



Exigências de segurança contra incêndio aplicadas aos perfis pultrudados: Reação e Resistência ao Fogo

Antonio Fernando Berto

afberto@ipt.br

Reação ao Fogo dos Materiais

Comportamento dos materiais em situação de incêndio e contribuição que podem dar para seu desenvolvimento e para risco às pessoas

- Sofrendo e sustentando a ignição
- Desenvolvendo calor
- Propagando chamas
- Desprendendo partículas em chamas
- Desenvolvendo fumaça

Características de reação ao fogo dos materiais

Podem ser determinadas em laboratório mediante condições padronizadas de ensaio, onde são fixados alguns parâmetros:

- Temperatura do ambiente
- Radiação incidente sobre o material
- Existência ou não de chama-piloto
- Dimensões do material
- Condicionamento prévio do material

Métodos de Ensaio de Reação ao Fogo

- **Incombustibilidade**
- **Ignitabilidade**
- **Propagação superficial de chamas**
- **Resistência à chama**
- **Desenvolvimento de calor**
- **Desenvolvimento de fumaça**

Contribuição dos Materiais ao Desenvolvimento do Incêndio

Não estabelecer condições propícias para o surgimento do princípio de incêndio

Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos:

- **Incombustibilidade**
- **Ignitabilidade**
- **Resistência à chama**

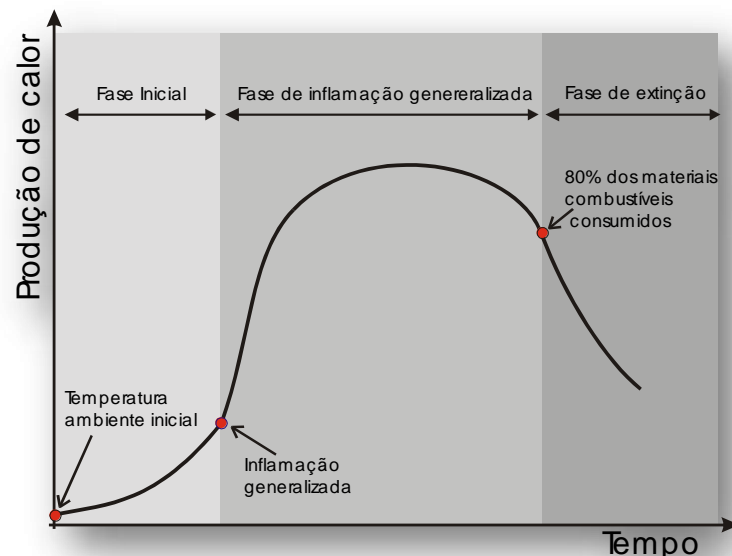


Contribuição dos Materiais ao Desenvolvimento do Incêndio

Não estabelecer condições propícias para a ocorrência da inflamação generalizada

Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos:

- Propagação superficial de chamas
- Desenvolvimento de calor



Contribuição dos Materiais ao Desenvolvimento do Incêndio

FTP CODE - Materiais de revestimento devem ter baixa propagação de chamas e poder calorífico limitado (*poder calorífico inferior a 45 MJ/m² de superfície onde está aplicado*)



Contribuição dos Materiais ao Desenvolvimento do Incêndio

Não estabelecer condições propícias à propagação do incêndio

Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos:

- **Propagação superficial de chamas**
- **Desenvolvimento de calor**



Contribuição dos Materiais ao Desenvolvimento do Incêndio

ABNT NBR 15708 - Parte 1
Indústrias do petróleo e gás
natural - Perfis pultrudados
Parte 1: Materiais, métodos
de ensaio e tolerâncias
dimensionais

Ensaio de Propagação Superficial de Chama

ISO 5658 – Part 2 – Reaction to fire tests - Spread of flame

Contribuição dos Materiais ao Desenvolvimento do Incêndio



Ensaio de Propagação Superficial de Chama

ISO 5658 – Part 2 –
Reaction to fire tests –
Spread of flame

Dimensões dos
corpos de prova:
800 mm x 155 mm

Os resultados serão considerados satisfatórios nas seguintes condições:

- CFE (fluxo crítico na extinção) $\geq 20 \text{ kW/m}^2$
- Qsb (calor para sustentação de queima) $\geq 1,5 \text{ MJ/m}^2$
- Qt (calor total desenvolvido) $\leq 0,7 \text{ MJ}$
- qp (pico de desenvolvimento de calor) $\leq 4,0 \text{ kW}$

Contribuição dos Materiais ao Desenvolvimento do Incêndio



Ensaio de Propagação Superficial de Chama
ISO 5658 – Part 2 – Reaction to fire tests - Spread of flame

Contribuição dos Materiais ao Desenvolvimento do Incêndio e ao Risco às Pessoas

Fumaça gerada na combustão ou pirólise dos materiais não deve limitar o combate ao foco do incêndio e impossibilitar a fuga das pessoas

Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos:

Desenvolvimento de fumaça na pirólise ou combustão

- Obstrução da passagem da luz
- Toxicidade

Contribuição dos Materiais ao Desenvolvimento do Incêndio e ao Risco às Pessoas



**ABNT NBR 15708 -
Indústrias do petróleo e
gás natural –
Perfis pultrudados
Parte 1: Materiais,
métodos de ensaio e
tolerâncias dimensionais**

**Densidade ótica de fumaça e toxicidade
ISO 5659 – Part 2 – Plastics – Smoke generation**

Contribuição dos Materiais ao Desenvolvimento do Incêndio e ao Risco às Pessoas



Densidade ótica
de fumaça e
toxicidade
ISO 5659 – Part 2
Plastics – Smoke
generation

Dimensões dos
corpos de prova:
75 mm x 75 mm

Os resultados serão considerados satisfatórios nas seguintes condições:

- ambientes cobertos (marítimos ou terrestres) D_m não deve exceder 200
- ambientes não cobertos (marítimos) D_m não deve exceder 400
- ambientes terrestres não cobertos: não aplicável

Contribuição dos Materiais ao Desenvolvimento do Incêndio e ao Risco às Pessoas



Tipo de Gás	Concentrações (ppm)
HCl	600
HBr	600
HCN	140
CO	1450
HF	600
NO _x	350
SO ₂	120

Densidade ótica de fumaça e toxicidade
ISO 5659 – Part 2 – Plastics – Smoke generation

Resistência ao Fogo de Elementos Construtivos

Capacidade dos elementos construtivos de suportar a ação do incêndio (plenamente desenvolvido) e continuar a desempenhar as funções para as quais foi projetado

- Preservar a estabilidade estrutural
- Conter a progressão do incêndio (compartimentação)
- Preservar a integridade dos elementos construtivos para permitir acessos e abandono

Resistência ao Fogo de Elementos Construtivos

A resistência ao fogo pode ser determinada em laboratório mediante condições padronizadas de ensaio

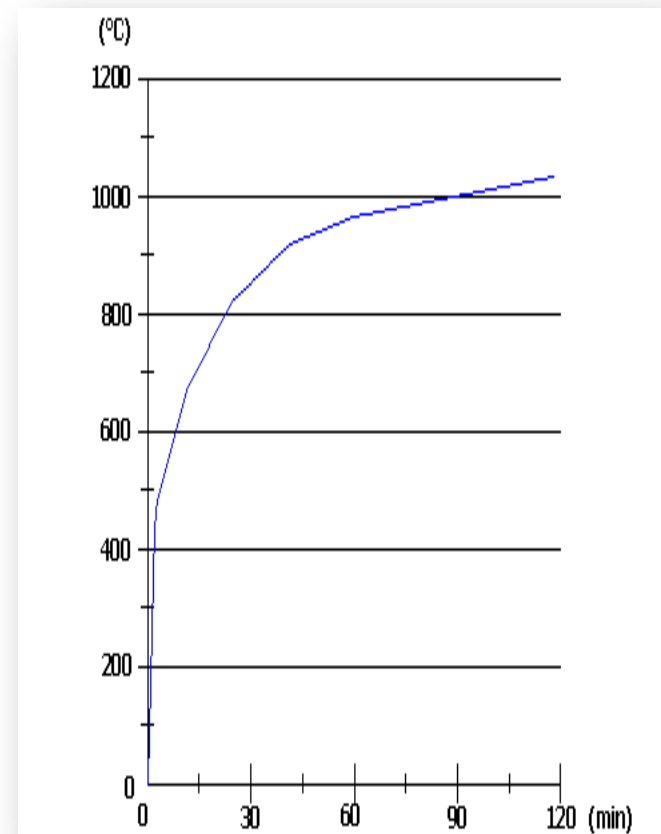
$$T = 20 + 345 \cdot \log(8t + 1)$$

T - temperatura de exposição no instante t, expressa em ° C

t - tempo expresso em minutos

Curva Padronizada de Elevação de Temperatura

ISO 834-1 - Fire-resistance tests - Elements of building construction - Part 1: General requirements



Resistência ao Fogo de Elementos Construtivos



Fornos de ensaio de resistência ao fogo

Resistência ao Fogo de Grade de Piso



ABNT NBR 15708 -
Indústrias do petróleo e
gás natural –
Perfis pultrudados
Parte 3: Grade de piso

Os corpos-de-prova devem ter largura na faixa de 300 mm a 350 mm e comprimento correspondente ao vão máximo que a grade se destina a vencer em serviço, acrescido de 200 mm.

Resistência ao Fogo de Grade de Piso

As grades de piso devem preservar a integridade:

Nível 3 – Ensaios de resistência ao fogo comparativos com grade de aço e ensaio de resistência ao fogo por 60 minutos, com carga concentrada

Nível 2 – Ensaios para Nível 3 adicionando-se aplicação de carga distribuída

Nível 1 – Ensaios para Níveis 2 e 3 adicionando-se ensaios de impacto e novamente de carga distribuída



Resistência ao Fogo de Grade de Piso



Resistência ao Fogo de Grade de Piso

Requisitos	Local	Serviço	Nível de integridade na ocorrência de incêndio
1	Espaços de máquinas	Passadiços ou áreas que podem ser usadas para fuga ou acesso para combate a incêndio, operações de emergência ou resgate.	1 (ver Nota 1)
		Passadiços de pessoal, passarelas, escadas, plataformas ou áreas de acesso diferente das descritas acima.	3
2	Salas de bombas de carga	Todos os passadiços de pessoal, passarelas, escadas, plataformas ou áreas de acesso.	1
3	Porões de carga	Passadiços ou áreas que podem ser usadas para fuga ou acesso para combate a incêndio, operações de emergência ou resgate.	1
		Passadiços de pessoal, passarelas, escadas, plataformas ou áreas de acesso diferente das descritas acima.	Não aplicável (ver Nota 5)
4	Tanques de carga	Todos os passadiços de pessoal, passarelas, escadas, plataformas ou áreas de acesso.	Não aplicável (ver Notas 2 e 5)
5	Tanques de óleo combustível	Todos os passadiços de pessoal, passarelas, escadas, plataformas ou áreas de acesso.	Não aplicável (ver Notas 2 e 5)
6	Tanque de água de lastro	Todos os passadiços de pessoal, passarelas, escadas, plataformas ou áreas de acesso.	Não aplicável (ver Notas 3 e 5)
7	Compartimentos estanques, espaços vazios, fundos duplos, túneis tubulares etc.	Todos os passadiços de pessoal, passarelas, escadas, plataformas ou áreas de acesso.	Não aplicável (ver Notas 3 e 5)
8	Espaços de acomodações, serviços e controle	Todos os passadiços de pessoal, passarelas, escadas, plataformas ou áreas de acesso.	1

1) Se o espaço de máquinas não contiver máquinas de combustão interna, outras unidades de queima de óleo, aquecimento de óleo ou bombeamento de óleo, estações de abastecimento de óleo combustível ou quaisquer outras fontes de incêndio em potencial envolvendo hidrocarbonetos e não possuir mais de 2,5 kg/m² de armazenamento de combustível, podem ser usadas grades de integridade Nível 3 ao invés de Nível 1.

2) Caso seja previsto o acesso a esses espaços durante um incêndio, devem ser exigidas grades de integridade Nível 1.

3) Caso seja previsto o acesso a esses espaços durante um incêndio, devem ser exigidas grades de integridade Nível 3.

4) Para vasos com sistemas de combate a incêndio com espuma localizados no convés, é exigido grades de integridade Nível 1 para rotas de acesso e áreas operacionais com sistema de espuma.

5) Para estas aplicações é necessária a realização dos demais ensaios previstos nesta Norma.

Resistência ao Fogo de Escadas Tipo Marinheiro

**ABNT NBR 15708 - Indústrias do petróleo e gás natural
Perfis pultrudados - Parte 6: Escada tipo marinheiro**

O ensaio de resistência ao fogo aplica-se a escadas inseridas nas rotas de fuga:

Um corpo de prova padrão deve ser submetido às condições da ISO 834-1 por 60 minutos e a seguir deve suportar cargas estáticas vertical (1500 N) e horizontal (1000 N)

Resistência ao Fogo de Perfis Estruturais

ABNT NBR 15708 - Indústrias do petróleo e gás natural Perfis pultrudados - Parte 6: Perfis estruturais

O ensaio de resistência ao fogo aplica-se a elementos estruturais que devem preservar a estabilidade da construção sob a ação do incêndio

Corpos de prova representativos da estrutura devem ser submetido às condições da ISO 834-1 sujeitos a esforços equivalentes aos atuantes na estrutura

O tempo de ensaio é definido em função das condições de risco a que a estrutura está sujeita