1 Generalidades	7
6.2 Aptidão Física	7
6.3 Treinamento	7
6.4 Escolaridade e Experiência Profissional	7
7. EXAMES DE QUALIFICAÇÃO	8
7.1 Conteúdo do Exame	8
7.2 Nota Mínima	8
7.3 Acesso Direto ao Nível 2	8
7.4 Realização dos Exames	9
7.5 Habilitação para Exames de Qualificação	9
7.6 Reexame	9
7.7 Revisão dos Exames	9
8. CERTIFICAÇÃO	9
8.1 Emissão do Certificado	9
8.2 Responsabilidade Técnica	10
8.3 Validade da Certificação	10
8.4 Renovação	10
8.5 Recertificação	10



8.6 Ações Fraudulentas

11

8.7 Registros

11

1. OBJETIVO

Esta Norma estabelece a sistemática adotada pela Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção – ABENDI, através do Sistema Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoal, para a qualificação e certificação de pessoal em termografia.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

- ABNT NBR 15424, *Ensaios não destrutivos – Termografia - Terminologia*
- ABNT NBR 15572, *Ensaios não destrutivos - Termografia por infravermelha - Guia para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos*
- ABNT NBR 15718, *Ensaios não destrutivos — Termografia — Guia para verificação de termovisores*
- ABNT NBR 15763, *Ensaios não destrutivos - Termografia - Critérios de definição de periodicidade de inspeção em sistemas elétricos de potência*
- ABNT NBR 15866, *Ensaios não destrutivos - Termografia - Metodologia de avaliação de temperatura de trabalho de equipamentos em sistemas elétricos*
- ISO 18434-1, *Condition monitoring and diagnostics of machines — Thermography — Part 1: General procedures*
- ISO 18436-1:2004, *Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for training and certification of personnel — Part 1: Requirements for certifying bodies and the certification process*
- ISO 18436-3, *Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 3: Requirements for training bodies and the training process*
- ISO 18436-7, *Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 7: Thermography*

3. SIGLAS E DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma são adotadas as seguintes siglas e definições:

3.1 Siglas

- 3.1.1 ABENDI: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS E INSPEÇÃO
- 3.1.2 BC: BUREAU DE CERTIFICAÇÃO
- 3.1.3 CC: CONSELHO DE CERTIFICAÇÃO
- 3.1.4 CEQ: CENTRO DE EXAMES DE QUALIFICAÇÃO
- 3.1.5 DC: DOCUMENTO COMPLEMENTAR
- 3.1.6 SNQC: SISTEMA NACIONAL DE QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE PESSOAL

3.2 Definições

3.2.1 Autorização de trabalho

Declaração escrita emitida pelo empregador e assinada em conjunto com o profissional Nível 3 da empresa, autorizando o profissional certificado a executar tarefas definidas.

Nota: Tal autorização pode ter como pré-requisito um treinamento específico de trabalho conforme definido pelo N3.

3.2.2 Cancelamento da certificação

Ato de tornar nula a certificação do profissional.

3.2.3 Centro de exame de qualificação - CEQ

Órgão ou dependência de uma empresa ou instituição, capacitado para aplicar exames de qualificação aos candidatos, reconhecidos pela ABENDI.

3.2.4 Certificação

Procedimento usado pela ABENDI para confirmar que as exigências de qualificação para um determinado nível foram atendidas, resultando na emissão de um certificado.

3.2.5 Conduta antiética

Atitude tomada pelo profissional que infringe o código de ética estabelecido pelo Conselho de Certificação.

3.2.6 Empregador ou agência responsável

Organização para a qual o candidato trabalha regularmente. No caso de autônomo, este é considerado o empregador, devendo assumir todas as responsabilidades.

3.2.7 Exame de qualificação

Exame administrado pela ABENDI, que avalia o conhecimento e habilidade do candidato em desenvolver as competências requeridas.

3.2.8 Exame teórico

Testemunho escrito para avaliação do candidato.

3.2.9 Exame prático

Testemunho prático documentado para avaliar a habilidade do candidato em realizar manobras práticas requeridas.

3.2.10 Examinador

Profissional autorizado pela ABENDI a conduzir, supervisionar e graduar o exame de qualificação.

NOTA: O profissional autorizado pela ABENDI não deve ser o examinador de um candidato que ele tenha treinado pessoalmente para aquele exame e deve ser independente do candidato, da empresa organizadora do treinamento e do empregador do candidato.

3.2.11 Experiência

Experiência obtida sob a supervisão de um profissional qualificado, na aplicação da termografia, necessária para adquirir a habilidade e conhecimento para cumprir as exigências da qualificação

3.2.12 Interrupção significativa

Ausência ou mudança de atividade que impede o profissional certificado da prática da função correspondente à categoria de certificação por:

- a) um período contínuo acima de 1 ano, ou
- b) dois ou mais períodos de um tempo total excedendo dois quintos do período de validade do certificado.

3.2.13 Monitor

Pessoa devidamente habilitada para conduzir os exames teóricos de qualificação

3.2.14 Nível de qualificação

Nível profissional atribuído a um inspetor, decorrente da comprovação formal de seus conhecimentos, competências, habilidades, e aptidões, que capacitam o profissional a exercer as atribuições e responsabilidades em termografia.

3.2.15 Qualificação

Demonstração de aptidão física, treinamento, experiência, conhecimentos e habilidades requeridas para o adequado desempenho de suas funções.

3.2.16 Treinando

Pessoa que está em treinamento para obter a qualificação.

3.2.17 Suspensão da certificação

Ato que suspende temporariamente a certificação do profissional.

4. NÍVEIS DE COMPETÊNCIA

Os profissionais certificados de acordo com essa Norma são classificados em três níveis crescentes de qualificação.

4.1 Nível 1

Pessoas certificadas como nível 1 devem estar qualificadas para executar a inspeção termográfica básica de acordo com procedimentos reconhecidos e estabelecidos.

Um profissional certificado como nível 1 deve:

- a) aplicar uma técnica básica de medição de temperatura com termografia;
- b) ajustar parâmetros e operar uma câmera de termografia para coleta de dados com segurança
- c) prevenir, minimizar ou controlar fontes de erros;
- d) detectar falhas básicas e indicações não conformes, de acordo com instruções estabelecidas;
- e) realizar pós-processamento básico de imagens (ferramentas de medição, ajuste de emissividade, ajuste de escala);
- f) alimentar um banco de dados para análise de tendências;
- g) verificar a validade da calibração e o correto funcionamento dos sistemas de medições termográficas;
- h) avaliar e registrar os resultados de testes e relatar as anomalias térmicas;
- i) estar hábil a reconhecer e prevenir ou controlar fatores que resultam na aquisição de dados de baixa confiabilidade.

4.2 Nível 2

Uma pessoa certificada como nível 2 em termografia deve ser capaz de demonstrar as habilidades e conhecimentos requeridos para o nível 1 e estar capacitada para executar e/ou orientar uma inspeção termográfica de acordo com procedimentos reconhecidos e estabelecidos.

Um profissional certificado como nível 2 está apto a:

- a) selecionar a técnica de termografia apropriada e entender suas limitações;
- b) aplicar as teorias e técnicas de termografia incluindo medição e interpretações de resultados de inspeções;
- c) especificar software e hardware apropriado;
- d) interpretar, avaliar e diagnosticar anomalias térmicas;
- e) recomendar ações no campo corretivo;
- f) realizar pós-processamento de imagens;
- g) preparar relatórios sobre condições de equipamentos, diagnósticos de falhas, ações corretivas e eficácia de reparos realizados;
- h) fornecer orientação e supervisionar as pessoas certificadas em Nível 1.

4.3 Nível 3

Uma pessoa certificada como nível 3 em termografia deve ser capaz de demonstrar as habilidades e conhecimentos requeridos para o nível 2 e está apto a:

- a) desenvolver e implementar programas de monitoramento da condição e procedimentos de inspeção
- b) definir os critérios de avaliação e aceitação para equipamentos;
- c) interpretar e avaliar normas, especificações e procedimentos;
- d) definir metodologias específicas, procedimentos e instruções a serem usadas, se necessário;
- e) definir diagnósticos e tendências para situações de falha;
- f) recomendar ações corretivas/preventivas apropriadas;
- g) elaborar os procedimentos para profissionais certificados em Níveis 1 e 2 e supervisioná-los; e
- h) recomendar uma técnica de inspeção complementar ou alternativa (como: análise de vibração, ultra-som, análise de sinais elétricos, radiografia).

5. SISTEMÁTICA PARA QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO

5.1 Generalidades

A certificação é obtida pelo candidato através da execução de exames de qualificação.

A certificação em qualquer dos três níveis de qualificação pressupõe o preenchimento de pré-requisitos relacionados com grau de escolaridade, aptidão física, treinamento e/ou experiência profissional, em concordância com os termos desta Norma.

5.2 Centros de Exames de Qualificação

São considerados como Centros de Exames de Qualificação, as instalações ou dependências de organizações aprovadas pelo Conselho de Certificação para a aplicação de exames práticos de qualificação de termografia.

O Centro de Exame de Qualificação deve:

- a) atuar segundo as diretrizes da ABENDI;
- b) aplicar um sistema de gerenciamento da qualidade documentado, aprovado pela ABENDI;
- c) ter os recursos necessários para administração dos exames, incluindo a calibração e controle dos equipamentos;
- d) preparar e conduzir os exames sob a responsabilidade de um examinador autorizado pela ABENDI;
- e) possuir pessoal qualificado e adequado, instalação e equipamentos para assegurar um exame de qualificação satisfatório para os níveis de certificação;
- f) usar somente os documentos e questionários de exame estabelecidos ou aprovados pela ABENDI;
- g) usar somente corpos-de-prova especificados e aprovados pela ABENDI para os exames práticos conduzidos naquele CEQ (quando mais que um CEQ existe, cada um deles deve ter corpos-de-prova de dificuldade de ensaio comparáveis e contendo descontinuidades similares);
- h) manter apropriadamente os registros de qualificação e exames de acordo com os requisitos da ABENDI;
- i) permitir, a qualquer tempo, a execução de auditorias por parte da ABENDI para verificação do cumprimento integral e constante das exigências da presente Norma e de seus Documentos Complementares.

Os Centros de Exames de Qualificação podem aplicar exames para qualificação em Nível 1 ou Nível 2 a funcionário ou sócio, com a supervisão direta de um examinador indicado pela ABENDI.

5.3 Empregador

O empregador deve encaminhar o candidato para a ABENDI e validar o documento contendo as informações do profissional. A documentação deve incluir a comprovação do grau de escolaridade, treinamento e experiência profissional necessária para estabelecer a elegibilidade do candidato.

Quanto à certificação dos profissionais sob seu controle, o empregador deve:

- a) ser totalmente responsável por tudo que envolve a autorização de trabalho
- b) ser responsável pela validade dos resultados dos trabalhos de END
- c) assegurar que a exigência anual quanto à aptidão física seja cumprida
- d) verificar a continuidade na aplicação do método de END sem interrupção significativa

O profissional que não possui vínculo empregatício pode ser considerado empregador próprio individual e deve assumir toda a responsabilidade descrita para o empregador.

6. PRÉ-REQUISITOS PARA CANDIDATOS À QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO

6.1 Generalidades

Os candidatos à certificação, em qualquer dos três níveis, devem atender os pré-requisitos relacionados com o grau de escolaridade, aptidão física, treinamento e experiência para garantir que entendam os procedimentos aplicáveis às medidas e análises termográficas.

6.2 Aptidão Física

6.2.1 O candidato deve apresentar evidência documental de que possui visão satisfatória, de acordo com os seguintes requisitos:

a) Acuidade visual para visão próxima, natural ou corrigida, em pelo menos um olho, comprovada pela capacidade de ler as letras J-1 do Padrão JAEGER ou as letras Times Roman N4,5, para uma distância não menor que 30 cm.

b) Os candidatos devem fazer uma avaliação de diferenciação de cores (teste de cores Ishihara) para a certificação inicial. Detectada uma deficiência de percepção de cores, o CEQ deve fornecer ao candidato exames que não tenham questões que envolvam a necessidade de análises de imagens coloridas ou substituir as imagens coloridas por imagens em tons de cinza. Os candidatos com essa deficiência devem ser orientados, pelo CEQ, a utilizar paletas monocromáticas em futuras inspeções termográficas.

6.2.2 Após a certificação, os exames de acuidade visual devem ser realizados anualmente e controlados pelo empregador ou agência responsável.

6.3 Treinamento

O candidato deve fornecer evidências aceitáveis, pela ABENDI, de ter completado com sucesso o treinamento aprovado pela ABENDI baseado nos requisitos do Anexo A. Os provedores de treinamento devem emitir prova documental da realização do treinamento.

A carga horária mínima para o treinamento está estabelecida na Tabela 1.

Tabela 1 – Carga horária do treinamento

Nível 1	Nível 2	Nível 3
40	80	120

6.4 Escolaridade e Experiência Profissional

6.4.1 Para estar apto a solicitar a certificação, o candidato deve fornecer evidências à ABENDI de experiência na área de termografia de acordo com a Tabela 2. As evidências documentadas da experiência profissional devem ser confirmadas pelo empregador e submetidas à ABENDI.

Tabela 2 — Experiência profissional e escolaridade mínima

Nível	Escolaridade mínima	Experiência profissional
1	Técnico de Nível Médio	6 meses
2	Técnico de Nível Médio	12 meses
3	Técnico de Nível Médio	60 meses
	Formação Superior	36 meses

6.4.2 Os candidatos devem manter um registro das horas e da natureza do trabalho para o seu reconhecimento de tempo em termografia. Os candidatos ao nível 1 e 2 devem ter esse registro ou diário validado por uma pessoa certificada na categoria pretendida ou superior, ou seja, para um novato a experiência relatada (registrada) é verificada por uma pessoa certificada em nível 1 ou superior, aprovado pela ABENDI.

6.4.3 Candidatos ao nível 3 devem ter esse registro validado por uma pessoa que possui a certificação nível 3 de acordo com essa Norma ou, na falta de um profissional de Nível 3, por um supervisor técnico.

6.4.4 O processo de validação para todos os níveis requer a assinatura da pessoa validadora no livro de registro dos trabalhos. A pessoa validadora deve argumentar sobre esse processo de validação através de um exame oral, acompanhamento de trabalho, revisão e apresentação de relatórios, revisão e apresentação de procedimentos, ou uma combinação em relação à ordem do aumento da confidencialidade da validação.

7. EXAMES DE QUALIFICAÇÃO

7.1 Conteúdo do Exame

7.1.1 Exame teórico

O exame teórico deve abranger questões de múltipla escolha que avaliem o conhecimento das atividades de termografia. O exame é composto de 60 questões e o candidato deve completar o exame em 2 (duas) horas. As questões de interpretação de termogramas devem ser compatíveis com as atribuições de cada nível.

7.1.2 Exame prático

O exame prático consiste de um teste representativo de uma determinada aplicação da técnica onde o candidato deve ser capaz de interpretar as condições de contorno e os resultados obtidos na termografia.

As questões são de natureza prática, e ainda avaliam o candidato nos conceitos e princípios requeridos para conduzir uma inspeção termográfica.

7.2 Nota Mínima

Para ser certificado, o candidato deve obter no mínimo 75% de pontos nos exames teórico e prático.

7.3 Acesso Direto ao Nível 2

Os candidatos podem solicitar o acesso direto ao nível 2, sem necessidade de ter obtido previamente a certificação como Nível 1, com a condição de que eles demonstrem evidências comprováveis com documentos de aptidão física, treinamento e experiência que satisfaça os requisitos de qualificação para ambos os Níveis 1 e 2. Com essas evidências comprovadas, o candidato está habilitado para realizar os exames de qualificação Nível 2.

Os candidatos devem comprovar o somatório da experiência exigida para os Níveis 1 e 2, conforme esta Norma, em termografia baseada nas atribuições do Nível 2. Os candidatos devem fornecer evidências de terem

completado um curso de treinamento equivalente (cobrindo o programa de estudos contido no Anexo A) e que tenha pelo menos a duração especificada nesta Norma.

7.4 Realização dos Exames

7.4.1 Exames teóricos

Os exames teóricos devem ser conduzidos e supervisionados pelo Setor de Certificação através de examinadores ou examinadores assistentes ou monitores devidamente habilitados.

7.4.2 Exames Práticos

Os exames práticos devem ser conduzidos pelos Centros de Exames de Qualificação reconhecidos pela ABENDI.

Para o exame prático, o candidato deve apresentar-se munido de equipamentos e materiais em quantidade e nas condições requeridas para a realização dos exames ou se utilizar de materiais e equipamentos fornecidos pelos Centros de Exames de Qualificação.

Os exames devem ser conduzidos e supervisionados por examinadores. Estes exames podem ser aplicados por um ou mais examinadores assistentes.

Os resultados dos exames práticos devem ser avaliados pelo examinador ou examinador assistente, e pontuados pelo examinador de acordo com uma lista de verificação que contenha pontos de conferência e que exijam compreensão das variáveis do ensaio e dos requisitos do procedimento. As listas de verificação devem ser aprovadas pela ABENDI.

7.5 Habilitação para Exames de Qualificação

Para habilitar-se a exames de qualificação, os candidatos devem apresentar ao Setor de Certificação solicitação acompanhada de toda documentação comprobatória requerida para demonstrar o cumprimento dos pré requisitos exigidos.

7.6 Reexame

O exame teórico pode ser solicitado tantas vezes quanto for necessário.

O candidato que não obtiver a nota requerida no exame prático pode solicitar reexame duas vezes, desde que os reexames ocorra após 30 dias e não mais do que um ano depois do exame original. A ABENDI, a seu critério, pode permitir um reexame antes do prazo, caso o candidato receba um treinamento adicional que seja aceito pela ABENDI.

7.6.1 Listas de Verificação

As Listas de Verificação utilizadas nos exames são encaminhadas aos candidatos reprovados de modo a orientar o retreinamento.

7.7 Revisão dos Exames

Ocorrendo a apresentação pelo candidato de evidências comprobatórias de erros ou condução imprópria nos exames de qualificação, cabe ao Bureau de Certificação a análise dos fatos e a decisão sobre a repetição ou não dos exames, ou o encaminhamento das evidências e fatos ao Conselho de Certificação, para decisão em última instância.

8. CERTIFICAÇÃO

8.1 Emissão do Certificado

Baseado nos resultados dos exames de qualificação, a ABENDI, através do Setor de Certificação, emite um certificado explicitando o nível para o qual o profissional está qualificado e certificado.

8.2 Responsabilidade Técnica

A certificação do SNQC atesta que o profissional atendeu satisfatoriamente todos os requisitos deste documento; todavia o SNQC não confere autoridade ou licença para que o profissional possa executar os trabalhos em termografia.

O empregador deve verificar a validade da certificação e a adequação desta às condições específicas do trabalho.

O Empregador é o único responsável pela autorização de trabalho do profissional em termografia.

8.3 Validade da Certificação

8.3.1 A certificação dos profissionais em qualquer dos três níveis tem um prazo de validade de 60 meses, a contar da data de emissão do certificado.

8.3.2 A suspensão da certificação torna nula a atuação do profissional para as atividades-objeto suspensão. Findo o prazo da suspensão e atendida as exigências estabelecidas pela ABENDI, o profissional readquire o direito de exercer as atividades para as quais possui a certificação.

8.3.3 A certificação deve ser suspensa em um dos seguintes casos:

- a) por desempenho insatisfatório comprovado através de avaliação formal, até que o profissional seja aprovado em um exame de recertificação ou apresente evidências de retreinamento, conforme decisão do Bureau de Certificação;
- b) se o profissional não atender aos requisitos de aptidão física;
- c) se ocorrer uma interrupção significativa na atividade profissional dentro do escopo da certificação, até que o indivíduo seja aprovado em um exame de certificação;
- d) se o indivíduo falhar na recertificação, até que o profissional seja aprovado em um exame de recertificação ou em um novo exame de certificação; ou
- e) se o indivíduo não solicitar o exame de recertificação ou a renovação até a data de validade da certificação.

8.3.4 O cancelamento da certificação torna nula a certificação do profissional, de forma definitiva. O nome do profissional cuja certificação foi cancelada deve ser retirado da lista de profissionais certificados. O profissional pode realizar um novo exame de qualificação após o tempo mínimo estipulado pela ABENDI.

8.3.5 A certificação só pode ser cancelada após análise e decisão do Conselho de Certificação.

8.4 Renovação

Após o primeiro período de validade, a certificação pode ser renovada pela ABENDI por um novo período de duração, desde que o profissional forneça evidências documentadas de:

- a) apresentar atestado de acuidade visual conforme, referente ao último período de 12 meses, e
- b) comprovar satisfatoriamente a atividade profissional dentro do escopo da certificação, sem uma interrupção significativa durante o período da certificação;

Se o critério b) não for atendido, o profissional deve seguir as mesmas regras para a recertificação.

8.5 Recertificação

Antes do término de cada segundo período de validade da certificação deve ser recertificado pela ABENDI, para igual período, desde que atenda os critérios de renovação e seja aprovado no exame de recertificação aplicável ao nível requerido.

8.6 Ações Fraudulentas

Qualquer candidato que, durante o processo de qualificação, não se ater às regras do exame ou praticar, ou for cúmplice, de conduta fraudulenta deve ser proibido de prosseguir com sua participação e este deve ser excluído do processo de qualificação devendo aguardar mais 1 ano para reiniciá-lo. O examinador deve comunicar o fato à ABENDI para registro e providências.

8.7 Registros

A ABENDI deve manter:

1. uma lista atualizada de todos os certificados individuais classificados de acordo com o nível;
2. um arquivo individual, em condições de segurança e sigilo adequados, para cada profissional certificado e para cada pessoa cujo certificado tenha expirado, ou sido cancelado ou recolhido. Esse arquivo deve conter:
 - a) ficha de inscrição com foto 3x4 do candidato;
 - b) documentos de exame, incluindo provas, descrição de corpos de prova, relatórios e resultados de ensaios, lista de verificação, resultados de exames;
 - c) documentos da renovação e recertificação, incluindo evidências da acuidade visual e atividade profissional continua.
 - d) motivos por eventual cancelamento da certificação e detalhes de outras penalidades.
3. Um arquivo individual para cada candidato que não tenha sido certificado, por um período de cinco anos, a partir do primeiro exame;

Os arquivos devem ser mantidos em condições adequadas de segurança e confidencialidade pelo prazo de validade da certificação e depois por pelo menos um ciclo completo da certificação após o cancelamento da certificação.

Anexo A

Requisitos mínimos para treinamento de pessoas em Termografia

A.1 Programa do treinamento

	Assunto	Horas de treinamento		
		Nível 1	Nível 2	Nível 3
1	Introdução/Princípios da termografia infravermelha	7,0	6,5	6,0
2	Equipamentos e aquisição de dados	5,0	3,0	1,0
3	Processamento de imagens	6,0	2,0	1,0
4	Aplicações gerais	3,0	1,0	2,0
5	Interpretação de resultados	1,0	2,0	2,0
6	Aplicações do monitoramento de condições	4,0	10,0	6,0
7	Ações preventivas e corretivas	1,0	3,0	5,0
8	Documentação e relatórios	1,0	0,5	0,5
9	Programa de monitoramento de condições	0,5	0,5	0,5
10	Implementação do programa de monitoramento de condições	1,0	1,0	1,0
11	Gerenciamento do programa de monitoramento de condições	0,5	0,5	2,0
12	Exame de avaliação	2,0	2,0	2,0
13	Prática	8,0	8,0	8,0
Carga total		40	40	40

A.2 Lista detalhada dos tópicos e horas de instrução

Assunto	Tópicos	Horas de treinamento		
		Nível 1	Nível 2	Nível 3
1. Introdução/Princípios da termografia infravermelha		7,0	6,5	6,0
	Calor e princípios de termometria	*		
	Fundamentos de condução	*		
	Lei de Fourier		*	*
	Condutividade / Resistência	*		
	Fundamentos de convecção	*		
	Lei de Newton para o resfriamento		*	*
	Fundamentos de radiação	*		
	Espectro eletromagnético	*		
	Transmissão atmosférica	*	*	
	Fontes de referência de radiação		*	*
	Lei de Planck		*	
	Lei de Wien		*	
	Lei de Stefan e Boltzmann	*		
	Emissividade, refletividade e transmissividade	*	*	*
Fatores que afetam a emissividade	*	*	*	
2. Equipamento e aquisição de dados		5,0	3,0	1,0
	Funcionamento das câmeras termográficas	*		
	Critério de seleção de câmeras termográficas		*	
	Faixa espectral	*	*	
	Faixa de medição de temperatura	*		
	Sensibilidade térmica (NETD)		*	
	Seleção de lentes (IFOV)	*	*	
	Resolução óptica	*	*	
	Operação do equipamento	*	*	
	Acessórios	*	*	
	Controles da câmera termográfica	*		
	Janelas de inspeção infravermelha			*
	Confiabilidade na aquisição de dados	*	*	
	Qualidade dos termogramas	*		
	Composição de imagens	*	*	*
	Foco óptico	*		
	Ajustes térmicos (escala, nível, amplitudes)	*		
	Seleção de paletas	*		
	Determinação de emissividade	*	*	
	Fontes de erro, prevenção e controle	*	*	
	Seleção de comprimento de onda		*	*
	Identificação e tratamento da irradiação (reflexos, temperatura aparente refletida)	*	*	*
	Identificação e tratamento da condução	*	*	*
	Identificação e tratamento da convecção	*	*	*
	Efeitos de emissividade incorreta	*	*	
	Calibração, verificação e conservação da câmera termográfica	*	*	
	Condições operacionais e ambientais	*	*	
Armazenamento de imagens e dados	*			

Assunto	Tópicos	Horas de treinamento		
		Nível 1	Nível 2	Nível 3
3. Processamento da imagem		6,0	2,0	1,0
	Medição de temperatura	*	*	
	Edição de vídeos radiométricos			*
	Termografia quantitativa	*	*	
	Termografia qualitativa	*	*	
	Influências do ambiente	*	*	
	Ferramentas de medição da câmera termográfica	*	*	
	Ferramentas de medição do software	*	*	
	Seleção da paleta	*		
	Ajustes de nível e amplitude	*		
	Correção das interferências atmosféricas (distância, umidade relativa, temperatura ambiente)	*	*	
	Correção da transmitância (janelas de inspeção infravermelha)	*		
	Correção da emissividade	*	*	
	Análises estatísticas		*	
	Subtração de imagens		*	*
Montagem de imagens		*	*	
Tendência da temperatura		*	*	
Interpretação e análise de imagens em geral	*	*	*	
4. Aplicações gerais		3,0	1,0	2,0
	Discussões sobre aplicações na indústria em geral	*		
	Termografia passiva	*		
	Termografia ativa e passiva		*	*
5. Interpretação de Resultados		1,0	2,0	2,0
	Estudos de casos e interpretações	*	*	*
6. Aplicações do monitoramento de condições		4,0	10	6,0
	Noções e princípios de funcionamento básicos de equipamentos, máquinas e sistemas elétricos.	*	*	*
	Defeitos mais comuns em máquinas, equipamentos e instalações, e suas assinaturas térmicas associadas.			*
	Avaliação da severidade e exemplificação de critérios de aceitação	*	*	*
	Segurança	*	*	*
	Normas técnicas	*	*	*

Assunto	Tópicos	Horas de treinamento		
		Nível 1	Nível 2	Nível 3
7. Ações preventivas e corretivas		1,0	3,0	5,0
	Princípios básicos e exemplos de intervenções preventivas e corretivas em equipamentos		*	*
8. Documentação e relatórios		1,0	0,5	0,5
	Escrevendo um relatório	*	*	*
	Responsabilidades dos termografistas e do usuário da técnica de END	*	*	*
9. Programa de monitoramento de condições		0,5	0,5	3,5
	Princípios gerais	*	*	*
	Definição do equipamento para aplicação da técnica		*	*
	Periodicidade das inspeções		*	*
	Temperaturas de referência	*	*	*
	Desenvolvimento do procedimento		*	*
10. Implantação do programa de monitoramento de condições		1,0	1,0	1,0
	Noção geral do programa	*		
	Sistema de trabalho seguro	*	*	
	Responsabilidades e atribuições		*	*
	Treinamento e certificação	*	*	*
11. Gestão do programa de monitoramento de condições		0,5	0,5	2,0
	Gestão de segurança (Física e Patrimonial)	*	*	*
	Gestão de equipamentos (calibração, manutenção e acessórios)	*	*	*
	Gestão de procedimentos		*	*
	Gestão de competências e habilidades		*	*
	Gestão do banco de dados	*	*	*
12. Exame de avaliação		2,0	2,0	2,0
13. Prática	Aquisição de dados, inspeção de campo e elaboração de relatório	8,0	8,0	8,0
Carga horária total		40	40	40
<p>Nota 1 – Nível 2 inclui o conhecimento do Nível 1; Nível 3 inclui o conhecimento do Nível 1 e Nível 2. Nota 2 - * indica assunto ensinado no nível indicado.</p>				



Nome do candidato: _____ Nº: _____

Empresa: _____ Examinador: _____

TM - N1 - G	Resultado do Exame	Nota da Prova
Data do exame ____ / ____ / ____	<input type="radio"/> Aprovado <input type="radio"/> Reprovado <input type="radio"/> Interrompido	_____

Data de retorno: Mínimo: dias
Recomendado: dias

Legenda do parecer
S: Satisfatório
P: Parcialmente Satisfatório
I: Insatisfatório

Item	Descrição da atividade a ser avaliada	Parecer
1	Solicitação da documentação apropriada antes do início do exame.	
2	Realização da análise preliminar de todas as informações fornecida.	
3	Foco óptico.	
4	Temperatura aparente refletida.	
4.1	Solicitação dos materiais necessários para a realização do ensaio.	
4.2	Valor obtido	
5	Transmitância	
5.1	Temperatura de referência	
5.2	Ajuste da emissividade para obtenção da transmitância	
5.3	Valor da Transmitância da janela	
6	Ângulo de visão.	
6.1	Temperatura obtida a um ângulo de 0°	
6.2	Temperatura obtida a um ângulo de 80°	
6.3	Justificativa da variação	
7	Medição de temperatura versus distância.	
7.1	Orifício de maior diâmetro	
7.2	Orifício de menor diâmetro	
7.3	Justificativa das medições obtidas	
8	Emissividade.	
8.1	Temperatura de referência	
8.2	Emissividade da referência	
8.3	Registro da Temperatura de referência	
8.4	Posicionamento da ferramenta de medição utilizada	
8.5	Ajuste da emissividade para obtenção do valor	
8.6	Valor de emissividade obtido	
9	Reflexos.	
9.1	Identificação da natureza da radiação da área A	
9.2	Identificação da natureza da radiação da área B	
9.3	Justificativa da existência do reflexo	
10	Faixa de temperatura.	
10.1	Utilização da faixa correta de temperatura.	
10.2	Valor de temperatura aparente obtido.	
11	Gravação dos termogramas capturados	

Etapa I

Etapa II	1	Elaboração do relatório:	
	1.1	Transferência do termograma capturado para o computador.	
	1.2	Identificação do candidato.	
	1.3	Identificação do DSCT (objeto em análise).	
	1.4	Identificação da câmera termográfica.	
	1.5	Identificação do termohigrômetro.	
	1.6	Condições ambientais.	
	1.7	Identificação do ensaio (Etapa I)	
	1.8	Emissividade.	
	1.9	Temperatura aparente refletida.	
	1.10	Inserção da imagem no campo específico do relatório.	
	1.11	Resultados obtidos.	
2	Gravar o relatório.		
3	Criação de uma cópia de segurança dos arquivos (termogramas e relatório)		

Nota do Exame:

1. A nota do exame deve ser o menor valor entre as Etapas

Etapa I:**Etapa II:**

1. OBJETIVO

Apresentar a sistemática de avaliação de candidatos durante os exames de qualificação, de acordo com o Sistema Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoal em END - SNQC/END.

2. NORMAS APLICÁVEIS

- NA-001 - Qualificação e Certificação de Pessoas em Ensaios Não Destrutivos.

3. REGRAS GERAIS

3.1 Os exames são agendados e previamente comunicados aos profissionais através da ficha de habilitação e site da ABENDI. Caso o candidato esteja impossibilitado de comparecer no local, data e horário marcados deve comunicar ao Setor de Certificação.

3.2 A prova para qualificação é composta de três exames:

- Exame Teórico Geral
- Exame Teórico Específico
- Exame Prático

3.3 É proibido o uso de agendas eletrônicas, utilização de aparelhos celulares, calculadoras programáveis e similares nos exames.

3.4 As provas devem ser respondidas a caneta, na cor preta ou azul.

3.5 O tempo de exame estabelecido nas instruções específicas deve ser observado rigorosamente. As provas são recolhidas quando atingido o tempo determinado, e corrigidas no estágio em que se apresentarem.

3.6 Não é permitida a consulta a nenhum documento, exceto os fornecidos pelo examinador.

3.7 Não é permitida a conversa entre candidatos durante a realização das provas.

3.8 Não é permitida a reprodução ou cópia de qualquer parte da prova.

3.9 O Resultado dos exames será fornecido ao candidato através do Bureau de certificação.

3.10 Nos exames práticos todos os candidatos devem levar caneta escrita grossa azul ou preta, sapato ou tênis de segurança e um avental (guarda-pó) ou uniforme industrial. Estes materiais não são fornecidos pelo CEQ.-

4. APLICAÇÃO DOS EXAMES

4.1 Exame Teórico Geral

O exame consta de perguntas do tipo múltipla escolha, abrangendo todo o programa de treinamento estabelecido nos documentos da ABENDI. A quantidade de questões e o tempo para execução da prova variam de acordo com o método conforme definido na ABENDI NA-001.

As perguntas são extraídas de um banco de questões previamente elaborado e armazenado em computador. O computador faz a seleção das questões e emissão do gabarito da prova.

4.2 Exame Teórico Específico

4.2.1 O exame é do tipo escrito, com questões de múltipla escolha que envolvem cálculos sobre o uso do procedimento de ensaio, uso e calibração de equipamentos e, para profissionais nível 2, aplicação do critério de aceitação. O exame pode simular a inspeção de um equipamento. Durante o exame é permitida a consulta ao procedimento de ensaio para a resolução do exame.

4.2.2 A quantidade de questões e o tempo de duração do exame estão definidos na Norma ABENDI NA-001.

4.3 Exame Prático

4.3.1 Neste exame é verificado o conhecimento prático do candidato quanto:

- ao funcionamento dos equipamentos utilizados no método;
- domínio das operações de ajuste, calibração, avaliação de desempenho e manuseio dos equipamentos;
- domínio do uso dos materiais empregados, avaliação de seu desempenho, manipulação e preparo, incluindo-se acessórios, dispositivos e padrões;
- competência na aplicação e execução do ensaio através de corpos de prova;
- para profissionais nível 2 a aplicação do critério de aceitação e elaboração de uma instrução técnica (quando aplicável).

4.3.2 A nota mínima para aprovação neste exame é 8,0 (oito).

4.3.3 O tempo para a execução do ensaio depende da complexidade do corpo de prova e está definido nas instruções específicas de cada método.

4.3.4 Para a realização do exame prático o candidato deve optar pela utilização do material e equipamento próprio ou pela utilização de material do CEQ mediante o pagamento de um valor.

4.3.5 Para candidatos que optarem pela utilização de material próprio, na data do exame deverão comparecer com a relação de equipamentos e instruções descritas nos anexos I, II, III, IV, V, VI e VII conforme o método. Neste caso os equipamentos providenciados são de responsabilidade do candidato quanto a qualidade e a precisão destes e dos produtos aplicáveis ao método e a técnica.

4.3.6 O exame prático é dividido em etapas. Para nível 1 são aplicadas as etapas 1 e 2 e para nível 2 adicionalmente a etapa 3. Na etapa 1 são avaliados aspectos gerais sobre os produtos utilizados no ensaio, recebimento de materiais, testes de sensibilidade, calibrações, etc (dependendo do método aplicável). A etapa 2 consiste do ensaio em corpos de prova e apresentação dos resultados, nesta etapa o nível 1 não lauda. Na etapa 3, aplicável somente para nível 2, deve ser elaborada uma instrução de END a ser utilizada por um profissional nível 1 (exceto para o exame de EV-N2).

4.3.7 Detalhes adicionais quanto ao exame prático podem ser obtidos na Instrução Técnica do exame prático específico do método aplicável disponibilizados no site da ABENDI.

4.3.8 Em caso de reprovação, é enviado ao candidato uma notificação contendo o parecer para cada item verificado no qual não obteve grau satisfatório no exame prático e a respectiva orientação de retreinamento.

5. AVALIAÇÃO DO CANDIDATO

5.1 É considerado aprovado o candidato que obtiver a nota mínima em cada exame, ou seja, 7,0 (sete) na teoria e 8,0 (oito) na prática.

5.2 A nota do exame prático é a menor nota obtida entre as etapas 1, 2 ou 3 conforme aplicável.

6. PRAZO DE RETORNO

- 6.1 Ao candidato reprovado é dado um prazo de retorno mínimo de 30 dias.
- 6.2 É recomendado que antes do retorno o candidato faça um retreinamento.
- 6.3 O candidato reprovado em uma terceira tentativa deve refazer os exames em sua totalidade (exame geral, específico e prático).

7. RETORNO DE CANDIDATO REPROVADO

As duas possibilidades de reexame devem ser realizadas em um prazo máximo de 24 meses contado a partir da data do primeiro exame. Após este prazo o exame é aplicado integralmente.

8. INTERRUÇÃO DO EXAME

- 8.1 O examinador pode interromper o exame prático quando o candidato apresentar:
- (a) indisposição física orgânica ou emocional
 - (b) Falta de equipamentos e/ou materiais necessários à realização do exame
 - (c) Tentativa de fraude ou participação do exame de outro candidato. Neste caso ambos os exames são interrompidos e os candidatos considerados reprovados.

OBS.: Nas condições (a) e (b) acima o exame será interrompido, mas o candidato não será considerado reprovado.

- 8.2 Após solucionado o problema o candidato deve solicitar nova data para qualificação à ABENDI.

9. PEDIDO DE REVISÃO DO EXAME (Termo de Apelação)

O candidato pode, sempre que julgar necessário, solicitar a revisão de seu exame de qualificação. Para tanto deve encaminhar à ABENDI o Termo de Apelação (FM-033) e efetuar o pagamento da taxa. A revisão é feita pelos examinadores dos CEQ's. O candidato não pode acompanhar ou ter acesso ao conteúdo das provas ou gabaritos, para garantir a confidencialidade dos exames do SNQC/END. Após efetuada a revisão o candidato deve ser informado quanto ao resultado.

ANEXO I - CORRENTES PARASITAS

Utilização dos Equipamentos de Ensaio do CEQ

O CEQ coloca à disposição do candidato um sistema completo de ensaio, sondas e padrões de calibração, relacionados a seguir:

- a) Um aparelho de correntes parasitas, marca Zetec, modelo MIZ 40A, com 4(quatro) módulos de frequência e dois módulos misturadores;
- b) Sondas internas para tubos, com arranjos diferenciais, adequadas aos padrões de calibração e aos corpos de prova disponíveis;
- c) Padrões de calibração, segundo o Código ASME, em diferentes materiais, espessuras e diâmetros.

Utilização do Equipamentos de Ensaio do candidato

O candidato pode trazer os equipamentos necessários ao exame, com exceção dos padrões. Para isto, é necessário que o candidato informe ao CEQ sua decisão, envie informações técnicas completas sobre os equipamentos a serem utilizados (cópias de manuais de operação) e comprovação de aferição/calibração válidos, com uma antecedência mínima de 30 (trinta) dias em relação à data do exame. Dentro de um prazo de 10 (dez) dias, a contar do recebimento dessas informações técnicas, o CEQ deve emitir ao candidato um parecer sobre a possibilidade de usar tais equipamentos. Neste caso o candidato deve disponibilizar os recursos necessários para a análise dos resultados pelo examinador (software, chave, etc).

ANEXO II – LISTA DE MATERIAIS DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

- 1 Yoke (eletroímã) 'C.A. 110V ou 220V'
- 5 gramas de Partículas Magnéticas fluorescentes – via úmida
- 100 gramas de Partículas Magnéticas coloridas, via seca, nas cores: branca, cinza, preta, amarela e vermelha (100g de cada)
- 15 gramas de Partículas Magnéticas colorida, via úmida, nas cores: preta e vermelha (15g de cada)
- 60 ml de Distensor
- 1 aplicador de Partículas Magnéticas para via seca (com malha fina)
- 2 aplicadores de Partículas Magnéticas para via úmida
- 1kg de retalhos de pano limpo (de preferência branco)
- 1 rolo de fita crepe de 25mm de largura
- 1 padrão de verificação da sensibilidade do ensaio modelos ASME ou Petrobras
- 1 trena
- 1 decantador para verificação de conteúdo de sólidos em uma suspensão modelo ASTM-96

**APRESENTAR O CERTIFICADO
DE AFERIÇÃO DE TODOS OS
EQUIPAMENTOS**

ANEXO III – LISTA DE MATERIAIS DE RADIOGRAFIA

NÍVEL 1

- 10 filmes tipo 1,4 ½" x 17"
- 10 filmes tipo 2,4 ½" x 17"
- tela fluorescente (sal)
- IQI ASME, DIN ou ASTM (conjunto)
- calços para IQI ASME
- número e letras de chumbo
- fita numérica
- dispositivo para monitoração (caneta dosimétrica, filme dosimétrico, Geiger)
- 3 porta-filmes 4 ½" x 17"
- 4 porta-filmes 4 ½" x 8 ½"
- 3 conjuntos de telas de chumbo, 4 ½" x 17"
- 4 conjuntos de telas de chumbo, 4 ½" x 8 ½"
- cronômetro
- fonte Ir-192 (15 a 20 Currie) ou aparelho de RX com todos os equipamentos de emergência
- densitômetro eletrônico e de fita densitométrica
- 1 trena, álcool, algodão e fita crepe

NÍVEL 2

- densitômetro eletrônico e fita densitométrica

**APRESENTAR O CERTIFICADO
DE AFERIÇÃO DE TODOS OS
EQUIPAMENTOS**

OBSERVAÇÃO: Os candidatos a Nível 2, exceto os candidatos a ER-N2-S-IL, que ainda não tenham a qualificação de Nível 1, deverão portar todo o material listado para o Nível 1.

ANEXO IV – LISTA DE MATERIAIS DE LÍQUIDO PENETRANTE

- 1 lata de revelador em suspensão não aquoso (aerossol)
- 1 lata de líquido penetrante vermelho para remoção a água
- 1 lata de líquido penetrante fluorescente remoção a água
- 1 lata de líquido penetrante vermelho remoção com solvente
- 1kg de retalhos de pano (preferência branco)
- 1 litro de thinner
- 1 escova de aço carbono manual
- 1 rolo de fita crepe 25mm de largura
- 1 trena
- 1 máscara anti-pó
- 1 aplicador de água

DESEJÁVEL:

- 1 luxímetro
- 1 medidor de luz ultravioleta
- 1 termômetro de contato

ANEXO V – LISTA DE MATERIAIS DE ULTRASSOM

US-N1-ME

- aparelho para Medição de Espessura
- duplo cristal
- cabos
- bloco de Calibração para ME: - aço carbono: 5 a 80mm
- aço inox 4 a 25mm
- acoplamento metilcelulose
- trapo, escova de aço, lixa
- material de desenho

US-N2-SOLDAS

- aparelho de Ultra-Som
- cabeçote normal e duplo cristal
- cabeçotes angulares
- cabos coaxiais
- bloco V1
- bloco V2
- blocos de referência conforme o procedimento fornecido
- bloco para traçagem de feixe sônico
- bloco para verificação de resolução dos cabeçotes
- certificado de aferição dos blocos
- acoplante metilcelulose
- acetato, álcool
- caneta retroprojeter
- papel milimetrado e papel vegetal
- massa de modelar (massa plástica), solvente, trapo, escova de aço e lixa

US-N1 e US-N2-L

- aparelho para Medição de Espessura e aparelho de Ultrassom
- cabeçote normal e duplo cristal
- cabos
- bloco V1
- bloco V2
- bloco de Calibração para ME: - aço carbono: 5 a 80mm
- aço inox 4 a 25mm
- acoplante metilcelulose
- trapo, escova de aço, lixa
- papel vegetal

**APRESENTAR O CERTIFICADO
DE AFERIÇÃO DE TODOS OS
EQUIPAMENTOS**

Observação:

APARELHOS

Durante o exame de qualificação não é permitido a utilização de sistemas de ultrassom computadorizado, mecanizado, automatizado ou manual utilizando cabeçotes Phased Array e TOFD (Time of Flight Diffraction) com recursos de módulos de apresentação:

- B-Scan;
- C-Scan;
- D-Scan;
- S-Scan (Setorial);
- L-Scan (Linear);
- P-Scan

CABEÇOTES

Não é permitido, durante o exame de qualificação, a utilização de cabeçotes Array e TOFD



ANEXO VI – LISTA DE MATERIAIS DE ENSAIO VISUAL

Todos os materiais para utilização no exame prático são fornecidos pelos CEQ.

ANEXO VII – LISTA DE MATERIAIS DE EMISSÃO ACÚSTICA

O candidato deve providenciar para os exames o seguinte material:

- Sistema de emissão acústica completo:
 - i. CPU com sistema operacional adequado;
 - ii. placas para coleta de dados;
 - iii. software para coleta e análise de dados;
 - iv. monitor;
 - v. teclado;
 - vi. mouse;
 - vii. acessórios indispensáveis, tais como: cabos de energia; flash card/pen driver ou gravador de DVD para fazer cópia de segurança de dados, etc.
- 4 sensores ressonantes a 150kHz;
- Pré-amplificadores de 40 dB de ganho, com filtros compatíveis a frequência de ressonância dos sensores (caso os sensores não possuam pré-amplificação integrada)
- Acoplante: graxa ou vaselina sólida para acoplamento dos sensores;
- Prendedores de sensor (magnéticos, fita, cola quente, etc., o que for aplicável);
- Cabos coaxiais com conectores BNC (ou outro aplicável), para conexão dos sensores aos canais do sistema, impedância de 50 Ω (recomenda-se entre 4 e 5m);
- Sistema gerador de forma de onda completo:
 - i. CPU com sistema operacional adequado;
 - ii. placa geradora de forma de onda: ARB 1410;
 - iii. software: WaveGen 1410;
 - iv. monitor;
 - v. teclado;
 - vi. mouse;
 - vii. acessórios indispensáveis, por exemplo, cabo de energia.
- 2 sensores ressonantes a 150kHz, sem amplificação integrada, para pulso de sinais;
- Cabos para conexão entre sensor de pulso e placa ARB 1410.
- Prendedor para o sensor de pulso (magnético, fita, cola quente, etc., o que for aplicável);
- Trena;
- Material para preparo da superfície (lixa, escova de aço, trapo, papel toalha, etc.).

1. OBJETIVO

Este documento estabelece as instruções ao candidato na aplicação de exames nível 1 de ensaio não destrutivo por Termografia, de acordo com o Sistema Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoas em END - SNQC/END.

2. DOCUMENTOS APLICÁVEIS

- IT-114 – Instrução Geral - Candidato
- LV-215 - Termografia - Lista de Verificação – Candidato - Exame Prático - Nível 1
- NA-009 - Qualificação e Certificação de Pessoal em Termografia.
- PR-134 – Termografia – Terminologia.
- PR-135 - Termografia – Medição e compensação da temperatura aparente refletida utilizando câmeras termográficas.
- PR-137 - Termografia – Medição e compensação da transmitância de um meio atenuante utilizando câmeras termográficas
- PR-140 - Termografia – Medição e compensação da emissividade utilizando câmeras termográficas.

3. NÍVEL DE CERTIFICAÇÃO

O exame prático específico deve ser aplicado no nível TM-N1

4. REGRAS GERAIS

4.1 O candidato deve fazer o exame prático após aprovação no exame teórico.

4.2 Para a realização do exame prático é necessário que o candidato apresente-se munido de todo o material necessário para o ensaio.

4.3 Durante o exame, o candidato somente deve fazer uso das cópias dos procedimentos de ensaios e das instruções ao candidato entregues pelo examinador no momento do exame.

4.4 Os relatórios devem ser escritos com caneta azul ou preta. É proibido o uso de lápis. Os relatórios não devem conter rasuras ou emendas que possam causar dúvidas no resultado do candidato.

4.5 O exame deve ser interrompido durante o horário de almoço.

4.6 O examinador deve proceder a uma verificação na câmera termográfica utilizada pelo candidato. Não deve haver imagens pré-gravadas na memória da câmera. As imagens realizadas durante o exame devem ser transferidas para o computador do CEQ e devem ser apagadas da câmera termográfica do candidato. As configurações do equipamento termográfico devem ser elaboradas no local de exame. A tentativa de uso de informações reservadas do exame implica nas penalidades indicadas nos documentos e normas do Sistema Nacional de Qualificação e Certificação.

5. APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO EXAME PRÁTICO

5.1 Geral

A parte prática do exame contempla avaliar o conhecimento teórico do candidato, colocado em prática. É também avaliada a habilidade dos candidatos em manusear a câmera termográfica, ajustar os parâmetros para medição, para aquisição das imagens e registros dos dados obtidos. O exame prático busca analisar se o candidato possui habilidade adequada para o trabalho em campo, através de simulações de situações reais que ocorrem durante a inspeção de equipamentos por Termografia no campo.

5.2 Materiais e equipamentos a serem utilizados pelo candidato durante o exame

É responsabilidade do candidato a seleção, o fornecimento e a utilização de materiais e equipamentos com qualidade assegurada.

5.2.1 Câmera termográfica com as seguintes características mínimas:

- Ajuste de parâmetros: emissividade e temperatura aparente refletida;
NOTA: Algumas câmeras o termo temperatura aparente refletida podem aparecer com outra terminologia.
- Ajuste de foco manual;
- Faixa de medição de temperatura de, no mínimo, até 250 °C;
- Faixa espectral entre 7 µm e 15 µm;
- Sensibilidade térmica menor que 100 mK (0,1 °C);
- Campo de visão instantâneo (IFOV) entre 0,16 e 3,0 mrad;
- Gravação de termogramas em cartão de memória removível.

5.2.2 Computador com os programas necessários para o tratamento dos termogramas e com editor de texto em Word, para elaboração do relatório. (Quick Report, Report Professional, Flir Tools, Smartview etc).

5.2.3 O examinador deve fornecer ao candidato somente os seguintes documentos:

- a) Instruções de execução ao candidato (IT-190);
- b) Formulário para registro de resultados (FM-223);
- c) Lista de verificação (LV-215);
- d) Procedimentos.

5.2.4 Sala climatizada, com dimensões mínimas de 4 m x 4 m;

5.2.5 O examinador deve fornecer ao candidato somente os seguintes materiais:

- a) Dispositivo Simulador de Condições Termográficas (DSCT) e acessórios;
- b) Tripé ou suporte para a câmera termográfica;
- c) Termohigrômetro e
- d) Trena.

5.2.6 Após o término do exame, o candidato deve entregar ao examinador toda documentação utilizada durante o exame.

5.2.7 O candidato pode solicitar ao examinador outros materiais e informações, desde que seja pertinente a execução do exame prático.

5.2.8 O candidato tem o direito de solicitar ao examinador, durante a execução do exame, esclarecimento sobre as instruções de execução, caso não entenda o que está sendo solicitado.

5.3 Execução do exame

- 5.3.1 O candidato deve realizar o ensaio de acordo com as instruções fornecidas;
- 5.3.2 O local de realização do ensaio deve ser mantido limpo e organizado, durante e após o exame;
- 5.3.3 O examinador deve fazer uma breve descrição do DSCT.

5.4 Tempo disponível para realização do exame prático N1

Etapas (item correspondente)	Duração Máxima (horas)
I (5.5.1)	2,0
II (5.5.2)	2,0

5.5 Instruções para execução do exame: divisão e sequência de aplicação

Antes do exame, o examinador seleciona, ajusta e estabiliza o DSCT para uma determinada temperatura, na qual é realizado o ensaio.

O candidato deve considerar uma casa decimal para temperatura e duas casas decimais para a emissividade.

O exame prático contém 2 (duas) etapas. Para ser aprovado no exame, o candidato deve executar de forma satisfatória os itens de cada uma das etapas descritas nos subitens seguintes.

5.5.1 Etapa I

Nesta etapa o candidato deve demonstrar os conhecimentos e habilidades para a execução das atividades descritas abaixo. A sequência de execução *é importante*. O candidato deve:

- a) Solicitar ao examinador a documentação com informações pertinentes ao exame;
- b) Realizar análise preliminar de todas as informações e equipamentos fornecidos, tais como identificação do DSCT, acessórios, restrições aplicáveis, etc.;
- c) Configurar a câmera termográfica conforme solicitado em cada ensaio (emissividade, foco, escala de temperatura, etc.);
- d) O candidato deve capturar e salvar um termograma para cada um dos ensaios mencionados abaixo, exceto para a Transmitância e Ângulo de Visão, para os quais são necessários dois termogramas;
- e) Os ensaios a serem realizados são os seguintes:

Etapa I	Ensaio de Exame Prático	Observações
1	Foco Óptico	<ol style="list-style-type: none">1. O candidato deve posicionar a câmera, segundo a orientação do examinador e em seguida desfocar a câmera;2. O candidato deve realizar o melhor foco no DSCT e registrar as informações solicitadas pelo examinador;
2	Temperatura Aparente Refletida	<ol style="list-style-type: none">1. O candidato deve realizar a medição da temperatura aparente refletida segundo o PR-135;

		2. O valor da Temperatura Aparente Refletida obtido deve ser registrado para sua utilização quando necessário;
3	Faixa de Temperatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. O candidato deve ajustar os parâmetros da câmera com valores de emissividade 1, distância 0 m (zero ou menor distância). A faixa de temperatura da câmera deve ser ajustada inicialmente na de menor temperatura disponível em seu equipamento. 2. O candidato deve medir a temperatura mais elevada da fonte de alta temperatura, realizando os ajustes necessários.
4	Ângulo de Visão	<ol style="list-style-type: none"> 1. O candidato deve ajustar os parâmetros da câmera com valores de emissividade 1, distância 0 m (zero ou menor distância). 2. O candidato deve fornecer as medições para uma mesma posição da superfície de alta emissividade sob ângulos de visão especificados pelo examinador e justificar o resultado.
5	Medição de Temperatura versus distância	<ol style="list-style-type: none"> 1. O candidato deve ajustar os parâmetros da câmera com valores de emissividade 1, distância 0 m (zero ou menor distância). 2. O candidato deve fornecer as medições de temperatura dos locais solicitados pelo examinador.
6	Transmitância	<ol style="list-style-type: none"> 1. O candidato deve determinar a transmitância de uma janela infravermelha.
7	Reflexos	<ol style="list-style-type: none"> 1. O candidato deve ajustar os parâmetros da câmera com valores de emissividade 1, distância 0 m (zero ou menor distância). 2. O candidato deve informar se a máxima temperatura aparente medida, em cada superfície (Lado A e Lado B), é predominantemente de radiação refletida ou emitida.
8	Emissividade	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sabendo que a emissividade da superfície de referência (lado pintado ou fita isolante preta) é 0,95, o candidato deve determinar a emissividade da superfície em ensaio.

5.5.2 Etapa II

Nesta etapa o candidato deve demonstrar os conhecimentos e habilidades para a execução das atividades descritas abaixo:

- a) Utilizar um dos termogramas de um dos ensaios da Etapa I, indicado pelo examinador, para a elaboração do relatório;
- b) Elaborar relatório com o termograma indicado pelo examinador;

NOTA: O candidato deve preencher o formulário FM-223, para auxiliá-lo na elaboração do Relatório de Termografia.

- c) O relatório deve conter:
 - (i) Identificação do termografista;
 - (ii) Identificação do DSCT;
 - (iii) Identificação da câmera termográfica;
 - (iv) Identificação das condições ambientais;
 - (v) Identificação do ensaio, conforme Etapa I;
 - (vi) Parâmetros utilizados;
 - (vii) Termograma;
 - (viii) Resultado do ensaio.
- d) O candidato deve fazer uma cópia do arquivo do relatório, que deve ser transferida pelo examinador para o computador do CEQ para a impressão do relatório.

6. MONTAGEM E PREPARAÇÃO DO EXAME

6.1 Geral

Cabe ao examinador preparar e configurar o Dispositivo de Simulação de Condições Termográficas (DSCT), os acessórios e a sala onde é realizado o exame prático.

6.2 Equipamento e materiais a serem fornecidos pelo CEQ

A seguir está relacionada uma lista completa de equipamentos e materiais necessários para a realização do exame prático. O examinador, antes do início do exame, deve verificar se algum dos itens relacionados abaixo não está faltando. Caso esteja faltando algum item, o mesmo deve ser providenciado pelo examinador.

- a) DSCT, com superfície de alta emissividade;
- b) Lâminas com características específicas para a realização da Etapa I;
- c) Fonte de alta temperatura (FAT);
- d) Termohigrômetro;
- e) Tripé;
- f) Trena;
- g) Luva térmica;
- h) Computador para arquivo dos termogramas e relatório.
- i) Impressora e papéis.

6.3 Configuração da câmera termográfica

Toda a configuração da câmera termográfica, incluindo ajuste de emissividade, foco, faixa de temperatura, utilização do cartão de memória etc., deve única e exclusivamente ser realizada pelo candidato.

7. CORREÇÃO DO EXAME

A correção do exame deve ser realizada por etapas. Cada etapa tem um critério de avaliação conforme descrito nos itens a seguir.

7.1 Etapa I

Os itens a serem avaliados estão descritos na tabela abaixo:

ETAPA I	
Item	Descrição da atividade
1	Solicitação da documentação apropriada antes do início do exame
2	Realização da análise preliminar de todas as informações fornecidas
3	Foco óptico
4	Temperatura aparente refletida
5	Faixa de temperatura
6	Ângulo de visão
7	Medição de temperatura versus distância
8	Transmitância
9	Reflexos
10	Emissividade
11	Gravação dos termogramas capturados.

7.2 Etapa II

Os itens a serem avaliados estão descritos na tabela abaixo:

ETAPA II	
Item	Descrição da atividade
1	Elaboração do relatório:
1.1	Transferência do termograma capturado para o computador
1.2	Identificação do candidato
1.3	Identificação do DSCT (objeto em análise)
1.4	Identificação da câmera termográfica
1.5	Identificação do Termohigrômetro
1.6	Condições ambientais
1.7	Identificação do ensaio (Etapa I)
1.8	Emissividade
1.9	Temperatura aparente refletida
1.10	Inserção da imagem no campo específico do relatório
1.11	Resultados obtidos
2	Gravar o relatório.
3	Criação de uma cópia de segurança dos arquivos (termogramas e relatório)

8. RETORNO DO CANDIDATO REPROVADO

No caso de retorno do candidato reprovado, este deve executar apenas a Etapa que não obteve resultado satisfatório.

ESCOPO

Este procedimento define os termos utilizados no método de ensaio não destrutivo de Termografia.

1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ABNT NBR 15424 – Ensaio não destrutivo – Termografia – Terminologia

2. DEFINIÇÕES

Para os efeitos deste procedimento, aplicam-se as seguintes definições:

Absortividade / α / absorvidade / absortância / absorbância - proporção (como uma fração de 1) da energia radiante incidente na superfície do material que é absorvida por ele à mesma temperatura e comprimento de onda. Para um corpo negro este valor se iguala a unidade (1,0). Tecnicamente, absortividade é absortância interna através do material. Absortância é a razão entre a radiação absorvida e a radiação total incidente sobre o corpo

NOTA Na termografia, estes termos são frequentemente usados indistintamente.

Anomalia térmica - qualquer padrão térmico que se desvie de uma referência conhecida.

Amplitude térmica - intervalo contínuo de temperaturas aparentes dentro da faixa de temperatura da câmera que é utilizada na imagem. A amplitude pode ser expandida ou reduzida para melhorar o contraste da imagem.

Assinatura térmica - padrão térmico característico de um determinado objeto.

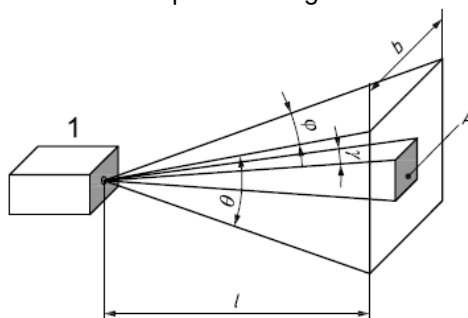
Assistente qualificado - profissional proveniente da empresa responsável pelos equipamentos a serem inspecionados, e autorizado por ela para realizar as tarefas solicitadas pelo termografista, possuindo conhecimento sobre a operação e histórico dos equipamentos e sobre as práticas de segurança e normas da empresa.

Atenuação atmosférica - perda resultante da propagação da radiação infravermelha pelo meio atmosférico, devido à absorção ou dispersão. Varia em função da distância, umidade, temperatura, concentração de partículas em suspensão e gases.

Câmera termográfica / termovisor / câmera térmica de infravermelho / câmera de termografia / termocâmara - equipamento destinado a detectar a radiação infravermelha e convertê-la em sinais eletrônicos que, devidamente processados, permitem a formação de imagens térmicas e a medição remota de temperaturas.

Campo de visão instantâneo / IFOV - Instantaneous field of view / IFOV - Individual field of view - ângulo sólido determinado pela projeção de um elemento do detector na cena em um dado instante, normalmente expresso em miliradianos.

Campo de visão total / FOV - field of view - Ângulo sólido total da cena, sensorado pelo sistema, função do detector e da lente utilizada, normalmente expresso em graus.



Legenda

1 sistema

A IFOV

h, b FOV

θ vertical view angle

□ horizontal view angle

Figure 1 — Field of view

Corpo cinzento - objeto radiante cuja emissividade é constante e apresenta valor inferior a 1,0.

Corpo negro - objeto hipotético capaz de absorver toda a radiação nele incidente e, para uma dada temperatura, emitir o máximo possível de radiação térmica. O valor de sua emissividade é 1,0

Corpo real / radiador seletivo - objeto radiante cuja emissividade varia com o comprimento de onda e apresenta valor inferior a 1,0.

Correção de não-uniformidade / NUC - non-uniformity correction - correção para compensação das diferentes sensibilidades dos vários elementos detectores de uma matriz (FPA), bem como outros distúrbios de natureza óptica ou geométrica.

Dados de referência - conjunto de informações utilizadas para determinar se uma anomalia faz parte de um processo de falha ou não.

Detector de infravermelho - transdutor, que converte a energia infravermelha incidente sobre sua superfície em sinal elétrico utilizando um ou mais elementos sensores (Exemplos: termopar, elemento resistivo, fotoelétrico, piroelétrico, entre outros).

Detector de matriz de plano focal / FPA – focal plane array - matriz de duas dimensões de elementos detectores, posicionada no plano focal da câmera.

Diferença de temperatura equivalente ao ruído / sensibilidade térmica / NETD - noise equivalent temperature difference - menor diferença de temperatura que se pode detectar, limitada pelo ruído interno do equipamento infravermelho a uma determinada temperatura, sendo por norma medido à temperatura de 30 °C.

Emissividade (ϵ) / emitância - parâmetro adimensional que estabelece a relação entre a quantidade de energia irradiada por um corpo em estudo e a que seria emitida por um corpo negro, à mesma temperatura e comprimento de onda. A emissividade varia entre 0 (zero) e 1.

Equipamentos infravermelhos de varredura linear / line scanners - equipamentos infravermelhos que realizam repetidamente o sensoreamento ao longo de uma linha.

Faixa de medição de temperatura - Faixa contínua de temperaturas aparentes (intensidades de radiação) na qual a câmera realiza medições, dentro de suas especificações de exatidão.

Faixa de operação da câmera termográfica - faixa de temperaturas do ambiente dentro da qual a câmera termográfica é projetada para operar dentro das especificações de desempenho publicadas.

Filtro - elemento óptico, de transmissividade seletiva, utilizado para restringir, em termos espectrais, a radiação recebida pelo detector de um instrumento.

Foco térmico / ajuste de amplitude térmica

intervalo de temperaturas selecionado para se evidenciar uma característica específica do termograma

Fonte de calibração infravermelha / simulador de corpo negro - equipamento de emissividade conhecida e temperatura controlada, utilizada para calibração de câmeras infravermelhas.

Infravermelho - porção do espectro eletromagnético que se estende do limite inferior do visível (0,75 micrometro) até o comprimento de onda de 1 000 micrometro. Os limites do infravermelho e suas subdivisões são aproximados, podendo variar segundo a fonte bibliográfica.

Infravermelho próximo - faixa espectral entre 0,75 e 1 micrometros.

Infravermelho onda curta - faixa espectral entre 1 e 3 micrometros.

Infravermelho onda média - faixa espectral entre 3 e 5,5 micrometros.

Infravermelho onda longa - faixa espectral entre 7,5 e 15 micrometros.

Inspeção qualitativa - modalidade de inspeção na qual o termografista localiza e analisa padrões térmicos ou anomalias, sem necessidade de quantificar temperatura.

Inspeção quantitativa - modalidade de inspeção na qual o termografista obtém valores de temperaturas, com objetivos específicos.

Inspeção termográfica - técnica de inspeção não destrutiva e não intrusiva, realizada com a utilização de equipamentos capazes de detectar radiação infravermelha, para a medição de temperaturas e observação de padrões diferenciais de distribuição de calor, com o objetivo de propiciar informações relativas à condição operacional de um componente, equipamento ou processo (relatório de inspeção termográfica).

Inspeção termográfica direta / medição termográfica direta - análise qualitativa ou quantitativa de um objeto que pode ser visualizado diretamente.

Inspeção termográfica indireta - análise qualitativa ou quantitativa na qual não é possível obter a visualização direta do objeto. Nesse caso o resultado é inferido a partir do efeito térmico na superfície observável.

Isoterma - ferramenta de análise de imagem que realça com uma cor de contraste um intervalo selecionado de temperaturas aparentes.

Janela infravermelha - material de boa transmissividade na faixa do infravermelho, utilizado quando por razões de segurança ou acesso, o meio ou atmosfera específica necessita ser isolado e os componentes internos necessitam ser inspecionados por termografia.

Janelas atmosféricas (infravermelho) / janelas espectrais - intervalos espectrais, dentro do espectro infravermelho, nos quais a atenuação atmosférica é reduzida.

Meio atenuante – material semitransparente (sólido, líquido ou gás), tal como uma janela, filtro, ópticas externas ou uma atmosfera, que atenua a radiação.

Nível / level - ponto médio da amplitude térmica.

Radiação térmica - radiação eletromagnética intercambiada entre dois corpos em função da diferença de temperatura.

Refletividade - porção da energia incidente sobre uma superfície, que é refletida por esta, em um dado comprimento de onda. Para um espelho perfeito, a refletividade é 1, e para um corpo negro, a refletividade é 0 (zero).

Relatório de inspeção termográfica - documento que contém os resultados das análises termográficas efetuadas e recomendações baseadas em critérios pré-estabelecidos.

Resolução geométrica / resolução espacial / resolução óptica - capacidade do sistema em discernir entre dois pontos a uma dada distância. Está relacionada com a área delimitada pela projeção do(s) elemento(s) detector(es), na cena (IFOV). É normalmente expressa em miliradianos.

Resolução de medida / campo de visão de medição / MFOV - menor área do objeto que pode ter sua temperatura medida com exatidão a uma determinada distância.

Taxa de repetição de quadro / frequência de imagem - número de imagens exibidas por segundo (geralmente dado em hertz - Hz)

Temperatura ambiente - temperatura do meio circundante ao objeto.

Temperatura aparente - temperatura de um objeto, indicada pela câmera termográfica, antes que correções específicas sejam introduzidas.

Temperatura atmosférica - temperatura da atmosfera entre a câmera termográfica e o objeto.

Temperatura aparente refletida - temperatura aparente resultante da radiação emitida pelos corpos ao redor do corpo alvo da medição, que é refletido por este e chega ao detector da câmera.

Termografia ativa - técnica termográfica que mede a radiação infravermelha emitida pelos objetos com a utilização de excitações térmicas adicionais (fontes externas).

NOTA: A excitação térmica pode ser óptica, sônica (ultrassom), indutiva, micro-ondas ou outras formas de energia.

Termografia passiva - técnica termográfica que mede a radiação infravermelha emitida pelos objetos sem a necessidade de excitações térmicas adicionais (fontes externas).

Termografia por infravermelho - técnica que possibilita a medição sem contato de temperaturas e a formação de imagens térmicas (termogramas) de um componente, equipamento ou processo, a partir da radiação infravermelha, naturalmente emitida pelos corpos, em função de sua temperatura.

Termografista - profissional habilitado a realizar inspeções termográficas através da operação de um sistema infravermelho. Em função de sua habilitação, pode também analisar e gerenciar trabalhos de inspeções termográficas.

Termograma - imagem obtida a partir da intensidade de radiação infravermelha, naturalmente emitida pelos corpos, em função de sua temperatura.

Termômetro infravermelho / radiômetro / pirômetro de infravermelho - instrumento para medir a temperatura, sem contato físico, de um objeto ou material de emissividade conhecida, a partir da radiação emitida no espectro infravermelho.

Transmissividade / τ / transmitância - porção da energia incidente sobre um corpo, que é transmitida por este, em um dado comprimento de onda. Para um corpo opaco, a transmissividade é igual a 0 (zero). Materiais transparentes possuem valores de transmissividade entre 0 (zero) e 1.

1. ESCOPO

Este procedimento descreve como realizar a medição e compensação da temperatura aparente refletida quando da medição da temperatura da superfície de um objeto utilizando câmeras termográficas.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- PR-134 – Ensaios não destrutivos – Termografia – Terminologia
- ABNT NBR 16292 – Ensaios não destrutivos – Termografia - Medição e compensação da temperatura aparente refletida utilizando câmera termográfica

3. MÉTODOS DE ENSAIO UTILIZADOS

Dois métodos de ensaio são descritos para a medição da temperatura aparente refletida de um objeto: método direto e método refletor.

4. APLICAÇÕES E USO

A radiação infravermelha refletida por um objeto pode provocar erros na medição da temperatura de sua superfície.

São apresentados dois métodos de ensaio para medição e compensação do erro provocado pela temperatura aparente refletida. Esses métodos podem ser utilizados em campo ou em laboratório utilizando materiais facilmente disponíveis.

Eles também podem ser utilizados com qualquer radiômetro infravermelho que tenha possibilidade de ajuste da temperatura aparente refletida e emissividade.

5. INTERFERÊNCIAS NOS ENSAIOS

5.1 Método refletor

Este método assume que a refletância do refletor de infravermelho utilizada é igual a 1. Erros podem ser minimizados utilizando um refletor com refletância próxima a 1.

Os objetos podem ser refletores difusos ou especulares, ou ambos. A utilização de um refletor com características similares à superfície do objeto ajuda a minimizar os erros.

Sem mover a câmera termográfica e utilizando uma função de medição apropriada (como ponto ou área), medir e gravar a temperatura aparente da superfície do refletor. Essa é a temperatura aparente refletida do objeto quando vista da posição indicada na Figura 1 em 7.1.

5.2 Método direto

O método direto geralmente não leva em consideração o aquecimento do corpo do termografista como fonte de temperatura aparente refletida. Se essa fonte provoca um erro significativo, o método refletor pode ser utilizado.

5.3 Considerações gerais

Erros de temperatura aparente refletida, produzidos por uma fonte pontual, como o sol ou uma lâmpada, são difíceis de medir com exatidão. Essas fontes de erro geralmente podem ser evitadas, alterando a posição e o ângulo da câmera termográfica em relação ao objeto.

A temperatura aparente refletida, medida na superfície de um objeto, pode ser específica para o comprimento de onda da câmera termográfica utilizada. Recomenda-se que esse comprimento de onda seja anotado com o valor medido.

O erro, gerado pela temperatura aparente refletida, pode ser estimado protegendo o objeto da radiação incidente sobre ele e observando qualquer alteração no valor medido.

O erro gerado pela temperatura aparente refletida pode ser reduzido protegendo o objeto da fonte de reflexão.

6. INSTRUMENTOS E ACESSÓRIOS

Os instrumentos e acessórios utilizados nos ensaios dos métodos refletor e direto são os seguintes:

- Câmera termográfica com calibração válida que possua ajustes de emissividade e temperatura refletida;
- Refletor infravermelho (somente para o método refletor). Refletor de infravermelho feito de um pedaço de metal, cuja refletância seja próxima a 1.
EXEMPLO: Papel alumínio, previamente amassado e depois estendido, colocado sobre um pedaço de papelão, com o lado brilhante pra cima. E pedaço de metal, com característica de reflexão difusa ou especular, ou ambas, similar àquelas do objeto;
- Tripé ou dispositivo para fixação da câmera termográfica (opcional).

7. PROCEDIMENTO

7.1 Método refletor

- Ajustar a emissividade da câmera termográfica para 1 e distância em 0 (zero), quando houver a possibilidade deste ajuste.
- Posicionar a câmera termográfica do mesmo modo que ela será posicionada para a medição de temperatura da superfície do objeto.
- Apontar a câmera termográfica para o objeto e ajustar o foco na área do objeto onde a temperatura aparente refletida deve ser medida.
- Colocar o refletor infravermelho em frente e paralelo ao objeto (Ver Figura 1).

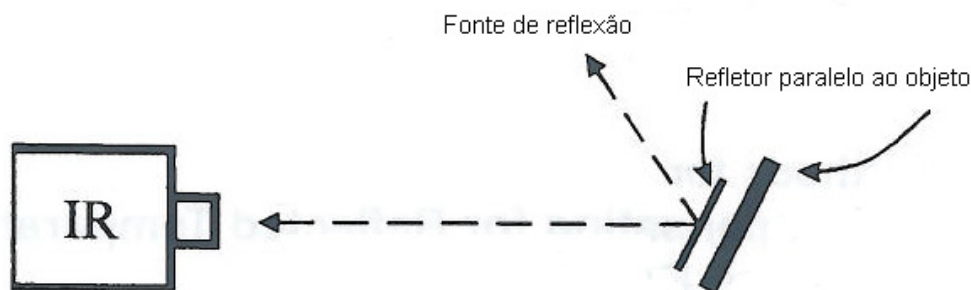


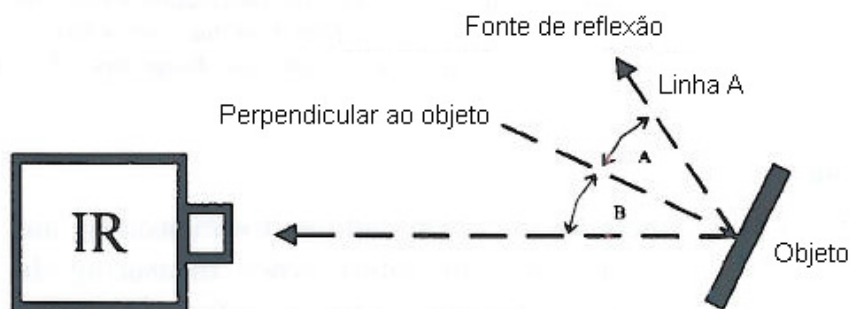
Figura 1 - Método refletor

- Sem mover a câmera termográfica e utilizando uma função de medição apropriada (tal como ponto ou área), medir e anotar a temperatura aparente da superfície do refletor. Essa é a temperatura aparente refletida do objeto quando vista da posição indicada em b).

- f) Repetir procedimentos descritos em a) a e) no mínimo três vezes para obter a média da temperatura aparente refletida.
- g) Compensar a temperatura aparente refletida inserindo a média obtida no campo correspondente da câmera termográfica.

7.2 Método direto

- a) Ajustar a emissividade da câmera termográfica para 1 e distância em 0 (zero), quando houver a possibilidade deste ajuste.
- b) Posicionar a câmera termográfica na mesma posição daquela que deve ser realizada a medição de temperatura da superfície do objeto.
- c) Apontar a câmera termográfica para o objeto e ajustar o foco na área do objeto onde a temperatura aparente refletida deve ser medida.
- d) Estimar ou medir o ângulo de reflexão e o ângulo de incidência a partir da posição da qual a câmera termográfica visualiza o objeto (Ver Figura 2).

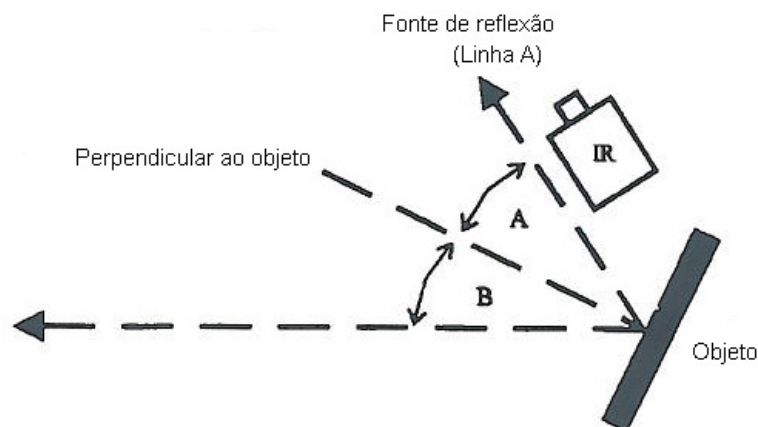


Legenda

- A) ângulo de reflexão
- B) ângulo de incidência
- ângulo A = ângulo B

Figura 2 - Ângulo de reflexão e ângulo de incidência

- e) Posicionar a câmera contrária ao objeto e na mesma direção e ângulo da fonte de reflexão (Ver Figura 3). Utilizar uma função de medição apropriada (como ponto ou área), medir e anotar a temperatura aparente da fonte de reflexão. Essa é a temperatura aparente refletida do objeto quando vista da posição indicada em b).



Legenda

- A) ângulo de reflexão
 B) ângulo de incidência
 ângulo A = ângulo B

Figura 3 - Método direto

- f) Se o objeto tiver uma superfície refletora difusa, apontar a câmera em várias posições dentro de um ângulo de 45°, de ambos os lados do ângulo de incidência, e calcular a média das temperaturas. Esta média é a temperatura aparente refletida do objeto quando visto da posição indicada em b).
- g) Repetir procedimentos descritos a) a f) no mínimo três vezes para obter a média da temperatura aparente refletida.
- h) Compensar a temperatura aparente refletida inserindo a média obtida no campo correspondente da câmera termográfica.

1. ESCOPO

Este método de ensaio descreve como realizar a medição da transmitância de um meio atenuante utilizando câmeras termográficas.

A transmitância de um meio atenuante introduz erros na medição termográfica, quando não considerada. Este método de ensaio é apresentado para medir esta fonte do erro:

NOTA - Este método de ensaio pode envolver a proximidade de equipamentos aquecidos ou eletricamente energizados, ou ambos.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- PR-134- Ensaio não destrutivo - Termografia - Terminologia
- PR-135- Ensaio não destrutivo - Termografia – Procedimento para medição e compensação da temperatura aparente refletida utilizando câmeras termográficas

3. PRINCÍPIO DO MÉTODO

3.1 Local de uso

Este método de ensaio pode ser utilizado no campo ou em laboratório, utilizando materiais comuns disponíveis.

4. INTERFERÊNCIAS NO ENSAIO

Este método de ensaio requer uma fonte de temperatura estável (DSCT) com uma emissividade de 0,95 ou maior, que esteja no mínimo a 20°C acima da temperatura ambiente. Erros podem ser reduzidos com a estabilização das temperaturas da fonte e do ambiente durante o ensaio. A exatidão da medição da transmitância pode ser aumentada com o incremento da diferença de temperatura entre a fonte e o ambiente.

Erros podem ser reduzidos quando a temperatura do meio atenuante estiver próxima da temperatura aparente refletida sobre o objeto.

A composição e a espessura do meio atenuante podem variar para medições em áreas diferentes do objeto. Erros podem ser reduzidos medindo-se sempre na mesma área do objeto.

5. EQUIPAMENTOS

5.1 Uma câmera termográfica calibrada que permita que o termografista insira a temperatura aparente refletida e valores de emissividade.

5.2 Um tripé ou um dispositivo para suportar a câmera termográfica.

5.3 Uma fonte de alta emissividade que é aquecida a uma temperatura estável (DSCT), no mínimo 20 °C acima da temperatura ambiente.

6. PROCEDIMENTO DE ENSAIO

6.1 Para a medição da transmitância de um meio atenuante, devem ser executadas as seguintes etapas:

- a) Posicionar a câmera termográfica no tripé ou no dispositivo de suporte, a uma distância adequada da fonte de temperatura estável (DSCT);
- b) Apontar a câmera termográfica para fonte de temperatura estável (DSCT), focando na área que tenha uma emissividade de 0,95 ou maior. Certificar-se que a fonte (DSCT) esteja a uma temperatura estável e no mínimo a 20 °C acima da temperatura ambiente;
- c) Introduzir o valor da temperatura aparente refletida incidente sobre a fonte de temperatura estável (DSCT), conforme PR-135;
- d) Com emissividade igual a 1,00 e distância igual a 0 (zero), medir e registrar a temperatura aparente na área previamente selecionada da fonte de temperatura estável (DSCT).
- e) Posicionar o meio atenuante entre a câmera termográfica e a fonte de temperatura estável (DSCT).
- f) Mantendo a **mesma** área selecionada, ajustar o controle de emissividade da câmera termográfica até indicar a mesma temperatura registrada em d). O valor da emissividade indicado é a transmitância do meio atenuante, sob esta temperatura do meio atenuante, na temperatura da fonte de temperatura estável (DSCT) e faixa espectral da câmera termográfica.

1. OBJETIVO

Este procedimento descreve como realizar a medição e compensação da emissividade para medir a temperatura da superfície de um objeto utilizando câmeras termográficas.

Este procedimento pode envolver a utilização de equipamento e materiais na presença de equipamentos aquecidos ou eletricamente energizados, ou ambos.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- PR-134 - Ensaios não destrutivos – Termografia - Terminologia
- ASTM E1933 - Standard Test Methods for Measuring and Compensating for Emissivity Using Infrared Imaging Radiometers

3. MÉTODOS DE ENSAIOS UTILIZADOS

A emissividade de uma superfície introduz erros na medição termográfica, quando não considerada.

Os seguintes dois métodos de ensaio são apresentados para medir e compensar esta fonte do erro:

- a) Método do Termômetro de Contato;
- b) Método do Termômetro sem Contato.

Estes métodos de ensaio podem ser utilizados no campo ou em laboratório, utilizando materiais comuns disponíveis.

O Método do Termômetro sem Contato pode também ser realizado com um termômetro infravermelho, desde que ele possua capacidade de correção de emissividade.

4. INTERFERÊNCIAS NOS ENSAIOS

4.1 Método do Termômetro de Contato

4.1.1 Termômetros de contato podem atuar como dissipadores e alterar a temperatura do objeto.

4.2 Método do Termômetro sem Contato

4.2.1 Materiais utilizados como referência de emissividade (ex.: fita isolante) podem alterar as propriedades de transferência de calor e a temperatura do objeto. Essas alterações podem ser minimizadas aplicando um material com menor área possível, suficiente para atender a resolução de medida (MFOV) da câmera termográfica ou termômetro infravermelho.

4.2.2 Antes de ser aplicado o material para alterar a emissividade na área adjacente, na qual a emissividade deve ser medida (conforme item 6.2.2), deve ser feita uma verificação com a câmera termográfica para assegurar que ambas as áreas tenham a mesma temperatura, minimizando a ocorrência de erros.

4.2.3 Quando o material utilizado para alterar a emissividade for removido (conforme item 6.2.4), erros podem ser reduzidos assegurando que a superfície retorne a sua condição original.

4.3 Ambos os métodos requerem que a superfície do objeto esteja a uma temperatura, no mínimo, 10 °C maior ou menor que a temperatura ambiente, sendo que a exatidão da medida de emissividade aumenta com a diferença de temperatura. Os erros podem ser minimizados assegurando que durante o ensaio a diferença entre a temperatura da superfície e a ambiente se mantenha estável.

4.4 A emissividade pode variar com a temperatura do objeto e com faixa espectral da câmera termográfica utilizada para fazer as medições. Portanto, o valor da emissividade medido deve ser registrado com a temperatura do objeto e a faixa espectral da câmera utilizada.

4.5 Estes métodos de ensaio são válidos somente para objetos que são opacos na faixa espectral da câmera termográfica utilizada.

4.6 Quando a emissividade de um objeto opaco diminui, a refletividade aumenta. Para minimizar os erros, a temperatura aparente refletida deve ser precisamente medida e levada em consideração, principalmente para emissividades baixas. Para materiais com emissividade menor que 0,5 as medições de temperatura e de emissividade têm maior probabilidade de erro.

5. INSTRUMENTOS E MATERIAIS

5.1 Câmera termográfica calibrada que possua ajustes de temperatura aparente refletida e emissividade.

5.2 Recomenda-se utilizar tripé ou suporte para câmera termográfica.

5.3 O Método do Termômetro de Contato necessita de um termômetro de contato calibrado.

5.4 O Método do Termômetro sem Contato necessita que o material utilizado como referência de emissividade possua um valor de emissividade conhecido, na mesma temperatura do objeto e na mesma faixa espectral da câmera termográfica. Para um melhor resultado, o material deve ter uma alta emissividade, preferencialmente maior que 0,9.

6. PROCEDIMENTO

6.1 Método do Termômetro de Contato

6.1.1 Com um termômetro de contato meça a temperatura da área que se deseja conhecer a emissividade. Registre esta temperatura.

6.1.2 Com a câmera termográfica no tripé ou no suporte e a uma distância adequada do objeto, meça e insira, na câmera, a temperatura aparente refletida.

6.1.3 Selecione na câmera termográfica uma ferramenta de medição (ponto ou área), faça foco na mesma área do item 6.1.1 e ajuste o parâmetro emissividade da câmera até que o valor medido indique a mesma temperatura registrada em 6.1.1. O valor de emissividade obtido é a emissividade medida do objeto para essa temperatura e para a faixa espectral da câmera.

6.1.4 Repita os passos de 6.1.1 a 6.1.3 pelo menos três vezes e calcule a média dos valores de emissividade para obter a emissividade média.

6.2 Método do Termômetro sem Contato

6.2.1 Com a câmera termográfica no tripé ou no suporte e a uma distância adequada do objeto, meça e insira, na câmera, a temperatura aparente refletida.



6.2.2 Aplique a referência de emissividade na área do objeto, na qual a emissividade precisa ser medida ou adjacente a ela. Certifique-se que o material esteja seco e em bom contato com a superfície do objeto.

6.2.3 Insira o valor da emissividade do material utilizado como referência na câmera termográfica e meça a temperatura na superfície da referência. Registre essa temperatura.

6.2.4 Foque a câmera termográfica na parte da amostra imediatamente adjacente ao material de referência (onde a emissividade deve ser medida) ou remova o material e foque na área de onde foi retirado o material.

6.2.5 Selecione na câmera termográfica uma ferramenta de medição (ponto ou área), faça foco na área escolhida no item 6.2.4 e ajuste o parâmetro emissividade da câmera até que o valor medido indique a mesma temperatura registrada em 6.2.3. O valor de emissividade obtido é a emissividade medida do objeto para essa temperatura e para a faixa espectral da câmera.

6.2.6 Repita os passos de 6.2.1 a 6.2.5 pelo menos três vezes e calcule a média dos valores de emissividade para obter a emissividade média.