

Segunda edição
04.02.2013

Válida a partir de
04.03.2013

**Ensaio de reação ao fogo em pisos —
Determinação do comportamento com relação à
queima utilizando uma fonte radiante de calor**

*Reaction to fire test for floorings — Determination of the burning behavior
using a radiant heat source*



ICS 13.220.20; 97.150

ISBN 978-85-07-04010-1



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 8660:2013
18 páginas



© ABNT 2013

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	iv
Introdução	v
1 Escopo	1
2 Referência Normativa.....	1
3 Termos e definições.....	1
4 Aparelhagem de ensaio	2
5 Corpos de prova	4
6 Condicionamento	5
7 Procedimento de ensaio.....	6
7.1 Procedimento de ajuste do equipamento	6
7.2 Procedimento-padrão de ensaio.....	7
8 Expressão dos resultados.....	8
9 Relatório de ensaio	8
Anexo	
Anexo A (informativo) Abastecimento de gás e ar.....	18
Figuras	
Figura 1 – Vista em perspectiva mostrando o conceito do ensaio	9
Figura 2 – Lado (B-B) e vista plana do equipamento de ensaio	10
Figura 3 – Vista final (A-A) do equipamento de ensaio (ver Figura 2).....	11
Figura 4 – Seção A-A do equipamento de ensaio	12
Figura 5 – Seção B-B do equipamento de ensaio	13
Figura 6 – Suporte do corpo de prova com placa de medição do fluxo de calor do equipamento (fora de escala)	14
Figura 7 – Queimador-piloto.....	15
Figura 8 – Arranjo do queimador- piloto acima do corpo de prova durante o período de ignição	16
Figura 9 – Curva do perfil de fluxo de calor.....	17
Tabela	
Tabela 1 – Distribuição de fluxo de calor requerida na placa de medição.....	7

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 8460 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio (ABNT/CB-24), pela Comissão de Estudo de Reação do Fogo dos Materiais (CE-24:301.10). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 07, de 04.07.2012 a 03.09.2012, com o número de Projeto ABNT NBR 8660.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 8660:1984), a qual foi tecnicamente revisada.

Esta Norma é baseada na ISO 9239-1:2010.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

Scope

This Standard specifies a method for assessing the burn behavior and spread of flame of horizontally mounted floorings exposed to a heat flux radiant gradient in a test chamber, when ignited with pilot flames.

This method is applicable to all types of flooring e.g. textile carpet, cork, wood, rubber and plastics coverings as well as coatings. Results obtained by this method reflect the performance of the flooring, including any substrate if used. Modification of the backing, bonding to a substrate, underlay or other changes of the flooring may affect test results.

This Standard is applicable to the measurement and description of the properties of floorings in response to heat and flame under controlled laboratory conditions. It should not be used alone to describe or appraise the fire risk or fire hazard of floorings under actual fire conditions.

Introdução

As medições neste método de ensaio fornecem uma base para se estimar um aspecto do comportamento com relação à exposição ao fogo de pisos. O fluxo radiante imposto simula os níveis de radiação térmica prováveis aos quais o piso de um corredor cujas superfícies superiores estejam aquecidas por chamas ou gases quentes, ou ambos, seria exposto durante os estágios iniciais de um incêndio em desenvolvimento em uma sala adjacente ou compartimento sob condições de propagação de chama oposta ao vento.

O corpo de prova é colocado em posição horizontal, abaixo de um painel radiante alimentado por gás e inclinado 30°, onde é exposto a um fluxo de calor definido. Uma chama-piloto é aplicada na extremidade mais quente do corpo de prova. O princípio do ensaio é ilustrado na Figura 1. Depois da ignição, qualquer frente de chama que se desenvolver é anotado e feito um registro da sua progressão, horizontalmente ao longo do comprimento do corpo de prova em termos do tempo que ela demora a se propagar por distâncias definidas.

Os resultados são expressos em termos da distância da propagação de chama pelo tempo, do fluxo de calor crítico, do fluxo de calor crítico na extinção.

Aviso de segurança: Há a possibilidade de explosão causada pelas alimentações de gás e ar na câmara de ensaio. Medidas de segurança apropriadas e consistentes com as práticas da engenharia devem ser adotadas no sistema do painel de suprimento de gás. Estas devem incluir pelo menos o seguinte:

- um sistema de interrupção da alimentação de gás que seja imediatamente ativado quando a alimentação de gás ou de ar falhar;
- um sensor de temperatura ou uma unidade de detecção de chama direcionada para a superfície do painel que pare a vazão de combustível quando a chama do painel apagar.

Deve-se atentar para a possibilidade de que gases tóxicos ou perigosos podem ser produzidos durante a exposição dos corpos de prova. Tendo em vista o perigo inerente aos produtos em combustão, o sistema de exaustão deve ser projetado e operado de modo que o ambiente do laboratório esteja protegido contra fumaça e gás. O operador deve ser instruído a minimizar sua exposição aos produtos da combustão seguindo as práticas de segurança, por exemplo, assegurando-se de que o sistema de exaustão esteja funcionando perfeitamente, usando vestimentas de segurança adequadas, incluindo luvas etc.

Esta Norma foi baseada na ISO 9239-1:2010, *Reaction to fire tests for floorings - Part 1: Determination of the burning behaviour using a radiant heat source*.

Ensaio de reação ao fogo em pisos — Determinação do comportamento com relação à queima utilizando uma fonte radiante de calor

1 Escopo

Esta Norma especifica um método para se classificar o comportamento à queima e a propagação de chama de pisos montados horizontalmente e expostos a um gradiente de fluxo radiante de calor em uma câmara de ensaio, quando ignizados por chamas-piloto.

Este método é aplicável a todos os tipos de pisos, como carpetes têxteis, cortiça, madeira, borracha e coberturas plásticas, assim como a revestimentos. Os resultados encontrados com este método refletem o desempenho do piso, incluindo qualquer substrato, se utilizado. Modificações nos apoios, ligações com o substrato, camadas inferiores ou outras modificações no piso podem afetar os resultados do ensaio.

Esta Norma é aplicável para a medição e descrição das propriedades dos pisos em resposta ao calor e à chama sob condições laboratoriais controladas. Não convém que ela seja utilizada sozinha para descrever ou classificar o risco ou perigo de fogo de pisos sob condições de fogo reais.

2 Referência Normativa

O documento relacionado a seguir é indispensável à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

IEC 60584-1, *Thermocouples – Part 1: Reference tables*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1

chamejamento sustentado

persistência de chama no corpo de prova ou sobre a sua superfície por um período de mais de 4 s

3.2

condicionamento

exposição do corpo de prova a uma atmosfera controlada

3.3

corpo de prova

produto devidamente aplicado ao substrato, a ser submetido ao ensaio

3.4

distância da propagação de chama

maior extensão de alcance de uma chama sustentada ao longo do comprimento do corpo de prova dentro de um tempo máximo de 30 min

3.5

fluxo de calor (kW/m^2)

quantidade de calor incidente por unidade de área; isto inclui tanto o fluxo radiante de calor quanto o fluxo convectivo de calor

3.6

fluxo crítico do calor

fluxo de calor com o qual a chama se extingue (FCC) ou o fluxo de calor após um período de ensaio de 30 min (FC-30), o que apresentar o valor mais baixo (isto é, o fluxo correspondente à maior extensão de propagação de chama em 30 min)

3.7

fluxo crítico de calor na extinção (FCC)

fluxo de calor incidente (kW/m^2) na superfície de um corpo de prova no ponto onde a chama para de avançar e pode, subsequentemente, se extinguir. O valor do fluxo de calor reportado é baseado em interpolações de medições com uma placa de medição do fluxo de calor não combustível

3.8

fluxo de calor por unidade de tempo em minutos (FC-t)

fluxo de calor (kW/m^2) recebido pelo corpo de prova na posição mais distante da propagação de chama observada durante os primeiros t minutos do ensaio

3.9

perfil de fluxo

curva que relaciona o fluxo de calor no plano do corpo de prova com a distância do ponto zero. O ponto zero do perfil de fluxo de calor é especificado como o canto interior do lado mais quente do suporte do corpo de prova

3.10

produto

elemento, material ou componente sobre o qual informação é necessária

3.11

revestimento de piso

camada superior de um piso, incluindo qualquer acabamento de superfície com ou sem um apoio anexado e com qualquer camada inferior, camada intermediária e/ou adesivo incluídos

3.12

substrato

base utilizada imediatamente abaixo do produto a ser submetido ao ensaio

3.13

substrato-padrão

base representativa do substrato utilizado em aplicações reais

4 Aparelhagem de ensaio

4.1 A aparelhagem de ensaio deve ser alocada em uma sala, a uma distância de pelo menos 0,4 m das paredes e do teto. Ela deve ter as dimensões especificadas nas Figuras de 2 a 5. A câmara deve ser feita de placas de silicato de cálcio de $13 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ de espessura e $650 \text{ kg}/\text{m}^3$ de densidade nominal, com um painel de encaixe fixo de vidro resistente ao fogo com dimensões de $110 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$, situado na frente da câmara de modo que a totalidade do comprimento do corpo de prova possa ser

observada durante o ensaio. A câmara deve ter um revestimento exterior de metal. Abaixo desta janela de observação, uma porta de fechamento deve ser provida, através da qual a plataforma do corpo de prova possa ser movida para dentro e para fora.

Uma escala de aço marcada com intervalos de 10 mm e 50 mm, começando do canto interior do suporte do corpo de prova, deve ser colocada em ambos os lados do corpo de prova.

4.2 A parte inferior da câmara deve consistir em uma plataforma deslizante capaz de suportar rigidamente o suporte do corpo de prova em uma posição fixa e nivelada (ver Figura 1). A área total de acesso de ar entre a câmara e o corpo de prova deve ser de $0,23 \text{ m}^2 \pm 0,03 \text{ m}^2$, distribuída uniformemente pelas laterais do corpo de prova.

4.3 A fonte de energia radiante de calor deve ser um painel de refratário poroso montado em um quadro de metal, com uma superfície de radiação de $301 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm} \times 450 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

O painel deve ser capaz de suportar temperaturas de até $900 \text{ }^\circ\text{C}$ e utilizar um sistema de mistura combustível de gás e ar ¹ com instrumentação adequada (ver Anexo A) para garantir operação consistente e com repetibilidade.

O painel radiante deve ser colocado sobre o suporte do corpo de prova com sua dimensão maior $30^\circ \pm 1^\circ$ inclinada com relação ao plano horizontal (ver Figura 5).

4.4 O suporte do corpo de prova é fabricado de perfis em L de aço inoxidável resistente ao calor com $2,0 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ de espessura e as dimensões mostradas na Figura 6. O corpo de prova é exposto através de uma abertura de $200 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm} \times 1\,015 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$. O suporte do corpo de prova é preso a uma plataforma deslizante de aço por meio de dois parafusos em cada extremidade.

O suporte do corpo de prova deve possuir meios para a fixação do corpo de prova (por exemplo, grampos na barra de aço). A espessura total do suporte é $22 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$.

4.5 O queimador-piloto, utilizado para ignizar o corpo de prova, deve ter dimensões nominais de 6 mm para o diâmetro interno e 10 mm para o diâmetro externo, devendo ser confeccionado de aço inoxidável e ter 2 linhas de 19 furos igualmente espaçados de 0,7 mm de diâmetro feitos radialmente ao longo da linha de centro e 16 furos igualmente espaçados de 0,7 mm de diâmetro feitos radialmente 60° abaixo da linha.

4.6 O queimador de centro (ver Figura 7). Em operação, a taxa de vazão de propano deve ser ajustada para $0,026 \text{ L/s} \pm 0,002 \text{ L/s}$. O queimador-piloto deve ser posicionado de modo que as chamas geradas pela linha inferior de furos entrem em contato com o corpo de prova a $10 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ do ponto zero (ver Figura 8). O tubo do queimador-piloto deve estar 3 mm acima do canto do suporte do corpo de prova quando o queimador estiver em posição de ignição. Quando não estiver sendo aplicado no corpo de prova, o queimador deve ser capaz de ser movido pelo menos a 50 mm de distância do ponto zero do queimador-piloto. O gás utilizado deve ser propano comercial de valor calorífico aproximado de 83 MJ/m^3 .

NOTA 1 É importante que os furos do queimador-piloto sejam mantidos limpos. Uma escova de metal macia é adequada para remover os contaminantes de superfície. Um arame de níquel-cromo ou de aço inoxidável é considerado adequado para se abrir os furos.

¹ Misturas de ar com propano/butano mostraram-se adequadas, mas outras misturas combustíveis de gás e ar também podem ser utilizadas.

NOTA 2 Com a vazão do gás propano propriamente ajustada e o queimador-piloto em posição de ensaio, a chama piloto vai variar, aproximadamente, de 60 mm a 120 mm em altura pela largura do queimador (ver Figura 8).

4.7 Um sistema de exaustão², desencaixado do tubo de exaustão, deve ser utilizado para extrair os produtos da combustão. Com o painel desligado, a placa de medição do fluxo de calor do equipamento posicionada e a porta de acesso fechada, a velocidade no tubo de exaustão deve ser de 2,5 m/s \pm 0,2 m/s.

4.8 Um anemômetro com precisão de \pm 0,1 m/s deve ser provido para medir a velocidade do ar na coifa de exaustão. Ele deve ser encaixado na chaminé, de modo que seu ponto de medição coincida com a linha de centro da chaminé 250 mm \pm 10 mm acima do canto inferior da chaminé (ver Figura 4).

4.9 Para controle da saída térmica do painel radiante, um pirômetro de radiação com escala de medição entre 480 °C e 530 °C (temperatura de corpo negro) e uma exatidão de \pm 5 °C adequada para uma visão de área circular de 250 mm de diâmetro e a uma distância de, aproximadamente, 1,4 m deve ser utilizado (ver 7.1.3 e 8.1).

A sensibilidade do pirômetro deve ser substancialmente constante entre os comprimentos de onda de 1 μ m e 9 μ m.

4.10 O medidor de fluxo de calor utilizado para determinar o perfil de fluxo de calor para se ensaiar o corpo de prova deve ser do tipo Schmidt-Boelter sem janelas e de diâmetro de 25 mm. Sua escala deve ser de 0 kW/m² a 15 kW/m², e ele deve ser calibrado pelo nível de operação da escala de fluxo de calor de 1 kW/m² a 15 kW/m². Uma fonte de água para refrigeração com temperatura entre 15 °C e 25 °C deve estar disponível para este instrumento.

O medidor de fluxo de calor deve ter uma precisão de \pm 3 % do valor medido.

4.11 A placa de medição do fluxo de calor do equipamento deve ser feita de uma placa de silicato de cálcio sem revestimento de 20 mm \pm 1 mm de espessura e 850 kg/m³ \pm 100 kg/m³ de densidade. Ela deve ter 250 mm \pm 10 mm de largura e 1 050 mm \pm 20 mm de comprimento (ver Figura 6) com furos de 26 mm \pm 1 mm de diâmetro, posicionada ao longo da linha de centro e nas localidades a 110 mm, 210 mm, até 910 mm, medidas do ponto zero do corpo de prova.

4.12 As saídas do pirômetro de radiação, do(s) medidor(es) de fluxo e do sistema de medição de fumaça devem ser registradas com um método apropriado.

4.13 Deve ser utilizado um dispositivo de marcação de tempo capaz de registrar o tempo decorrido aproximando para o segundo mais próximo e com precisão de 1 s em 1 h.

5 Corpos de prova

5.1 Os corpos de prova devem ser representativos do revestimento de piso em sua utilização final.

5.2 Para materiais com características isotrópicas, cortar quatro corpos de prova 1 050 mm \pm 5 mm \times 230 mm \pm 5 mm.

² Uma capacidade exaustora de 39 m³/min a 85 m³/min (em 25 °C, 1 bar) mostrou-se adequada.

5.3 Para materiais com características anisotrópicas, cortar seis corpos de prova $1\ 050\text{ mm} \pm 5\text{ mm} \times 230\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$, sendo três em uma direção (por exemplo, na direção da produção) e três em uma direção perpendicular à primeira.

Se a espessura do corpo de prova for de mais de 19 mm, o comprimento deve ser reduzido para $1\ 025\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$.

5.4 O corpo de prova deve ser montado em um substrato que simule o piso real e as práticas reais de instalação.

O adesivo utilizado nos corpos de prova deve ser representativo daqueles utilizados na prática. Se, na prática, adesivos específicos forem utilizados, os corpos de prova devem ser preparados utilizando-se cada um dos adesivos específicos ou sem adesivos.

Sistemas de revestimento de piso que utilizem uma camada inferior ou uma camada intermediária em suas condições de utilização final devem ser ensaiados por meio de corpos de prova confeccionados com estas camadas.

Se o produto consistir em módulos e placas, ele deve ser montado de maneira que uma junta esteja situada a 250 mm do ponto zero. Se os módulos não forem colados, os cantos do corpo de prova devem ser fixados no substrato por meios mecânicos.

Revestimentos de piso que saem do suporte devido a contrações podem apresentar resultados diferentes dependendo de sua fixação. Deve-se dar atenção especial, então, ao uso de boas técnicas de fixação em revestimentos de piso que tenham a tendência de contração quando expostos ao calor.

Detalhes adicionais nas montagens dos corpos de prova devem estar de acordo com as especificações relevantes dos produtos.

Os substratos empregados para a confecção de corpos de prova, quando a aplicação real do produto for feita sobre contra-piso de concreto ou argamassa à base de cimento e areia, devem ser compostos de placas de fibrocimento, com espessura de $6\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ e massa específica de $1\ 800\text{ kg/m}^3 \pm 200\text{ kg/m}^3$.

Quando o produto não for aplicado, em situação real sobre contra-piso de concreto ou argamassa, o substrato utilizado para preparação dos corpos de prova deve reproduzir contra-pisos reais de aplicação do produto.

5.5 O desempenho do produto em termos da reação ao fogo deve ser garantido pelo fabricante tendo em conta os procedimentos de limpeza e manutenção por ele indicados.

6 Condicionamento

Os corpos de prova devem ser condicionados à temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ e umidade relativa de $50\% \pm 5\%$, pelo período mínimo de 48 h.

O condicionamento deve permitir que massa constante seja alcançada. Considera-se que o corpo de prova para atingir massa constante, quando das duas pesagens consecutivas, num intervalo mínimo de 24 h, não tenha diferença superior a 0,1 % da massa ou 0,1 g.

O tempo de cura para revestimentos de piso que forem colados em substratos é de pelo menos 96 h. Este tempo pode ser parte do condicionamento.

7 Procedimento de ensaio

7.1 Procedimento de ajuste do equipamento

7.1.1 O seguinte procedimento de ajuste deve ser realizado depois de qualquer mudança significativa no equipamento, ou pelo menos uma vez por mês. Se não houver mudanças subsequentes, este intervalo pode ser estendido para seis meses.

Posicionar a plataforma deslizante e o quadro de montagem juntamente com a placa de medição do fluxo de calor do equipamento fora da câmara. Medir a taxa de fluxo de ar na chaminé com o ventilador de exaustão ligado e a porta de acesso fechada e, se necessário, ajustá-la para $2,5 \text{ m/s} \pm 0,2 \text{ m/s}$. Ignizar o painel radiante e permitir que este se aqueça por, pelo menos, 1 ½ h. Então, ajustar a mistura de gás e ar para que a temperatura de corpo negro seja de, aproximadamente, 500 °C. Quando o equilíbrio for alcançado, mover a plataforma com a placa para dentro da câmara, fechar a porta e aguardar mais ½ h. Neste período de ajuste o queimador-piloto deve estar desligado.

7.1.2 Medir o nível do fluxo de calor no ponto de 410 mm com o medidor de fluxo de calor total. Inserir o medidor de fluxo de calor na abertura de modo que a sua superfície de medição esteja entre 2 mm a 3 mm acima e paralela ao plano da placa de medição do fluxo de calor. Ler o valor da saída depois de 30 s. Se o nível for $5,1 \text{ kW/m}^2 \pm 0,2 \text{ kW/m}^2$, iniciar a determinação do perfil de fluxo de calor. Caso contrário, realizar os ajustes necessários nas vazões de gás e ar do painel pelo menos 10 min antes de uma nova leitura do fluxo de calor ser realizada.

7.1.3 Realizar a determinação do perfil do fluxo de calor.

Inserir o medidor do fluxo de calor em cada furo, um por vez, começando em 110 mm e terminando em 910 mm. Assegurar-se de que a superfície de medição e o tempo de medição estejam de acordo com 7.1.2. Para determinar se o nível do fluxo de calor mudou durante estas medições, verificar a leitura em 410 mm, depois da leitura em 910 mm.

7.1.4 Registrar os dados do fluxo de calor como uma função pela distância ao longo do plano do corpo de prova. Desenhar cuidadosamente uma curva suave ao longo dos pontos de dados. Esta curva é a curva do perfil do fluxo de calor (ver Figura 9).

Se a curva do perfil do fluxo de calor estiver dentro das tolerâncias especificadas na Tabela 1, o equipamento de ensaio está ajustado e a determinação do perfil está completa. Caso contrário, alterar cuidadosamente o fluxo dos combustíveis e aguardar pelo menos 10 min para assegurar-se de que a temperatura na câmara estabilizou. Repetir o procedimento até que o perfil do fluxo de calor esteja dentro do especificado pela Tabela 1.

NOTA 3 Para corrigir o fluxo de calor no lado mais quente do corpo de prova, normalmente é necessário apenas um ajuste no fluxo do gás. Para corrigir o fluxo de calor no lado mais frio do corpo de prova, pode ser necessário ajustar tanto o fluxo de gás quanto o fluxo de ar.

7.1.5 Remover a placa de medição e fechar a porta. Depois de 5 min, medir a temperatura de corpo negro do painel radiante e a temperatura da câmara. Registrar os resultados dos valores de ajuste. Os termopares para a medição da temperatura da câmara devem estar de acordo com a IEC 60584

Tabela 1 – Distribuição de fluxo de calor requerida na placa de medição

Distância até o ponto zero do corpo de prova mm	Fluxo de calor kW/m ²	Tolerâncias kW/m ²
110	10,9	± 0,4
210	9,2	± 0,4
310	7,1	± 0,4
410	5,1	± 0,2
510	3,5	± 0,2
610	2,5	± 0,2
710	1,8	± 0,2
810	1,4	± 0,2
910	1,1	± 0,2

7.2 Procedimento-padrão de ensaio

7.2.1 Ajustar a vazão de ar na chaminé de acordo com 7.1. Remover a placa de medição do fluxo de calor do equipamento e fechar a porta. Ignizar o painel e permitir que o equipamento de ensaio esquente por pelo menos 1 h até que a temperatura da câmara tenha estabilizado.

7.2.2 Medir a temperatura de corpo negro do painel radiante. A temperatura de corpo negro, medida pelo pirômetro óptico, deve estar dentro de ± 5 °C da temperatura de corpo negro registrada durante o ajuste realizado conforme 7.1. A temperatura da câmara deve estar dentro de ± 10 °C da temperatura da câmara registrada durante o ajuste realizado conforme 7.1.

Se a temperatura da câmara ou a do corpo negro diferir mais do que os limites dados, ajustar as entradas de gás/ar do painel radiante. Permitir que o equipamento estabilize por pelo menos 15 min antes que as temperaturas sejam medidas novamente. Quando as temperaturas estiverem dentro dos limites dados, o equipamento de ensaio está pronto para ser utilizado.

7.2.3 Inserir o corpo de prova, incluindo qualquer camada inferior e substrato, no suporte do corpo de prova. Colocar as travas pela traseira do conjunto e apertar os parafusos firmemente ou aplicar outro meio de fixação. Se aplicável, levantar a parte têxtil do conjunto utilizando um aspirador de pó e alocar o corpo de prova e seu suporte na plataforma deslizante.

Ignizar o queimador-piloto, mantendo-o pelo menos 50 mm afastado do ponto zero pretendido do corpo de prova. Mover a plataforma deslizante para dentro da câmara e fechar a porta imediatamente. Neste instante o ensaio se inicia. Acionar os dispositivos de registro e de marcação de tempo.

Após deixar esquentar por 2 min com o queimador-piloto pelo menos a 50 mm de distância do ponto zero do corpo de prova, permitir que as chamas do queimador piloto entrem em contato com o corpo de prova a 10 mm do canto do queimador, como especificado em 4.5. Deixar as chamas do queimador-piloto em contato com o corpo de prova por 10 min e depois levar o queimador-piloto até uma posição pelo menos a 50 mm de distância do ponto zero do corpo de prova. Extinguir as chamas do queimador-piloto. Durante o ensaio, tanto a vazão de ar como a vazão de gás no painel radiante devem ser mantidas constantes.

7.2.4 Em intervalos de 10 min, contados a partir do início do ensaio, e no momento de extinção da chama, medir as distâncias entre a frente de chama e o ponto zero, aproximando para os 10 mm mais próximos. Observar e registrar qualquer ocorrência significativa como: chamas transitórias, derretimento, formação de bolhas, tempo e localização de combustão luminosa depois da extinção da chama, penetração da chama através do substrato etc.

Adicionalmente, anotar os tempos em que as chamas atingem cada marca de 50 mm e o ponto mais distante atingido em qualquer momento do ensaio, aproximando para os 10 mm mais próximos. A duração do ensaio deve ser de 30 min.

7.2.5 Para materiais com características isotrópicas, ensaiar três corpos de prova e apresentar o valor médio de FCC e/ou FC-30.

Para materiais com características anisotrópicas, ensaiar um corpo de prova em uma direção e um corpo de prova na direção perpendicular à primeira. O ensaio que apresentar o menor valor de FCC e/ou FC-30 deve ser repetido duas vezes naquela direção para a obtenção do valor médio, ou seja, é requerido um total de quatro ensaios.

7.2.6 Não iniciar o próximo ensaio enquanto a temperatura de corpo negro e a temperatura da câmara não estiverem conforme 7.2.2. O suporte do corpo de prova deve estar na mesma temperatura da sala de ensaio antes da montagem de um novo corpo de prova.

8 Expressão dos resultados

8.1 Da curva de perfil de fluxo de calor, converter as distâncias observadas de propagação de chama para kW/m^2 e determinar o fluxo de calor crítico. Ler aproximando para os $0,2 \text{ kW/m}^2$ mais próximos. Corpos de prova que não ignizarem ou que tiverem uma propagação de chama de menos que 110 mm têm um fluxo de calor crítico $\geq 11 \text{ kW/m}^2$. Corpos de prova com distâncias de propagação de chama maiores do que 910 mm têm um fluxo de calor crítico $\leq 1,1 \text{ kW/m}^2$. Os corpos de prova cujas chamas forem extintas pelo operador em 30 min não têm valor de FCC, apenas valor de FC-30.

8.2 Reportar os resultados dos quatro ensaios (ver 7.2.6) em termos de valores de FCC e/ou FC-30 com as descrições direcionais adequadas. Calcular o valor médio para o fluxo crítico dos dados do ensaio nos três corpos de prova com a mesma orientação direcional.

NOTA Ao calcular o valor médio do fluxo crítico dos três corpos de prova, incluir os valores de FCC e FC-30.

8.3 Para ensaios com duração maior do que 30 min, registrar o tempo de extinção da chama e o ponto mais distante de propagação de chama e convertê-los para FCC.

8.4 Reportar o tempo em que as chamas atingem cada marca de 50 mm e registrar a distância de propagação de chama em cada intervalo de 10 min, como descrito em 7.2.4, de modo a determinar o valor do fluxo de calor na unidade de tempo (FC-t) requerido, como, FC-10, FC-20 ou FC-30, por exemplo. Registrar também o tempo de extinção e a distância de propagação de chama máxima final.

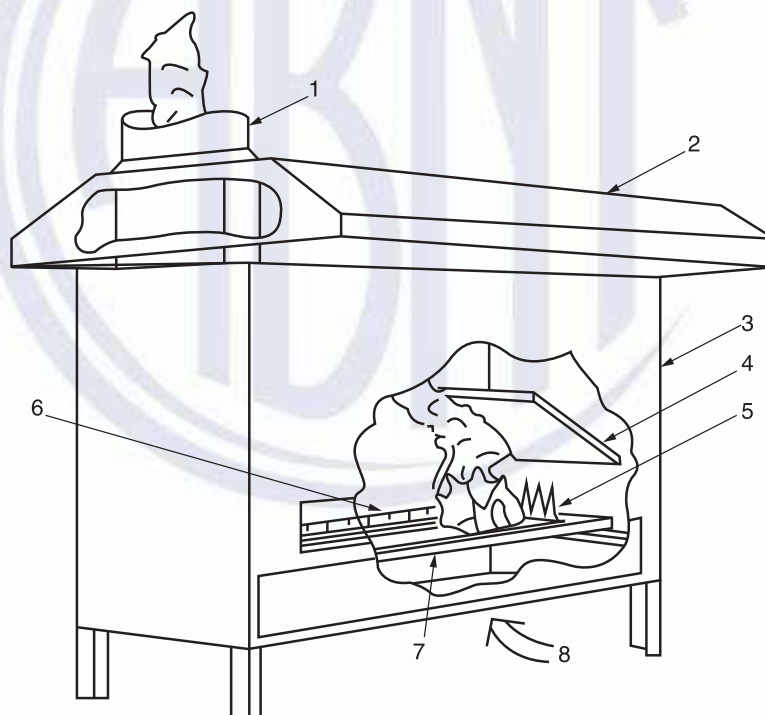
9 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio de ensaio deve incluir, no mínimo, as seguintes informações. Uma distinção clara deve ser feita entre os dados providos pelo cliente e os dados determinados pelo laboratório:

- a) referência de que o ensaio foi conduzido de acordo com a ABNT NBR 8660;
- b) qualquer mudança no método de ensaio;
- c) nome e endereço do laboratório que realiza o ensaio;
- d) data e número de identificação do relatório;
- e) nome e endereço do cliente;
- f) nome e endereço do fabricante/fornecedor, se conhecido;

- g) data de chegada da amostra;
- h) identificação do produto;
- i) descrição do procedimento de amostragem, quando relevante;
- j) uma descrição geral do produto ensaiado incluindo densidade, massa por unidade de área e espessura, junto com a forma de construção do corpo de prova;
- k) detalhes do condicionamento;
- l) data do ensaio;
- m) resultados do ensaio expressos de acordo com a seção 8;
- n) observações realizadas durante o ensaio;
- o) a sentença: “os resultados do ensaio relacionam-se somente ao comportamento de corpos de prova de um produto sob as condições do ensaio; eles não têm a intenção de ser o único critério para se classificar o perigo potencial de fogo do produto em uso”.

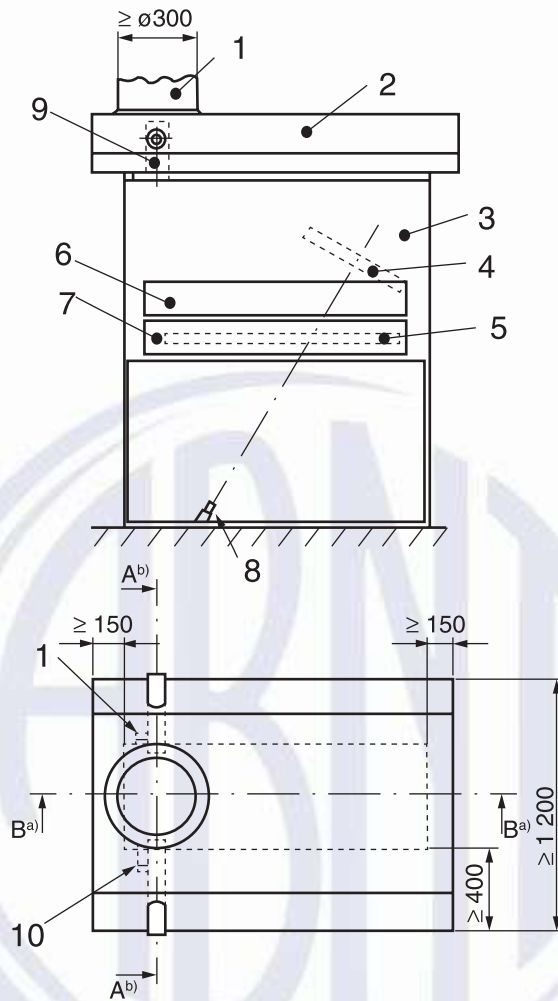
Dimensões em milímetros



Legenda

- 1 duto de exaustão
- 2 coifa de exaustão
- 3 câmara de ensaio
- 4 painel radiante a gás
- 5 chamas piloto do queimador de linha
- 6 escala
- 7 suporte do corpo de prova com corpo de prova com deslizante
- 8 entrada de ar em volta do corpo de prova na parte inferior da câmara

Figura 1 – Vista em perspectiva mostrando o conceito do ensaio

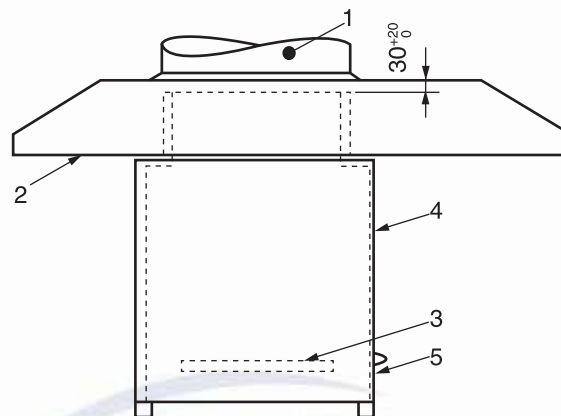


Legenda

- 1 duto de exaustão
- 2 coifa de exaustão
- 3 câmara de ensaio
- 4 painel radiante a gás
- 5 suporte do corpo de prova com corpo de prova
- 6 janela de observação
- 7 porta para inserção e retirada do corpo de prova
- 8 pirômetro
- 9 chaminé de exaustão
- 10 tubos para limpeza do suprimento de ar
- a) seção B-B, ver Figura 5
- b) seção A-A, ver Figura 4

Figura 2 – Lado (B-B) e vista plana do equipamento de ensaio

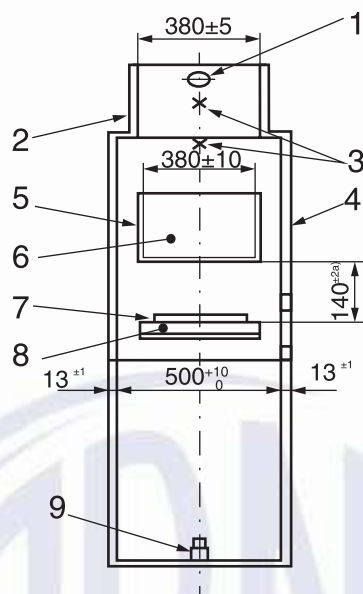
Dimensões em milímetros



Legenda

- 1 duto de exaustão
- 2 coifa de exaustão
- 3 suporte do corpo de prova com corpo de prova
- 4 câmara de ensaio
- 5 porta para inserção e remoção do corpo de prova

Figura 3 – Vista final (A-A) do equipamento de ensaio (ver Figura 2)



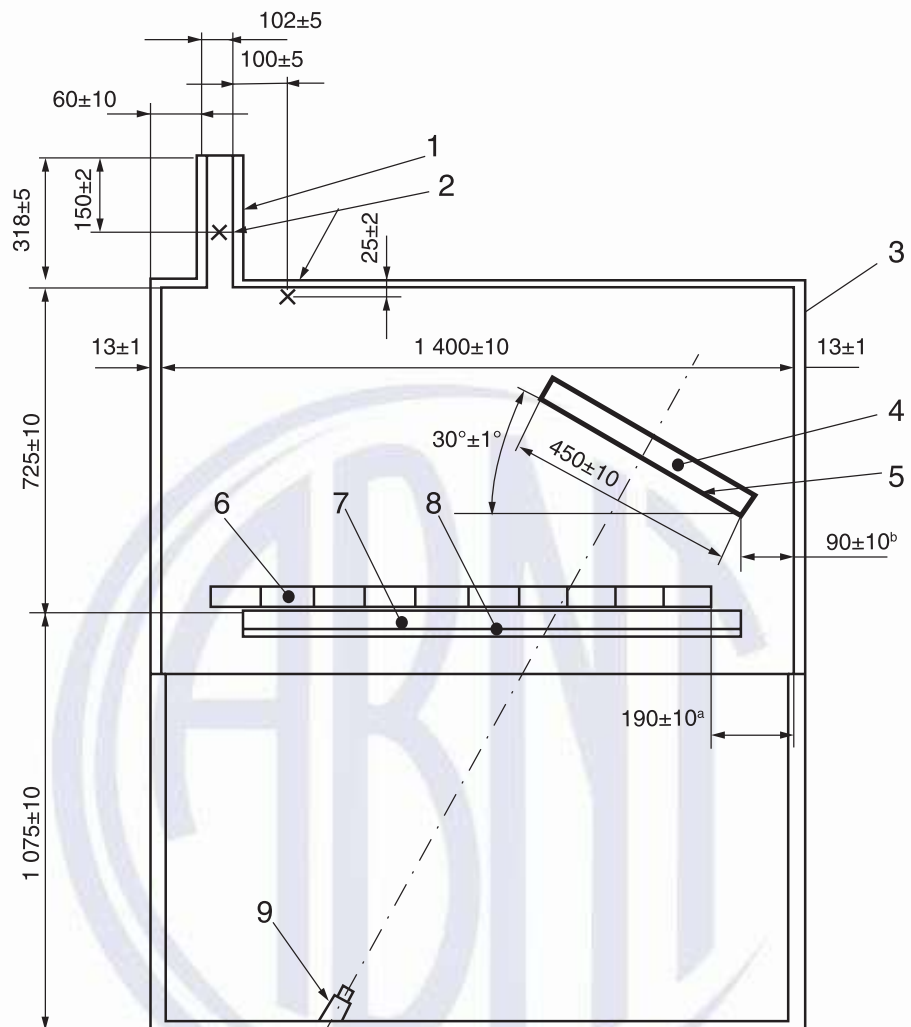
Legenda

- 1 posição do anemômetro
- 2 chaminé de exaustão
- 3 termopares
- 4 câmara de ensaio
- 5 painel radiante a gás
- 6 superfície radiante
- 7 queimador-piloto
- 8 suporte do corpo de prova com corpo de prova
- 9 pirômetro

^a Dimensão medida da superfície exposta do corpo de prova até a parte inferior do painel radiante

Figura 4 – Seção A-A do equipamento de ensaio

Dimensões em milímetros



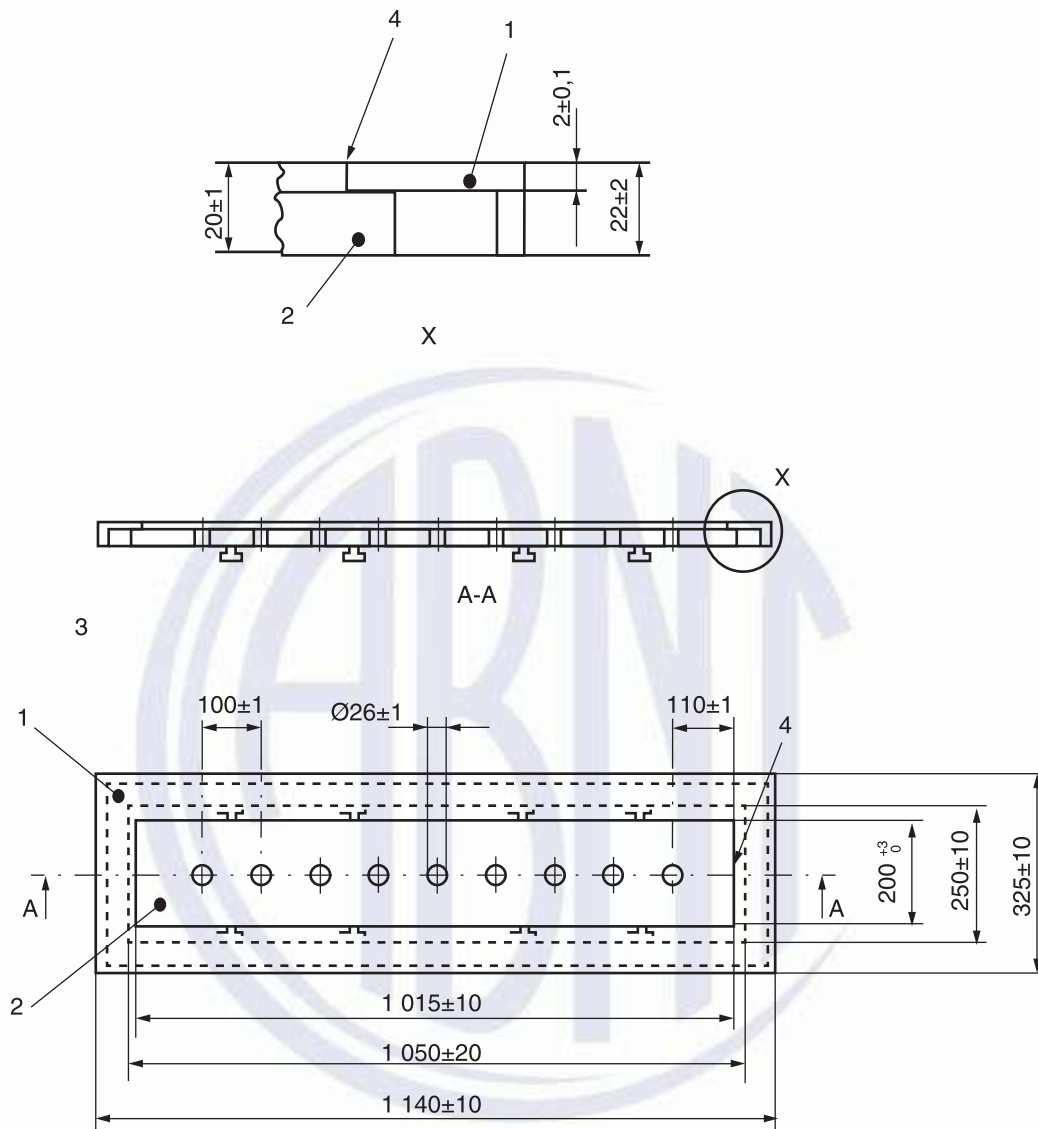
^a Dimensão medida do ponto zero (o canto inferior do suporte do corpo de prova) até a superfície interna da parede da câmara.

^b Dimensão medida do canto inferior do painel radiante até a superfície interna da parede da câmara.

Legenda

- 1 chaminé de exaustão
- 2 termopares
- 3 câmara de ensaio
- 4 painel radiante a gás
- 5 superfície radiante
- 6 escala
- 7 suporte do corpo de prova com corpo de prova
- 8 sistema de transporte do corpo de prova
- 9 pirômetro

Figura 5 – Seção B-B do equipamento de ensaio



Legenda

- 1 suporte do corpo de prova
- 2 placa de medição do fluxo de calor do equipamento
- 3 fixadores
- 4 ponto zero

Figura 6 – Suporte do corpo de prova com placa de medição do fluxo de calor do equipamento (fora de escala)

Dimensões em milímetros

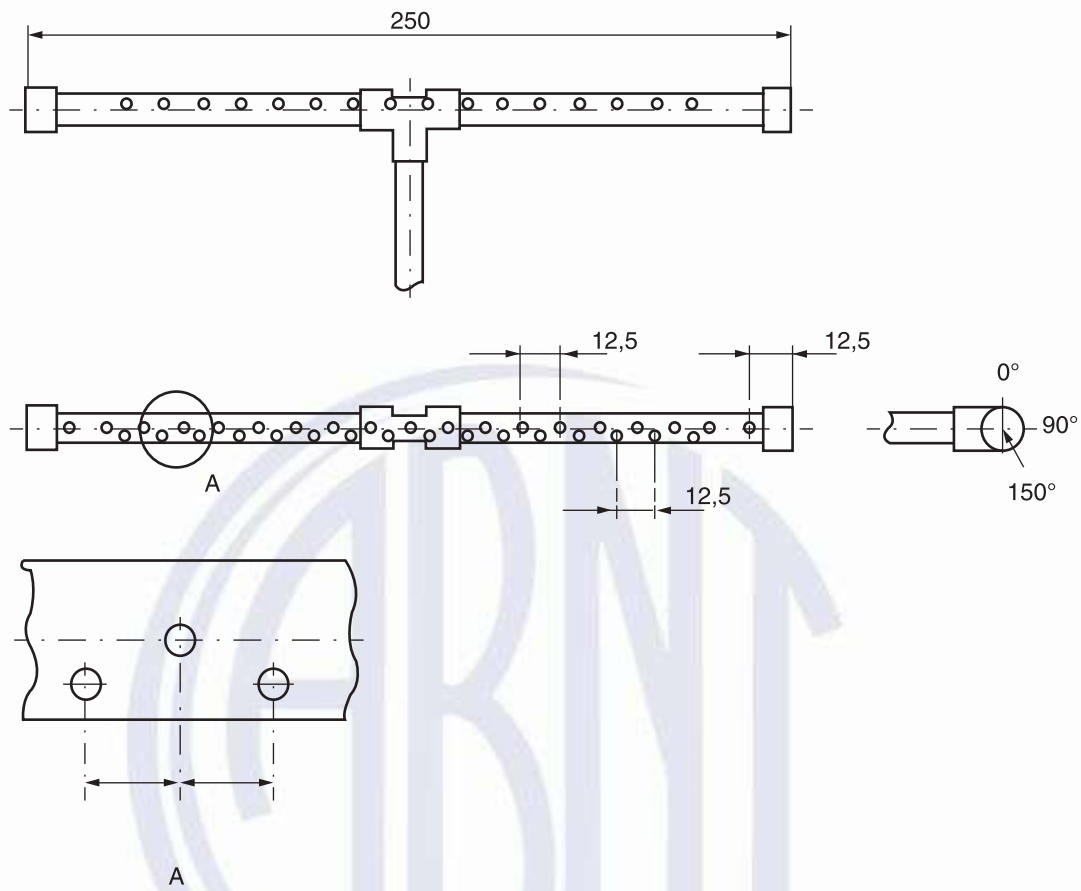
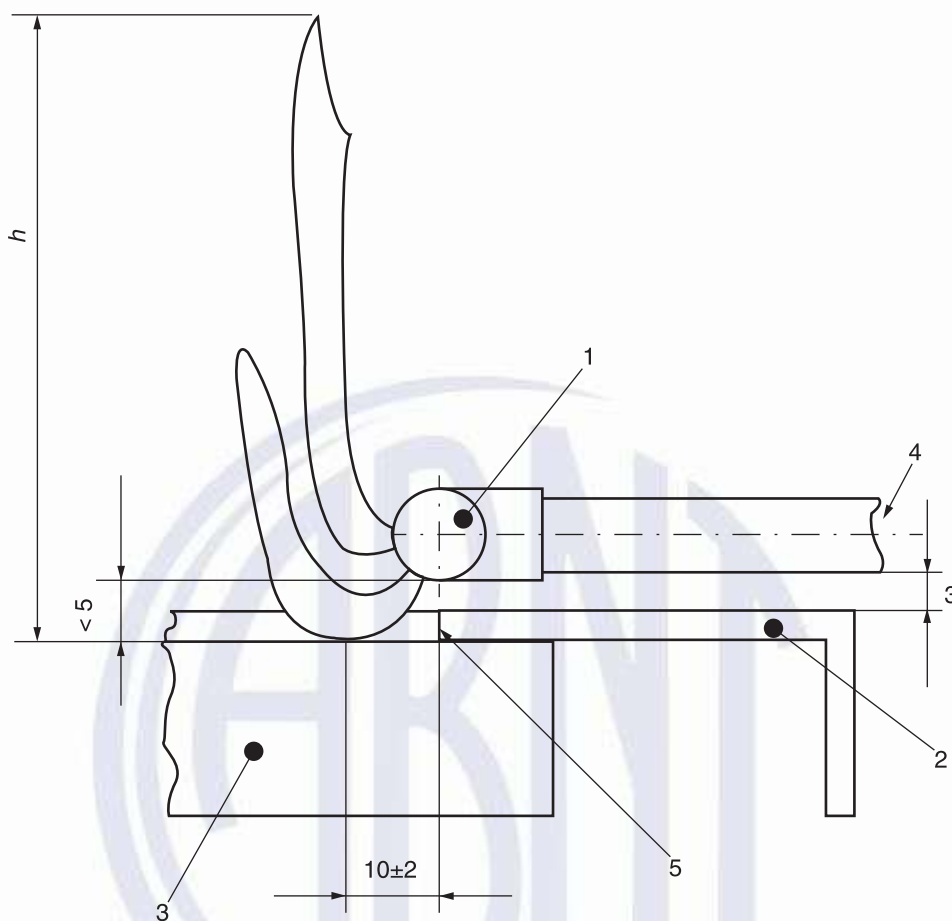


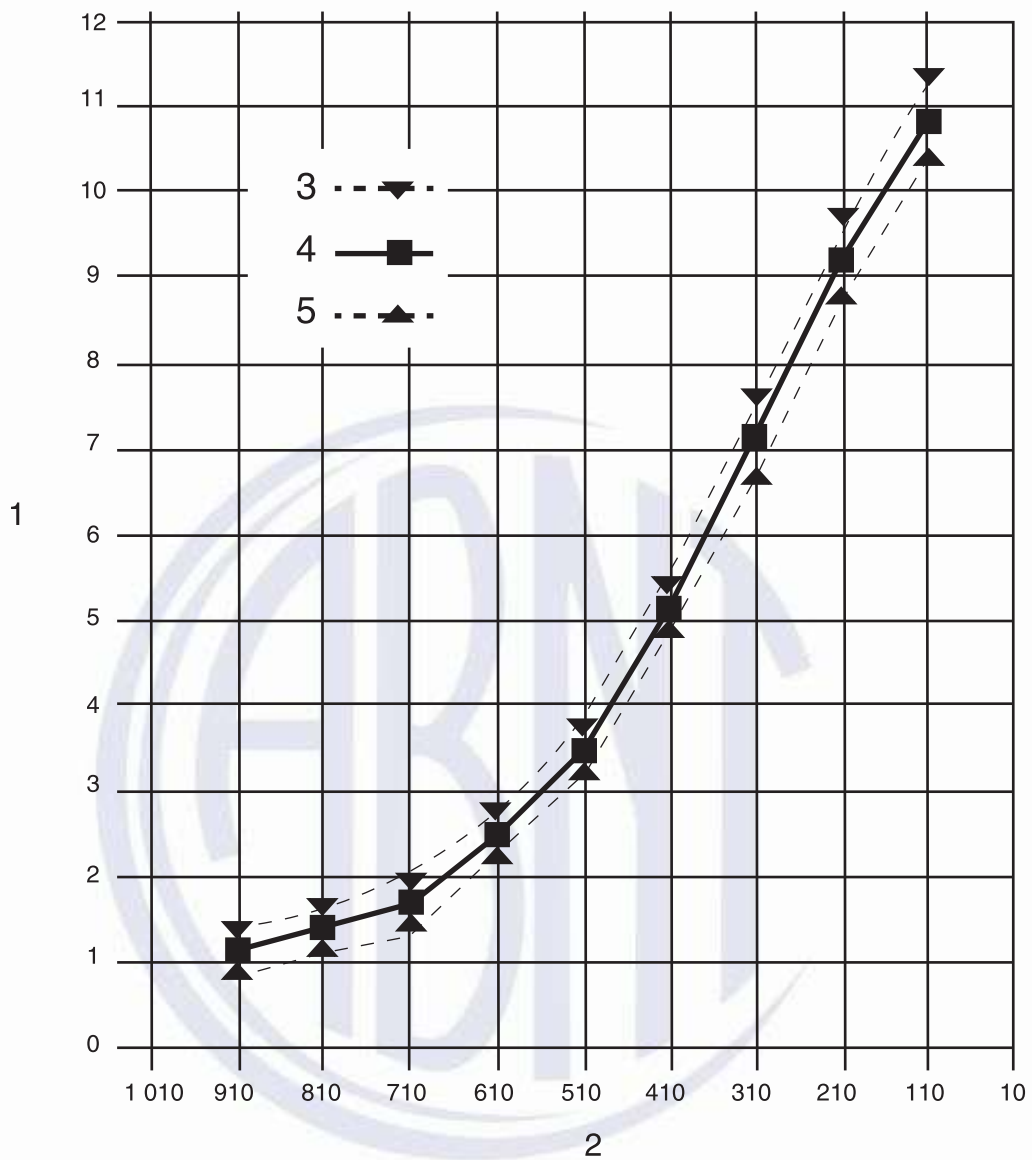
Figura 7 – Queimador-piloto



Legenda

- 1 Queimador-piloto
- 2 Suporte do corpo de prova
- 3 Corpo de prova
- 4 Propano
- 5 Ponto zero
- h altura das chamas do queimador-piloto, ver 4.5, nota 2

Figura 8 – Arranjo do queimador- piloto acima do corpo de prova durante o período de ignição



Legenda

- 1 fluxo de calor (kW/m²)
- 2 distância para zero (mm)
- 3 limite superior
- 4 valor nominal
- 5 limite inferior

Figura 9 – Curva do perfil de fluxo de calor

Anexo A (informativo)

Abastecimento de gás e ar

O gás e o ar da combustão devem alimentar o painel radiante com pressão adequada e reguladores de vazão, equipamentos de segurança e medidores de vazão.

Um sistema de abastecimento adequado inclui o seguinte:

- a) suprimento de gás natural, metano ou propano de pelo menos 0,1 L/s em uma pressão suficiente para superar as perdas por atrito através das linhas de abastecimento, reguladores, válvula de controle, medidores de vazão, painel radiante etc.;
 - b) abastecimento de ar de pelo menos 4,5 L/s com uma pressão suficiente para superar as perdas de cargas das linhas de suprimento, reguladores, válvula de controle, medidores de vazão, painel radiante etc.;
 - c) válvulas de isolamento separadas tanto para o abastecimento de ar quanto para o abastecimento de gás;
 - d) válvula sem retorno e regulador de pressão na linha de abastecimento de gás;
 - e) válvula eletricamente operada para fechar o abastecimento de gás no caso de falha na energia elétrica ou na pressão de ar;
- NOTA 1 A válvula somente pode fechar na falta de energia ou pressão de ar. Para fechar com a queda de temperatura a válvula tem que estar energizada.
- f) filtro de partículas e válvula de controle de vazão no suprimento de ar;
 - g) medidor de vazão para gás natural, metano ou propano, adequado para indicar vazão de 0,1 L/s a 1,0 L/s em temperatura ambiente e pressão com uma resolução de 1 % ou mais;
 - h) medidor de vazão para ar adequado para indicar vazão de 1 L/s a 10 L/s em temperatura ambiente e pressão com uma resolução de 1 % ou mais.

NOTA 2 Os medidores de vazão são usados para auxiliar no ajuste das vazões de ar e gás para um valor que permita uma temperatura adequada do painel. A sua calibração absoluta é desnecessária.