

## | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, vários incêndios de grandes proporções, que resultaram em elevadas perdas de vidas humanas e materiais, colocaram a necessidade de definir um conjunto de regras e práticas relativas à segurança de pessoas e bens nos edifícios.

Verifica-se hoje, uma tomada de consciência generalizada, quer por parte dos projectistas, donos de obra e até utilizadores, para a necessidade de aumentar os níveis de segurança de pessoas e bens no que diz respeito à prevenção de acidentes, nomeadamente incêndios. Temos assistido a inegáveis progressos, não só através da utilização de melhores sistemas de vigilância e segurança, como também, através da construção de melhores infra-estruturas, com produtos mais adequados.

Dentro deste espírito, procura-se assegurar que os equipamentos colocados nos edifícios reduzam, tanto quanto possível, o risco de incêndio e não contribuam para alimentar o mesmo, uma vez iniciado. Os cabos assumem grande importância no conjunto de todo o equipamento, pois estão presentes em todos os imóveis, e sobretudo em edifícios modernos, a cablagem, além de elevada, percorre e interliga todas as áreas, quer ao nível vertical, quer ao nível horizontal, através das colunas montantes, tectos falsos, pisos técnicos, armários, etc...

A nova geração de cabos, criada para proporcionar um maior nível de segurança numa situação de incêndio, além de cumprir com os requisitos e funções dos cabos convencionais, distingue-se daqueles pelo seu comportamento ao fogo, em três vertentes:

- Gases e fumos libertados durante a sua combustão
- Propagação do fogo
- Resistência ao fogo

O objectivo deste documento é informar das propriedades e condições limite dos cabos eléctricos de energia ignífugos ou de alta segurança, por forma a maximizar as suas propriedades e proporcionar uma adequada utilização.

## | REQUISITOS PARA A SEGURANÇA

### Requisitos fundamentais

A segurança de um cabo traduz-se no facto de não apresentar risco de perigo para a vida ou bens, enquanto utilizado adequadamente.

Salvo especificações em contrário, estes cabos só devem ser utilizados com o objectivo de transmissão e distribuição de electricidade.

Os métodos de ensaio, parâmetros de ensaio e requisitos aqui indicados, são estabelecidos com base em normas europeias e internacionais e têm como finalidade a verificação da planificação no que diz respeito à segurança e garantia de qualidade.

### Requisitos gerais

Todos os cabos aqui representados são de tensão estipulada 0,6/1kV, para utilização em instalações fixas, em tubos, caleiras, condutas, de natureza ignífuga, sobre tectos falsos ou sob pisos técnicos, de preferência não misturados com os cabos convencionais. Todos os cabos devem ser seleccionados de forma a que sejam compatíveis com as tensões e correntes possíveis de ocorrer em todas as condições que são, ou deveriam ser, previstas no equipamento ou instalações eléctricas.

Os cabos devem ser instalados, protegidos, utilizados e preservados de forma a responderem aos requisitos funcionais e de segurança estabelecidos.



fig. Metropolitano de Lisboa

## | COMPORTAMENTO AO FOGO DOS CABOS IGNÍFUGOS OU DE ALTA SEGURANÇA

### 1. GASES E FUMOS LIBERTADOS DURANTE A SUA COMBUSTÃO

#### 1.1. Baixa opacidade dos fumos libertados – *low smoke* – (Is)

São cabos que, em situações de incêndio e em contacto directo com o fogo, libertam fumos de baixa opacidade e que, por não retirarem visibilidade, permitem realizar as saídas de emergência, operações de busca e salvamento, além de facilitarem os trabalhos de extinção do próprio incêndio.

Nos cabos convencionais, é normal obter taxas de opacidade dos fumos superiores a 85%, de acordo com as normas de referência. Classifica-se um cabo como sendo "(Is)" se, após a realização do ensaio, a transmitância luminosa mínima obtida for igual ou superior a 60%, ou seja, taxa de opacidade dos fumos libertados não superior a 40%.

São normas de referência para verificar esta característica: CEI 61034-2 e EN 50268-2.

#### 1.2. Baixa toxicidade dos gases libertados – *low toxicity* – (It)

São cabos que, em situações de incêndio e em contacto directo com o fogo, libertam gases considerados de baixa toxicidade, que não contêm halogéneos. Os teores médios de monóxido e dióxido de carbono, altamente tóxicos, e de ácido clorídrico presentes nos gases libertados pelos cabos convencionais são de 30%, de acordo com a norma EN 50267-2-1. Classifica-se um cabo como sendo "(It)", quando, de acordo com a mesma norma, o teor de gases tóxicos presente nos fumos libertados, não ultrapassa 0,5% .

#### 1.3. Baixa corrosividade e condutividade dos gases libertados – *low acid* – (Ia)

São cabos que, em situações de incêndio e em contacto directo com o fogo, libertam gases considerados não corrosivos e de baixa condutividade. Os gases e fumos libertados pelos cabos convencionais são prejudiciais aos equipamentos podendo danificá-los, mesmo quando estes não são atingidos directamente pelo fogo.

Os gases sendo corrosivos atacam quimicamente os metais, e ao infiltrarem-se, sobretudo nos equipamentos electrónicos, ocasionam camadas finas de depósitos condutores, por exemplo, sobre placas de circuito impresso, que os danificam.

De acordo com as normas de referência, a acidez dos fumos libertados nos cabos classificados como "(Ia)", traduz-se por um  $\text{pH} \geq 4,3$ , enquanto que nos cabos convencionais e em termos médios a acidez dos gases libertados traduz-se por um  $\text{pH} \leq 2$  . Ainda de acordo com a mesma norma, a condutividade máxima dos gases nos cabos classificados como "(Ia)", é de  $10\mu\text{S}/\text{mm}$ , enquanto que a de um cabo convencional é superior a  $100\mu\text{S}/\text{mm}$ .

São normas de referência para verificar esta característica: EN 50267-2-3, CEI 60754-2.

#### 1.4. Isentos de halogéneos – *zero halogen* – (zh)

Estão classificados como cabos "(zh)" todos os cabos que em situação de incêndio, e em contacto directo com o fogo, libertam fumos pouco opacos "(Is)", gases de baixa toxicidade "(It)" e não corrosivos "(Ia)".

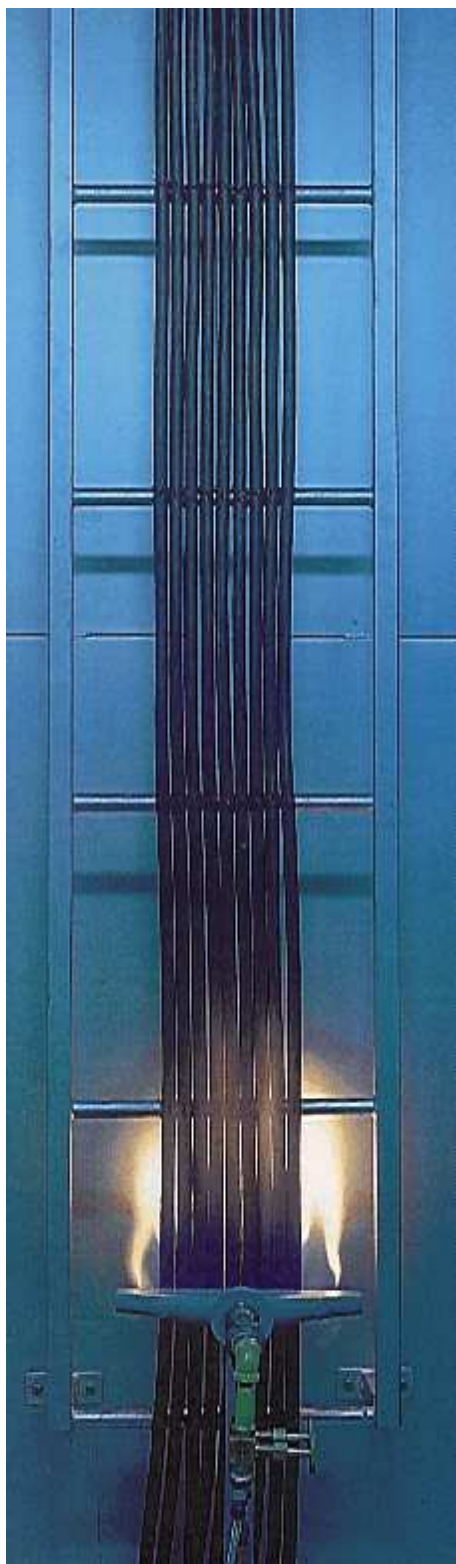


fig. Ensaio de não propagação do fogo segundo a CEI 60332, parte 3.

## 2. PROPAGAÇÃO DO FOGO

### 2.1 Retardante à Chama

São cabos que, quando isolados e em contacto directo com uma chama, limitam a possibilidade de actuarem como elementos de propagação, extinguindo-se a chama após eliminado o foco de incêndio.

Esta característica é comum a praticamente todos os cabos convencionais.

São normas de referência: EN 50265-2-1 e CEI 60332-1.

### 2.2 Retardante ao Fogo

São cabos que, em situações de incêndio e em contacto directo com o fogo, limitam a possibilidade de actuarem como elemento de propagação, quando colocados na vertical e em feixe, situação mais exigente e mais próxima do real, como é o caso das colunas montantes e das "corettes" técnicas de passagem de cabos entre pisos.

São normas de referência: EN 50266 e CEI 60332-3.

## 3. RESISTÊNCIA AO FOGO

São cabos que, em situações de incêndio e em contacto directo com o fogo, se mantêm em serviço para alimentar sistemas eléctricos considerados prioritários, durante mais de 90 minutos.

São normas de referência: CEI 60331-11 e CEI 60331-21.

## | SELECÇÃO DE CABOS

Tal como nos cabos convencionais, a escolha do tipo de cabo a utilizar numa determinada instalação, deve ser feita no total cumprimento das normas, directivas e regulamentos de segurança vigentes.

Além do total cumprimento com a Directiva de Baixa Tensão (LVD), existe um conjunto de normas europeias e internacionais de requisitos e ensaios que nos ajudam a enquadrar o tipo de cabo, consoante o comportamento pretendido.

## Seleção de cabos - Quadro resumo

Comportamento		Baixa opacidade	Baixa toxicidade	Baixa corrosividade	Retardante à Chama	Retardante ao Fogo	Resistente ao Fogo
Simbologia (NP 665)		(ls)	(lt) (zh)	(la)	-	(frt)	(frs)
Normas	<b>CEI</b>	CEI 61034 Parte 1/2	CEI 60754 Parte 1	CEI 60754 Parte 2	CEI 60332 Parte 1	CEI 60332 Parte 3	CEI 60331 Parte 11/21
	<b>EN</b>	EN 50268 Parte 1/2	EN 50267 Parte 2	EN 50267 Parte 2-3	EN 50265 Parte 2-1	EN 50266 Parte 1	-
Tipo de Cabos	<b>VV</b>	-	-	-	✓	-	-
	<b>XV</b>	-	-	-	✓	-	-
	<b>XZ1 (zh)</b>	✓	✓	✓	✓	✓	-
	<b>XZ1 (frs)</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Nota: XZ1 = anterior designação XG



## | NORMALIZAÇÃO

Já vimos que as normas técnicas são essenciais para que se possa seleccionar de forma adequada o cabo que pretendemos. Vamos agora conhecer com mais detalhe o teor dessas normas.

### **MEDIÇÃO DA DENSIDADE DOS FUMOS LIBERTADOS PELOS CABOS EM CONDIÇÕES DE FOGO**

**EN 50268-1 e CEI 61034-1** (aparelhagem de ensaio)

**EN 50268-2 e CEI 61034-2** (procedimento de ensaio e prescrições)

Estas normas EN são equivalentes às CEI, em aparelhagem, método de ensaio e requisitos.

#### **Aparelhagem de ensaio**

- Câmara de ensaio de 27m<sup>3</sup>, com (3x3x3)m
- Uma fonte de luz de 100W
- Uma célula fotovoltaica
- Registador de transmitância/opacidade da célula
- Um queimador (recipiente metálico para colocar mistura inflamável à base de álcool)
- Estrutura de suporte de cabos
- Um ventilador

#### **Amostras**

Em função do seu diâmetro é preparado um determinado conjunto de amostras de cabo com 1m de comprimento, destinados ao ensaio.

#### **Procedimento de ensaio**

A câmara de ensaio é um cubo fechado com 3x3x3m, em que um dos lados possui uma fonte de luz, no lado oposto da câmara está instalado um sensor fotométrico, constituído por uma célula fotovoltaica e um registador de transmitância e, entre estas duas paredes da câmara encontra-se a amostra a inflamar que irá supostamente libertar fumo. A câmara possui uma porta de acesso equipada com uma pequena janela de vidro para observação do curso do ensaio. É ligada a fonte de luz, a célula fotovoltaica e o registador de transmitância/opacidade, procedendo-se à calibração dos níveis de transmitância. Após estabilização do sistema óptico, é ligado o ventilador destinado a uniformizar a distribuição do fumo existente na câmara durante o ensaio. Depois, colocam-se as amostras na estrutura de suporte, e por baixo, a uma distância especificada, é colocado o recipiente com a mistura inflamável constituída por 90% de etanol, 4% de metanol e 6% de água destilada.

Provoca-se a inflamação da mistura, fecha-se a porta e inicia-se a contagem de 40 minutos.

#### **Avaliação de resultados**

Considera-se que o cabo em questão passou o ensaio, se, após análise de todo o seu registo, não se verificar um nível de transmitância inferior a 60%.



**DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE GÁS ÁCIDO HALOGENADO LIBERTADO DURANTE A COMBUSTÃO****EN 50267-1** (aparelhagem de ensaio)**EN 50267-2-1** (procedimento de ensaio e prescrições)**CEI 60754-1** (aparelhagem de ensaio, procedimento e prescrições)**Aparelhagem de ensaio**

- Forno tubular de 550mm±50mm de comprimento e Ø50mm±10mm de diâmetro
- Dispositivo de medição de caudal de gás
- Duas garrafas de filtragem, uma delas equipada com agitador magnético, as duas contendo uma solução de hidróxido de sódio (NaHO) a 0,1M
- Uma garrafa de ar comprimido

**Amostras**

1 g de material proveniente do cabo (isolação, bainha, etc.)

**Procedimento de ensaio**

É ligado o forno a 800°C. Após estabilização é introduzido no forno um tubo de quartzo contendo a amostra a ensaiar. Inicia-se a contagem. O ensaio tem 20 minutos de duração. Os gases que se libertam durante o ensaio, são absorvidos por uma solução de NaHO (hidróxido de sódio) a 0,1M. A quantidade de gás ácido halogenado é determinada pela acidificação da solução com o HNO<sub>3</sub> (ácido nítrico) adicionando um volume conhecido de AgNO<sub>3</sub> (nitrato de prata) a 0,1M, titulando-se o excedente com uma solução de NH<sub>4</sub>SCN (tiocianato de amónio) 0,1M utilizando como indicador uma solução de sulfato de ferro e amónio. O ensaio deverá ser repetido e deverá ser feito um ensaio em branco, isto é, sem qualquer amostra.

**Avaliação de resultados**

Após arrefecimento da aparelhagem de ensaio até à temperatura ambiente, são medidos 200ml da solução que se encontra dentro da primeira garrafa de retenção do gás libertado e, utilizando uma pipeta, são adicionados 4ml de HNO<sub>3</sub> (ácido nítrico) concentrado, 20ml de AgNO<sub>3</sub> (nitrato de prata) 0,1M e 3ml de C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub> (nitrobenzeno). A solução deverá ser bem misturada por forma a se obter uma precipitação completa do cloreto de prata. De seguida, adiciona-se 1ml de uma solução aquosa de sulfato de ferro e amónio a 40% (indicador) e umas gotas de HNO<sub>3</sub> (ácido nítrico) 6M, mistura-se tudo até se obter uma solução homogénea. Depois a solução é titulada com uma solução de NH<sub>4</sub>SCN (tiocianato de amónio) 0,1M e misturada utilizando um agitador magnético.

A quantidade de ácido halogenado, expressa em miligramas de HCl (ácido clorídrico) por grama de amostra ensaiada é:

$$\text{HCl}(\%) = (36,5 \times (B - A) \times M \times (1000/200)) / m$$

Onde:

A – volume da solução 0,1M de NH<sub>4</sub>SCN utilizada na dosagem

B – volume da solução 0,1M de NH<sub>4</sub>SCN utilizada na dosagem do ensaio em branco

m – massa da amostra utilizada no ensaio

M – molaridade da solução de NH<sub>4</sub>SCN

**DETERMINAÇÃO DO GRAU DE ACIDEZ DOS GASES LIBERTADOS DURANTE A COMBUSTÃO POR MEDIÇÃO DO PH E DA CONDUTIVIDADE**

**EN 50267-1** (aparelhagem de ensaio)

**EN 50267-2-2** (procedimento de ensaio e prescrições)

**CEI 60754-2** (aparelhagem de ensaio, procedimento e prescrições)

**Aparelhagem de ensaio**

- Forno tubular de 170mm
- Dispositivo de medição de caudal de gás
- Dois dispositivos de retenção de gás
- Uma garrafa de ar comprimido
- Medidor de pH
- Aparelho de medição de condutividade

**Amostras**

1 g de material proveniente do cabo (isolação, bainha, etc.)

**Procedimento de ensaio**

É ligado o forno a 750°C. Após estabilização é introduzido no forno um tubo de quartzo contendo a amostra a ensaiar. Inicia-se a contagem. O ensaio tem uma duração total de 25 minutos. Durante os primeiros 5 minutos, de combustão da amostra, são medidos os valores do pH e da condutividade dos gases libertados. Este procedimento é repetido de 5 em 5 minutos até perfazer um total de 25 minutos, duração total do ensaio.

**Avaliação de resultados**

Considera-se o resultado do ensaio como positivo, se os valores obtidos, resultantes da medição do pH não forem inferiores a 4,3 e se a condutividade medida não for superior a 10µs/mm.

**DETERMINAÇÃO DO GRAU DE PROPAGAÇÃO VERTICAL DA CHAMA SOBRE UM CONDUTOR OU CABO ISOLADO**

**EN 50265-1 e CEI 60332-1-1** (aparelhagem de ensaio)

**EN 50265-2-1 e CEI 60332-1-2** (procedimento de ensaio e prescrições)

**Aparelhagem de ensaio**

- Blindagem metálica com  $(1200\text{mm}\pm 25)\text{mm}$  de altura,  $(300\pm 25)\text{mm}$  de largura e  $(450\pm 25)\text{mm}$  de profundidade, com a face da frente, a base e o topo abertos
- Fonte ignífera
- Recinto fechado, equipado com sistema de exaustão de fumos e isento de correntes de ar que possam afectar o desenrolar do ensaio
- Gás propano e oxigénio

**Amostras**

Um condutor ou cabo isolado com  $(600\pm 25)\text{mm}$  de comprimento

**Procedimento de ensaio**

Após posicionar e fixar com dois suportes metálicos a amostra na vertical dentro da blindagem metálica, a fonte ignífera é calibrada e fixada ficando a extremidade do cone azul da chama (cone interior) a uma distância de  $475\text{mm}\pm 5\text{mm}$  do bordo inferior do suporte superior, e com uma inclinação de  $45^\circ\pm 2^\circ$ . A duração do ensaio é função do diâmetro do condutor ou cabo isolado a ensaiar, podendo durar entre 1 e 8 minutos.

**Avaliação de resultados**

Considera-se o resultado do ensaio como positivo, se após a sua realização, e após a extinção de qualquer chama que possa ter existido, a distância medida entre o bordo inferior do suporte superior e o bordo superior da área queimada for maior que 50mm.



**DETERMINAÇÃO DO GRAU DE PROPAGAÇÃO VERTICAL DO FOGO SOBRE UM CONJUNTO DE CONDUTORES OU CABOS ISOLADOS**

**EN 50266-1 e CEI 60332-3-10** (aparelhagem de ensaio)

**EN 50266-2-1/2/3/4/5 e CEI 60332-3-21/22/23/24/25** (procedimento de ensaio e prescrições)

**Aparelhagem de ensaio**

- Escada/esteira metálica
- Fonte ignífera (queimador de 340mm de largura)
- Câmara de ensaio, equipada com sistema de exaustão de fumos
- Gás propano e oxigénio
- Caudalímetros

**Amostras**

Um conjunto de condutores ou cabos isolados, com 3 metros de comprimento, sendo o seu nº função da classificação pretendida.

**Procedimento de ensaio**

Após posicionar e fixar as amostras de cabo em feixe na escada metálica da câmara de ensaio, a fonte ignífera (queimador) é calibrada para o caudal de ar/propano pretendido. Seguidamente, coloca-se o queimador dentro da câmara de ensaio na posição pré-definida pela norma, fecha-se a porta da câmara e dá-se início à contagem. A duração do ensaio poderá ser de 20 minutos ou 40 minutos, dependendo das diferentes classificações do cabo, sendo as mais utilizadas:

Categoria A (CEI 60332-3-22) – 7 litros de volume de material não metálico por metro de cabo a ensaiar, os cabos são dispostos numa camada, colocados na esteira de forma espaçada (secção superior a 35mm<sup>2</sup>), ou juntiva em uma ou mais camadas (secção igual ou inferior a 35mm<sup>2</sup>) e ensaiados durante 40 minutos.

Categoria B (CEI 60332-3-23) – 3,5 litros de volume de material não metálico por metro de cabo a ensaiar, os cabos são dispostos numa camada, colocados na esteira de forma espaçada (secção superior a 35mm<sup>2</sup>), ou juntiva em uma ou mais camadas (secção igual ou inferior a 35mm<sup>2</sup>) e ensaiados durante 40 minutos.

Categoria C (CEI 60332-3-24) – 1,5 litros de volume de material não metálico por metro de cabo a ensaiar, os cabos são dispostos numa camada, colocados na esteira de forma espaçada (secção superior a 35mm<sup>2</sup>), ou juntiva em uma ou mais camadas (secção igual ou inferior a 35mm<sup>2</sup>) e ensaiados durante 20 minutos.

Categoria D (CEI 60332-3-25) – 0,5 litros de volume de material não metálico por metro de cabo a ensaiar, os cabos são dispostos numa ou mais camadas.

**Avaliação de resultados**

Considera-se o resultado do ensaio como positivo, se após a sua realização, se verificar a autoextinção de qualquer chama que possa ter existido num período não superior a uma hora, e se, a distância medida entre o limite inferior do queimador e o limite superior de cabo ardido, não superar 2,5m.

**Determinação da resistência ao fogo sobre um condutor ou cabo isolado sob tensão****CEI 60331-11** (aparelhagem de ensaio)**CEI 60331-21** (procedimento de ensaio e prescrições)**Aparelhagem de ensaio**

- Suporte metálico
- Fonte ignífera (queimador de 500mm de largura)
- Sistema de exaustão de fumos
- Gás propano e oxigénio
- Caudalímetros

**Amostras**

Um condutor ou cabo isolado, com pelo menos 1,2 metros de comprimento.

**Procedimento de ensaio**

Após posicionar e fixar a amostra de cabo no suporte metálico, são realizadas as ligações eléctricas conforme os requisitos estipulados na norma, por forma a garantir, à tensão estipulada do cabo, uma corrente não inferior a 0,25A por cada condutor de fase. O circuito será protegido por fusível ou disjuntor de 2A. A fonte ignífera (queimador) será calibrada para o caudal de ar/propano pretendido, por forma a garantir 750°C de temperatura de ensaio. Seguidamente, coloca-se o queimador na posição pré-definida pela norma, e dá-se início à contagem. A duração do ensaio é de 90 minutos.

**Avaliação de resultados**

Considera-se o resultado do ensaio como positivo, se se verificar que o cabo suportou os 90 minutos de duração, sem quebra de serviço, isto é, sem entrar em curto-circuito, mantendo-se sob tensão e continuando a alimentar a carga.