



DIRETORIA DE ATIVIDADES TÉCNICAS

INSTRUÇÃO TÉCNICA N. 06

1ª edição

SEGURANÇA ESTRUTURAL DAS EDIFICAÇÕES

Aprovada pela portaria n. 05, de 25out2005.

Alterada pela portaria n. 47, de 23abr2020, publicada no DOEMG n. 87, ano 128, p.8.

Alterada pela portaria n. 61, de 28dez2020, publicada no DOEMG n. 260, ano 128, pp. 06 e 07.

Alterada pela portaria n. 69, de 25ago2022, publicada no DOEMG n. 184, ano 130, p.05.

SUMÁRIO

- 1 – Objetivo
- 2 – Aplicação
- 3 – Referências
- 4 – Definições
- 5 – Procedimentos

ANEXOS

- A** – Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF)
- B** – Tabela de resistência ao fogo para alvenarias
- C** – Método do tempo equivalente de resistência ao fogo

1 OBJETIVO

Esta Instrução Técnica estabelece as condições a serem atendidas pelos elementos estruturais e de compartimentação que integram as edificações para que, em situação de incêndio, seja evitado o colapso estrutural por tempo suficiente para possibilitar o atendimento das prescrições contidas nas disposições preliminares do Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Estado de Minas Gerais.

2 APLICAÇÃO

2.1 Esta Instrução Técnica aplica-se a todas as edificações onde for exigida a segurança estrutural contra incêndio, conforme previsão da legislação de Segurança contra Incêndio e Pânico do Estado de Minas Gerais.

2.2 Na ausência de Norma Nacional sobre dimensionamento das estruturas em situação de incêndio adota-se o *Eurocode* em sua última edição, ou norma similar reconhecida internacionalmente. No momento da publicação de norma nacional sobre o assunto, esta passará a ser adotada nos termos desta IT.

3 REFERÊNCIAS

Para compreensão desta Instrução Técnica é necessário consultar as seguintes normas, levando em consideração todas as suas atualizações e outras que vierem substituí-las:

3.1 Legislação

Lei Estadual n. 14.130/2001 – Dispõe sobre a prevenção contra incêndio e pânico no Estado de Minas Gerais.

Decreto Estadual n. 44.270/2006 – Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico nas edificações e áreas de risco no Estado de Minas Gerais.

3.2 Normas

NBR 5628 – Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo.

NBR 6118 – Projeto e execução de obras de concreto – Procedimento.

NBR 6120 – Cargas para cálculo de estruturas de edifícios – Procedimento.

NBR 6479 – Portas e vedadores – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio.

NBR 8681 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento.

NBR 8800 – Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios – Procedimento.

NBR 9062 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado – Procedimento.

NBR 9077 – Saídas de emergência em edifícios – Procedimento.

NBR 10636 – Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio.

NBR 11711 – Porta e vedadores corta-fogo com núcleo de madeira para isolamento de riscos em ambientes comerciais e industriais – Especificação.

NBR 11742 – Porta corta-fogo para saída de emergência – Especificação.

NBR 14323 – Dimensionamento de estrutura de aço em situação de incêndio – Procedimento.

NBR 14432/2001 – Exigência de resistência ao fogo de elementos de construção de edificações – Procedimento.

NBR 14762/2001 – Dimensionamento de estruturas de aço construídas por perfis formados a frio – Procedimento.

NBR 15200/2004 – Projeto de estrutura de concreto em situação de incêndio – Procedimento.

Regulamentação de *MARGARET LAW and TURLOGH O'BRIEN* – “*Fire Safety of Bare External Structure Steel*”.

4 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Instrução Técnica, aplicam-se as definições constantes da IT 02 (Terminologia de Proteção Contra Incêndio e Pânico).

5 PROCEDIMENTOS

5.1 Os tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF) são aplicados aos elementos estruturais e de compartimentação, conforme os critérios estabelecidos nesta Instrução Técnica e em seu **Anexo A**.

5.2 Para comprovar os TRRF constantes desta Instrução Técnica são aceitas as seguintes metodologias:

- a) execução de ensaios específicos de resistência ao fogo em laboratórios;
- b) atendimento as tabelas elaboradas a partir de resultados obtidos em ensaios de resistência ao fogo;
- c) modelos matemáticos (analíticos) devidamente normalizados ou internacionalmente reconhecidos.

5.3 Método do Tempo Equivalente

5.3.1 Para edificação com altura menor ou igual a 6,0 m, admite-se o uso do método do tempo equivalente de resistência ao fogo em substituição aos TRRF estabelecidos nesta instrução, conforme metodologia descrita no **Anexo C**.

5.3.2 Para edificação com altura superior a 6,0 m, admite-se o uso do método acima descrito, contudo, fica limitada a redução de 30 (trinta) min dos valores dos TRRF constantes da **Tabela A** do **Anexo A**, desta IT.

5.3.3 Na utilização do método do tempo equivalente, os TRRF resultantes dos cálculos não poderão ter valores inferiores a 30 (trinta) minutos:

5.3.4 O método do tempo equivalente não pode ser empregado nas condições abaixo:

- a) edificações do grupo **L** (explosivos);
- b) edificações de divisões **M-1** (Túnel); **M-2** (Líquido ou gás inflamável ou combustível) e **M-3**

(Central de comunicação e energia);

c) edificações com estruturas de madeira.

5.3.5 No dimensionamento desse método, adotar módulos de no máximo 1000 m² de área de piso. Módulos maiores podem ser utilizados, quando o espaço analisado possuir características construtivas e cargas de incêndio uniformes. Será considerado o TRRF de maior valor obtido (observar item **5.15** desta IT, quando se tratar de ocupação mista).

5.4 Ensaaios

Os ensaios devem ser realizados em laboratórios reconhecidos, de acordo com as normas técnicas nacionais ou, na ausência destas, de acordo com normas ou especificações estrangeiras internacionalmente reconhecidas.

5.5 Dimensionamento de elementos estruturais em situação de incêndio

5.5.1 Elementos estruturais de aço e elementos estruturais mistos de aço e concreto.

Devem ser calculados de acordo com a NBR 14323 - Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio – Procedimento.

5.5.2 Elementos estruturais de concreto

Devem ser calculados de acordo com a NBR15200 – Projeto de estruturas de concreto em situação de Incêndio – Procedimento.

5.5.3 Outros materiais estruturais

Na ausência de normas nacionais, poderão ser utilizadas normas ou especificações estrangeiras internacionalmente reconhecidas.

5.5.4 Materiais de revestimento contra fogo

A escolha, o dimensionamento e a aplicação de materiais de revestimento contra fogo são de responsabilidade do(s) responsável(is) técnico(s).

5.6 Cobertura

As estruturas das coberturas que não atendam aos requisitos de isenção do **Anexo A** devem ter, no mínimo, o mesmo TRRF das estruturas principais da edificação.

5.7 Elementos de Compartimentação

5.7.1 Para as escadas e elevadores de segurança, os elementos de compartimentação, constituídos pelo sistema estrutural das compartimentações e vedações das caixas, dutos e antecâmaras, devem atender, no mínimo, ao TRRF igual ao estabelecido no **Anexo A** desta Instrução Técnica, porém, não podendo ser inferior a 120 (cento e vinte) minutos.

5.7.2 Os elementos de compartimentação (externa e internamente à edificação, incluindo as lajes, as fachadas, paredes externas e as selagens dos *shafts* e dutos de instalações) e os elementos estruturais essenciais à estabilidade destes elementos, devem ter, **no mínimo**, o mesmo TRRF da estrutura principal da edificação, sendo que o TRRF **mínimo** para as selagens dos *shafts* e dutos de instalações serão de 60 (sessenta) minutos.

5.7.3 As paredes divisórias entre unidades autônomas, para as ocupações dos **grupos A (A-2e A-3), B, E e H (H-2, H-3, H-5 e H-6)** devem possuir TRRF mínimo de 60 (sessenta) minutos, independente do TRRF da edificação. Esta regra pode ser dispensada para as ocupações que possuam sistemas de chuveiros automáticos, projetados conforme normas técnicas.

5.7.3.1 Havendo exigência da medida de segurança “compartimentação horizontal”, as portas das unidades autônomas que dão acesso aos corredores e/ou hall de entrada das Divisões B-1, B-2, H-2, H-3 e H-5, excetuando-se edificações térreas e prisões em geral, devem ser do tipo resistente ao fogo (30 min), ensaiadas de acordo com a ABNT NBR 6479 e atendendo às prescrições da NBR 15281. As edificações que possuem chuveiros automáticos projetados conforme Norma Técnica específica ficam isentas dessa exigência.

Nota: São consideradas unidades autônomas os apartamentos residenciais; os apartamentos de hotéis, motéis e flats; as salas de aula; as enfermarias e quartos de hospitais; as celas dos presídios e assemelhados.

5.7.4 Os elementos de compartimentação usados como isolamento de riscos e os elementos estruturais essenciais à estabilidade desta compartimentação devem ter, no mínimo, TRRF de 120 (cento e vinte minutos).

5.8 Mezaninos

5.8.1 Os mezaninos que não atendam aos requisitos de isenção do **Anexo A**, devem ter os TRRF conforme estabelecido nesta Instrução Técnica, de acordo com a respectiva ocupação.

5.9 Materiais de proteção térmica

5.9.1 A escolha, dimensionamento e aplicação de materiais de proteção térmica são de responsabilidade exclusiva do (s) responsável (eis) técnico (s) pelo projeto.

5.9.2 As propriedades térmicas e o desempenho dos materiais de proteção térmica quanto à aderência, combustibilidade, estanqueidade, toxicidade e outras propriedades, devem ser determinados por ensaios realizados em laboratório nacional ou estrangeiro reconhecido internacionalmente, de acordo com norma técnica nacional ou, na ausência desta, de acordo com norma estrangeira reconhecida internacionalmente.

5.9.3 As propriedades dos materiais que variem com a temperatura devem ser por meio da função de variação correspondente ou deve ser adotado o valor característico a 600°C.

5.10 Subsolo

Os subsolos das edificações devem ter o TRRF estabelecido em função do TRRF da ocupação a que pertencer, conforme **Anexo A**, não podendo ser inferior ao TRRF dos pavimentos situados acima do solo.

5.11 Isenção de TRRF

5.11.1 As edificações isentas de TRRF, conforme **Anexo A**, devem ser projetadas (considerando medidas ativas e passivas) visando atender aos objetivos do Regulamento de Segurança Contra Incêndio do Corpo de Bombeiros. Caso contrário, as isenções não são admitidas.

5.12 Estruturas externas

5.12.1 O elemento estrutural situado no exterior da edificação pode ser considerado livre da ação do incêndio, quando o seu afastamento das aberturas existentes na fachada for suficiente

para garantir que a sua elevação de temperatura não superará a temperatura crítica considerada. Tal situação deve ser tecnicamente comprovada pelo responsável técnico pelo projeto estrutural.

5.12.2 Para estruturas de aço, o procedimento para a verificação da possibilidade de aceitação do item anterior deve ser analítico, envolvendo os seguintes passos:

- a) definição das dimensões do setor que pode ser afetado pelo incêndio;
- b) determinação da carga de incêndio específica;
- c) determinação da temperatura atingida pelo incêndio;
- d) determinação da altura, profundidade e largura das chamas emitidas para o exterior da edificação;
- e) determinação da temperatura das chamas nas proximidades dos elementos estruturais;
- f) cálculo da transferência de calor para os elementos estruturais;
- g) determinação da temperatura do aço no ponto mais crítico.

5.12.2.1 Para atender aos itens **5.12.1** e **5.12.2**, usar a regulamentação de *MARGARET LAW and TURLOGH O'BRIEN - "Fire Safety of Bare External Structure Steel"* ou regulamento similar.

5.12.2.2 Caso a temperatura determinada de acordo com o item **5.12.2** seja superior à temperatura crítica das estruturas calculadas, essas devem ter o TRRF conforme o estabelecido nesta Instrução Técnica.

5.12.3 Para outros materiais estruturais, aceita-se método analítico internacionalmente reconhecido.

5.13 Estruturas encapsuladas

5.13.1 Os elementos estruturais encapsulados estarão livres da ação de incêndio desde que o encapsulamento tenha o TRRF no mínimo igual ao que seria exigido para o elemento considerado.

5.13.2 Considera-se forro resistente ao fogo o conjunto envolvendo as placas, perfis, suportes e selagens das aberturas, devidamente ensaiado (conjunto), atendendo ao TRRF mínimo igual ao que seria exigido para o elemento protegido considerado. O ensaio de resistência ao fogo deve mencionar as soluções adotadas para as selagens das aberturas (penetrações) no forro (tais como: iluminação, ar-condicionado e outras).

5.14 Edificação aberta lateralmente

5.14.1 Será considerada aberta lateralmente a edificação ou parte de edificação que, em cada pavimento:

- a) tenha ventilação permanente em duas ou mais fachadas externas, providas por aberturas que possam ser consideradas uniformemente distribuídas e que tenham comprimentos em planta que somados atinjam pelo menos 40% do perímetro da edificação e áreas que somadas correspondam a pelo menos 20% da superfície total das fachadas externas;
- b) tenha ventilação permanente em duas ou mais fachadas externas, provida por aberturas cujas

áreas somadas correspondam a pelo menos 1/3 da superfície total das fachadas externas, e pelo menos 50% destas áreas abertas situadas em duas fachadas opostas.

5.14.2 Em qualquer caso, as áreas das aberturas nas laterais externas somadas devem possuir ventilação direta para o meio externo e devem corresponder a pelo menos 5% da área do piso no pavimento e as obstruções internas eventualmente existentes devem ter pelo menos 20% de suas áreas abertas, com aberturas dispostas de forma que possam ser consideradas uniformemente distribuídas, para permitir a ventilação.

5.15 Ocupação mista

A edificação que possuir ocupação mista, havendo ou não compartimentação entre as ocupações, adotará o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) da ocupação que possuir a exigência mais rigorosa, observando-se a altura específica da ocupação.

5.16 Vigas principais

Considerar, para efeito desta instrução, como sendo todas as vigas cuja ruína pode provocar o colapso de toda a edificação ou de parte da mesma.

5.17 Vigas secundárias

São as vigas cuja ruína tem efeito apenas localizado, ou seja, não provoca o colapso de outras partes da edificação.

5.18 Memorial de Segurança da Estrutura

Quando da solicitação da Vistoria junto ao CBMMG, deverá ser anexado um Memorial de Proteção dos Elementos Construtivos, com os seguintes dados:

- a) método empregado para se atingir os TRRF dos elementos estruturais da edificação;
- b) os TRRF para os diversos elementos construtivos;
- c) especificações e condições de isenções e/ou reduções de TRRF;
- d) tipo e espessuras de materiais de proteção térmica utilizados nos elementos construtivos, quando for o caso, nas estruturas de aço, ou requisitos de dimensões e cobrimento de armadura nas estruturas de concreto. Para outros materiais estruturais, detalhar a solução adotada;
- e) declaração de Responsabilidade Técnica pela conformidade da execução da segurança estrutural.

ANEXO A (normativo)

Tempos requeridos de resistência ao fogo

A.1 Os tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF) devem ser determinados conforme a **Tabela A** deste anexo, obedecendo-se às recomendações contidas nesta instrução e nas considerações a seguir:

A.2 Condições de isenção e redução dos TRRF.

A.2.1 As edificações desta seção para obterem o benefício de isenção ou redução dos TRRF devem atender aos objetivos do Regulamento de Segurança contra Incêndio do CBMMG e possuírem as saídas de emergência, as rotas de fuga e as condições de ventilação dimensionadas conforme regulamentações vigentes.

A.2.2 As isenções e reduções abaixo não se aplicam:

- a) aos subsolos com área superior a 500m²;
- b) a estrutura e paredes de vedação das escadas e elevadores de segurança, de isolamento de riscos e de compartimentação, descritos em **5.7.1, 5.7.2, 5.7.3**;
- c) às edificações do grupo **L** (explosivos) e das divisões **M-1** (Túnel); **M-2** (Líquido ou gás inflamável ou combustível) e **M-3** (Central de comunicação e energia);

A.2.3 Edificações **ISENTAS de TRRF**, nas condições do item **A.2.1**, sendo que as áreas abaixo referem-se à área total construída da edificação:

A.2.3.1 Edificações de classe P1 e P2 com área menor ou igual a 930 m².

A.2.3.2 Edificações **térreas** pertencentes às divisões **F-5, G-5, H-5, I-3**, quando:

- a) a cobertura da edificação não tiver função de piso ou não for usada como rotas de fuga para saídas de emergência;
- b) a estrutura considerada da edificação, a critério do responsável técnico pelo projeto estrutural, comprovado através de estudos técnicos, não for essencial à estabilidade de um elemento de compartimentação;
- c) a edificação possuir carga de incêndio específica menor ou igual a 500 MJ/m².

A.2.3.3 Edificações pertencentes às divisões **G-1 e G-2**, de classes P₃ a P₄, quando abertos lateralmente conforme item **5.14** desta instrução e com as estruturas dimensionadas conforme **Anexo D** da NBR14432/2001.

A.2.3.4 As coberturas das edificações que atendam aos requisitos abaixo:

- a) não tiverem função de piso;
- b) não forem usadas como rotas de fuga para saídas de emergência;
- c) os elementos estruturais de cobertura cujo colapso, a critério do responsável técnico pelo projeto estrutural, **comprovado através de estudos técnicos**, não comprometa a estabilidade da estrutura principal da edificação.

A.2.3.5 Os mezaninos cuja estrutura não dependa da estrutura principal do edifício.

A.2.3.6 As escadas abertas (escadas simples), desde que não possuam materiais combustíveis incorporados em suas estruturas, acabamentos ou revestimentos.

A.2.4 As edificações térreas pertencentes às divisões **F-5, G-5, H-5, I-3** podem ter os TRRF constantes da **Tabela A** reduzidos em 30 (trinta) minutos, caso atendam um dos seguintes requisitos abaixo:

- a) forem providas de chuveiros automáticos, conforme instrução técnica a respeito;
- b) possuírem área total menor ou igual a 5.000m² e que atendam à IT 04 (Acesso de Viaturas nas Edificações e Áreas de Risco);
- c) forem consideradas lateralmente abertas, conforme item **5.14** desta instrução.

A.2.5 O TRRF das vigas secundárias, conforme item **5.17** desta instrução, não necessita ser maior que:

- a) 60 minutos para as edificações de classes P₁ a P₄;
- b) 90 minutos para as edificações de classe P₅.

A.2.5.1 Estas condições não se aplicam às edificações com altura superior a 80 (oitenta) metros.

A.2.6 A opção de escolha para determinação do TRRF conforme item **5.3** (tempo equivalente) fica a critério do responsável técnico, não podendo haverem qualquer hipótese e sobreposições de isenções, em função do item **A.2** e subitens ou em função de aços não convencionais.

Tabela A – Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF)

Para a classificação detalhada das ocupações (grupo e divisão) consultar Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico nas edificações e espaços destinados ao uso coletivo do Estado de Minas Gerais.

| Grupo | Ocupação/Uso | Divisão | Profundidade do Subsolo h | | Altura da edificação h | | | | | | | |
|-------|-----------------------------------|--|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---|---|--|
| | | | Classe S ₂ h >10m | Classe S ₁ h ≤10m | Edificação Baixa | | Edificação Média Altura | | Medianamente Alta | Alta | | |
| | | | | | Classe P ₁ h ≤6m | Classe P ₂ 6m <h ≤12m | Classe P ₃ 12m <h ≤23m | Classe P ₄ 23m <h ≤30m | Classe P ₅ 30m < h ≤ 80m | Classe P ₆ 80m < h ≤ 120m | Classe P ₇ 120 < h ≤ 150m | Classe P ₈ 150m < h ≤ 250m |
| A | Residencial | A-1 a A-3 | 90 | 60 | 30 | 30 | 60 | 90 | 120 | 120 | 150 | 180 |
| B | Serviço de hospedagem | B-1 e B-2 | 90 | 60 | 30 | 60 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 180 |
| C | Comercial | C-1 | 90 | 60 | 60 | 60 | 60 | 90 | 120 | 150 | 150 | 180 |
| | | C-2 e C-3 | 90 | 60 | 60 | 60 | 60 | 90 | 120 | 150 | 150 | 180 |
| D | Serviço profissional | D-1 a D-4 | 90 | 60 | 30 | 60 | 60 | 90 | 120 | 150 | 150 | 180 |
| E | Educacional e cultura física | E-1 a E-6 | 90 | 60 | 30 | 30 | 60 | 90 | 120 | 120 | 150 | 150 |
| F | Local de reunião de público | F-1, F-2, F-5, F-6, F-8, F-10 e F-11 | 90 | 60 | 60 | 60 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | CT |
| | | F-3 e F-4 | 90 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 90 | 90 | 120 | CT |
| | | F-9 | 90 | 60 | 30 | 60 | 60 | 90 | 120 | CT | CT | CT |
| G | Serviço automotivo e assemelhados | G-1 e G-2 não abertos lateralmente e G-3 a G-5 | 90 | 60 | 30 | 60 | 60 | 90 | 120 | 120 | 150 | 180 |
| | | G-1 e G-2 abertos lateralmente | 90 | 60 | 30 | 30 | 30 | 30 | 60 | 120 | 120 | 150 |
| H | Serviço de saúde e institucional | H-1 a H-6 | 90 | 60 | 30 | 60 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 180 |
| I | Indústria | I-1 | 90 | 60 | 30 | 30 | 30 | 60 | 120 | CT | CT | CT |
| | | I-2 | 120 | 90 | 30 | 30 | 60 | 90 | 120 | CT | CT | CT |
| | | I-3 | 120 | 90 | 60 | 60 | 90 | 120 | 120 | CT | CT | CT |
| J | Depósito | J-1 | 60 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 60 | CT | CT | CT |
| | | J-2 | 90 | 60 | 30 | 30 | 60 | 60 | 90 | CT | CT | CT |
| | | J-3 | 90 | 60 | 30 | 60 | 60 | 120 | 120 | CT | CT | CT |
| | | J-4 | 120 | 90 | 60 | 60 | 90 | 120 | 120 | CT | CT | CT |
| L | Explosivos | L-1, L-2 e L-3 | 120 | 120 | 120 | CT | | | | | | |
| M | Especial | M-1 | 150 | 150 | 150 | CT | | | | | | |
| | | M-2 | CT | | 120 | 120 | CT | | | | | |
| | | M-3 | 120 | 90 | 90 | 90 | 120 | 120 | CT | | | |
| | | M-5 | Ver Instrução Técnica específica | | | | | | | | | |
| | | M-8 | Ver Instrução Técnica específica | | | | | | | | | |

NOTAS da TABELA A:

1. CT = Consultar Corpo Técnico junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.
2. O TRRF dos subsolos não pode ser inferior ao TRRF dos pavimentos situados acima do solo (ver item 5.10).
3. Para edificações com altura > 250 m = Consultar Corpo Técnico junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

Anexo B (informativo)
Tabela de resistência ao fogo para alvenarias

| Paredes ensaiadas(*) | | Características das paredes | | | | | | | | | | Resultado dos ensaios | | | | | |
|---|--|--|-----|-------|---|--|-------|---------|-----|-------|---|--------------------------------|-------------------------|---|---------------|------------------|-----------------------------|
| | | Traço em volume da argamassa do assentamento | | | Espessura média da argamassa de assentamento (cm) | Traço em volume de argamassa de revestimento | | | | | Espessura de argamassa de revestimento (cada face) (cm) | Espessura total da parede (cm) | Duração do ensaio (min) | Tempo de atendimento aos critérios de avaliação (horas) | | | Resistência ao fogo (horas) |
| | | Cimento | Cal | Areia | | Chapisco | | Emboço | | | | | | Integridade | Estanqueidade | Isolação térmica | |
| | | | | | | Cimento | Areia | Cimento | Cal | Areia | | | | | | | |
| Parede de tijolos de barro cozido (dimensões nominais dos tijolos). 5 cm x 10 cm x 20cm: Massa: 1,5kg | Meio - tijolo sem revestimento | - | 1 | 5 | 1 | - | - | - | - | - | - | 10 | 120 | ≥2 | ≥2 | 1½ | 1½ |
| | Um tijolo sem revestimento | - | 1 | 5 | 1 | - | - | - | - | - | - | 20 | 395 (**) | ≥6 | ≥6 | ≥6 | ≥6 |
| | Meio - tijolo com revestimento | - | 1 | 5 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 9 | 2,5 | 15 | 300 | ≥4 | ≥4 | 4 | 4 |
| | Um tijolo com revestimento | - | 1 | 5 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 9 | 2,5 | 25 | 300 (**) | ≥6 | ≥6 | ≥5 | > 6 |
| Parede de blocos vazados de concreto (2 furos) (blocos com dimensões nominais): 14 cm x 19 cm x 39 cm e 19 cm x 19 cm x 39 cm; e massas de 13 kg e 17 kg respectivamente | Bloco de 14 cm sem revestimento | 1 | 1 | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - | 14 | 100 | ≥1½ | ≥1½ | 1½ | 1½ |
| | Bloco de 19 cm sem revestimento | 1 | 1 | 8 | 1 | - | - | - | - | - | - | 19 | 120 | ≥2 | ≥2 | 1½ | 1½ |
| | Bloco de 14 cm com revestimento | 1 | 1 | 8 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 9 | 1,5 | 17 | 150 | ≥2 | ≥2 | 2 | 2 |
| | Bloco de 19 cm com revestimento | 1 | 1 | 8 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 9 | 1,5 | 22 | 185 | ≥3 | ≥3 | 3 | 3 |
| Paredes de tijolos cerâmicos de oito furos (dimensões nominais dos tijolos 10 cm x 20 cm x 20 cm (massa 2,9Kg) | Meio - tijolo com revestimento | - | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 9 | 1,5 | 13 | 150 | ≥2 | ≥2 | 2 | 2 |
| | Um tijolo com revestimento | - | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 9 | 1,5 | 23 | 300 (**) | ≥4 | ≥4 | ≥4 | > 4 |
| Paredes de concreto armado monolítico sem revestimento | Traço do concreto em volume, 1 cimento: 2,5 areia média: 3,5 agregado graúdo (granito pedra n. 3); armadura simples posicionada à meia espessura das paredes, possuindo malha de lados 15 cm, de aço CA- 50A diâmetro ¼ polegada | | | | | | | | | | | 11,5 | 150 | 2 | 2 | 1 | 1½ |
| | | | | | | | | | | | | 16 | 210 | 3 | 3 | 3 | 3 |

(*) Paredes sem função estrutural ensaiadas totalmente vinculadas dentro da estrutura de concreto armado, com dimensões 2,8m x 2,8m totalmente expostas ao fogo (em uma face)

(**) Ensaio encerrado sem ocorrência de falência em nenhum dos três critérios de avaliação.

Anexo C (normativo)

Método do tempo equivalente de resistência ao fogo

O tempo equivalente a ser determinado de acordo com a formulação abaixo não poderá ter valores menores de TRRF conforme o especificado no item 5.3.3 desta instrução técnica:

$$t_{eq} = q_{fi} \gamma_n \gamma_s K W E$$

Onde:

t_{eq} – tempo equivalente (minutos).

q_{fi} – carga de incêndio (MJ/m²).

$\gamma_n = \gamma_{n1} \gamma_{n2} \gamma_{n3}$ – coeficiente adimensional que leva em conta a presença de medidas de proteção ativa da edificação, determinado conforme a **tabela C2**.

$\gamma_s = \gamma_{s1} \gamma_{s2}$ – coeficiente de segurança que depende do risco de incêndio e das consequências do colapso da edificação, determinado conforme **tabelas C3 e C4**.

K – fator determinado conforme **tabela C1**.

W – fator associado à ventilação do ambiente.

E – fator de correção que depende do material da estrutura, determinado conforme **Tabela C5**.

Tabela C1 – Fator K

| $b = \sqrt{\rho c \lambda}$ (J/m ² s ^{1/2} °C) | K (min.M ² /MJ) |
|---|-------------------------------|
| $\sqrt{\rho c \lambda} > 2500$ | 0,040 |
| $720 \leq \sqrt{\rho c \lambda} \leq 2500$ | 0,055 |
| $\sqrt{\rho c \lambda} < 720$ | 0,070 |

ρ – massa específica do elemento de vedação do compartimento (kg/m³)

c – calor específico do elemento de vedação do compartimento (J/kg °C)

λ – condutividade térmica do elemento de vedação (W/m °C)

Notas:

1) Quando houver elementos de compartimentação com diferentes camadas de material, pode ser utilizado o menor valor de $b = \sqrt{\rho c \lambda}$, a favor da segurança.

2) Quando houver diferentes valores de b em paredes, pisos e tetos, este valor é determinado conforme a expressão abaixo:

$$b = \frac{\sum b_i A_i}{A_t - A_v}$$

Onde:

b_i – é o fator b do elemento de compartimentação

A_i – Área do elemento de compartimentação i (m²)

A_t – Área total do compartimento (piso, teto e paredes) (m²)

A_v – Área de ventilação vertical (janelas, portas e similares) (m²)

Obs.: Não computar forros e revestimentos que possam ser destruídos pela ação do incêndio.

$$W = \left(\frac{6}{H}\right)^{0,3} \left[0,62 + \frac{90 \left(0,4 - \frac{A_v}{A_f}\right)^4}{1 + 12,5 \left(1 + 10 \frac{A_v}{A_f}\right) \frac{A_h}{A_f}} \right] \geq 0,5$$

H – altura do compartimento (m)

A_v – área de ventilação vertical – janelas (m²)

A_h – área de ventilação horizontal -piso (m²)

A_f – área de piso (m²)

Tabela C2 - Fatores das medidas de segurança contra incêndio

| Valores de $\gamma_{n1}\gamma_{n2}\gamma_{n3}$ | | | |
|---|---|------------------|---|
| Existência de chuveiros automáticos (γ_{n1}) | Brigada contra incêndio (γ_{n2}) | | Existência de detecção automática (γ_{n3}) |
| | 0,60 | Não profissional | |
| | 0,90 | 0,60 | |

Na ausência de algum meio de proteção indicado na tabela **C2**, deve ser adotado o respectivo γ_n igual a 1.

Tabela C3 - Característica da edificação

| Área do compartimento (m ²) | Altura da edificação (m) – γ_{s1} | | | | | | |
|---|--|------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|----------|
| | Térrea | $h \leq 6$ | $6 < h \leq 12$ | $12 < h \leq 23$ | $23 < h \leq 30$ | $30 < h \leq 80$ | $H > 80$ |
| ≤ 930 | 1.00 | 1.00 | 1.10 | 1.20 | 1.25 | 1.45 | 1.60 |
| ≤ 1000 | 1.05 | 1.10 | 1.15 | 1.25 | 1.35 | 1.65 | 1.85 |
| ≤ 2500 | 1.10 | 1.25 | 1.40 | 1.70 | 1.85 | 2.60 | 3.00 |
| ≤ 5000 | 1.15 | 1.45 | 1.75 | 2.35 | 2.65 | 3.00 | 3.00 |
| ≤ 7500 | 1.25 | 1.70 | 2.15 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| ≤ 10000 | 1.30 | 1.90 | 2.50 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| ≤ 20000 | 1.60 | 2.80 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| ≤ 65000 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |

Tabela C4 - Risco de ativação

| Valores de γ_{s2} | risco de ativação do incêndio | Exemplos de ocupação |
|--------------------------|-------------------------------|---|
| 0,85 | Pequena | biblioteca, correio, escola, galeria de arte, igreja, museu, livraria, frigorífico, escritório, venda de acessórios de automóveis, depósitos em geral |
| 1,0 | Normal | cinema, consultório médico, farmácia, hotel, hospital, laboratório fotográfico, indústria de papel, oficina elétrica ou mecânica, residência, restaurante, teatro, depósitos de: produtos farmacêuticos, bebidas alcoólicas |
| 1,2 | Média | Montagem de automóveis, hangar, indústria mecânica |
| 1,45 | Alta | Laboratório químico, oficina de pintura de automóveis |

Tabela C5 – Valores do Fator E

| Material da estrutura | Fator E |
|------------------------------|---------|
| Concreto armado | 1,0 |
| Aço revestido termicamente | 1,0 |
| Aço sem revestimento térmico | 13,7 V |

Nota: No caso de estruturas mistas de aço e concreto, utilizar, onde aplicável, o valor mais desfavorável de E.

Onde:

V – grau de ventilação do compartimento calculado, conforme a seguinte expressão:

$$V = \frac{A_v \sqrt{h_{eq}}}{A_t}$$

Nota: Limites de aplicação: $0,02 \text{ m}^{1/2} \leq V \leq 0,20 \text{ m}^{1/2}$

A_v = Área total de aberturas verticais (m^2);

h_{eq} = Altura média das janelas, em metro (m);

A_t = Área total do compartimento (paredes, teto e piso, incluindo aberturas).