



POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Corpo de Bombeiros



INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 08/2004

SEGURANÇA ESTRUTURAL NAS EDIFICAÇÕES
Resistência ao fogo dos elementos de construção

Sumário

- 1 Objetivo
- 2 Aplicação
- 3 Referências normativas e bibliográficas
- 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

1.1 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 nos objetivos do Decreto Estadual nº 46.076/01.

2 Aplicação

2.1 Adota-se a NBR-14432:2000 – Exigência de resistência ao fogo de elementos de construção de edificações - Procedimento, com as inclusões e adequações de exigências constantes nesta instrução.

3 Referências normativas e bibliográficas

Para maiores esclarecimentos consultar as seguintes normas técnicas:

NBR 5627:1980 - Exigências particulares das obras de concreto armado e protendido em relação à resistência ao fogo - Procedimento (cancelada pela ABNT)

NBR 5628:1980 - Componentes construtivos estruturais - Determinação da resistência ao fogo.

NBR-6118 - Projeto e execução de obras de concreto - Procedimento

NBR-6120:1980 - Cargas para cálculo de estruturas de edifícios – Procedimento

NBR-6479:1992 – Portas e vedadores – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio

NBR-8681:1984 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimento

NBR-8800:1986 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios - Procedimento

NBR-9062:1985 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado - Procedimento

NBR-9077:1993 - Saídas de emergência em edifícios - Procedimento

NBR-10636:1989 - Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio

NBR-11711:1992 – Porta e vedadores corta-fogo com núcleo de madeira para isolamento de riscos em ambientes comerciais e industriais - Especificação

NBR-11742:1992 – Porta corta-fogo para saída de emergência - Especificação

NBR 14323:1999 - Dimensionamento de estrutura de aço em situação de incêndio - Procedimento

4 Definições

4.1 Para os efeitos desta Instrução Técnica, aplicam-se as definições constantes da Instrução Técnica nº 03 – Terminologia de proteção contra incêndio.

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 se 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 a tabelas elaboradas a partir de resultados obtidos em ensaios de resistência ao fogo;
- c) Modelos matemáticos (analíticos) devidamente normatizados ou internacionalmente reconhecidos.

5.2.1 – Para os elementos de compartimentação, admitem-se as metodologias **a)** e **b)**, já para os elementos estruturais as três metodologias podem ser aceitas.

5.2.2 – A metodologia de que trata a letra **c)** acima somente será aceita após análise em Comissão Técnica.

5.3 – Método do tempo equivalente

5.3.1 - Para edificação com altura inferior a 12,00m, 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, **excetuando-se** as edificações do grupo L (explosivos) e das divisões **M₁** (túneis); **M₂** (parques de tanques) e **M₃** (centrais de comunicação e energia).

5.3.2 – Para edificação com altura superior a 12,00m, admite-se o uso do método acima descrito, contudo, fica limitada a redução de 30 minutos dos valores dos TRRF constantes da Tabela A, Anexo A.

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 - Será admitida a aproximação para o valor do TRRF inferior, quando o tempo obtido no cálculo não ultrapassar em 10 (dez) minutos a escala anterior. Acima deste limite, adotar o TRRF imediatamente superior, considerando a graduação 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210 e 240 minutos.

5.3.5 – No dimensionamento deste método, adotar módulos de no máximo 500 m² de área de piso. Módulos maiores podem ser utilizados, quando o espaço analisado possuir características construtivas e carga de incêndio idênticas. Será considerado o TRRF de maior valor obtido (observar item 5.15, quando se tratar de ocupação mista).

5.4 – Ensaios

5.4.1 - 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 – Aço: Recomenda-se que a temperatura crítica do aço seja tomada como um valor máximo de 550° C para os aços convencionais ou calculada para cada elemento estrutural de acordo com a norma NBR-14323 - Dimensionamento de Estruturas de Aço em Edifícios em situação de incêndio.

5.5.2 – Concreto: Deverá ser calculado de acordo com a norma NBR-6118 – Projeto e execução de obras de concreto – Procedimento.

5.5.3 – Outros materiais estruturais: na ausência de normas nacionais, poderão ser utilizadas normas ou especificações estrangeiras internacionalmente reconhecidas.

5.6 – Cobertura

5.6.1 - 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 será de 60 (sessenta) minutos.

5.7.3 – As paredes divisórias entre unidades autônomas, para as ocupações dos grupos A (**A₂** e **A₃**), B, E e H (**H₂**; **H₃**; **H₅** e **H₆**) 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 - **As portas destas unidades que dão acesso aos corredores e/ou hall de entrada não necessitam ser do tipo resistente ao fogo.**

5.7.3.2 - 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(is) técnico(s) pelo projeto.

5.9.2 – As propriedades térmicas e o desempenho dos materiais de proteção térmica quanto à aderência, combustibilidade, fissuras, toxidade 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.

5.10 – Subsolo

5.10 .1 – 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 - 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 à 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.

5.12.3 - 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.

5.12.4 – Caso a temperatura determinada de acordo com o item **5.12.2** seja superior à temperatura crítica das estruturas calculadas, estas devem ter o TRRF conforme o estabelecido nesta instrução técnica.

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.

5.14 – 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

5.15.1 – A edificação que apresentar ocupação mista, aplicam-se os seguintes critérios para o estabelecimento dos Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF):

- a) o valor correspondente à ocupação que deve atender às exigências mais rigorosas, caso não haja compartimentação garantindo a separação destas ocupações;
- b) o valor correspondente a cada uma das ocupações, caso haja compartimentação garantindo a separação entre elas.

5.16 – Vigas principais

5.16.1 - Considerar, para efeito desta instrução, como sendo todas as vigas que estão diretamente ligadas aos pilares ou a outros elementos estruturais que sejam essenciais à estabilidade da edificação como um todo.

5.17 – Vigas secundárias

São as vigas não enquadradas no conceito do item **5.16**.

5.18 – Controle de qualidade

Para as edificações com área superior 10000 m², será exigido *controle de qualidade*, realizado por

empresa qualificada, durante a execução e aplicação dos materiais de proteção térmica às estruturas.

5.19 – Memorial de Proteção

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

- a) Metodologia para se atingir os TRRF dos elementos estruturais da edificação;
- b) Os TRRF para os diversos elementos construtivos: estruturas internas e externas; compartimentações; mezaninos; coberturas; subsolos; proteção de dutos e shafts; encapsulamento de estruturas etc.;

- c) Especificações e condições de isenções e/ou reduções de TRRF; e
- d) Tipo e espessuras de materiais de proteção térmica utilizados nos elementos construtivos.

5.19.2 – Vide modelo do memorial de proteção na IT – 01 (Procedimentos Administrativos).

Anexo A

Anexo A (normativo) Tempos requeridos de resistência ao fogo

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:

A1 Os tempos, entre parênteses, constantes na Tabela **A** podem ser usados nas edificações nas quais cada pavimento tenha área menor ou igual a 750 m², desde que haja compartimentação vertical entre os pavimentos.

A2 Condições de isenção e redução dos TRRF.

A2.1 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 CBPMESP e possuírem as saídas de emergência, as rotas de fuga e as condições de ventilação dimensionadas conforme regulamentações vigentes.

A2.2 As isenções e reduções abaixo não se aplicam:

- a) aos subsolos com área superior a 750m²;
- b) a estrutura e paredes de vedação das escadas e elevadores de segurança, de isolamento de riscos e de compartimentação, descritos em **5.7**; e
- c) às edificações do grupo **L** (explosivos) e das divisões **M₁** (túneis); **M₂** (parques de tanques) e **M₃** (centrais de comunicação e energia).

A2.3 Edificações **ISENTAS de TRRF**, nas condições do item **A2.1**, sendo que as áreas **abaixo** referem-se à área total construída da edificação:

A2.3.1 Edificações de classe **P₁** com área inferior a 250m².

A2.3.2 Edificações de classes **P₁** e **P₂** com área inferior a 750m², excetuando-se as edificações pertencentes às divisões: C₂; C₃; E₆; F₅ e F₆.

A2.3.3 Edificações com área inferior a 1.500m², com no máximo 2 pisos, com carga de incêndio (q_{fi}) menor ou igual a 400 MJ/m², excluindo-se as edificações pertencentes às divisões C₂; C₃; E₆; F₁; F₅; F₆; F₈; H₂; H₃ e H₅.

A2.3.4 Edificações pertencentes às divisões F₃; F₄ (*exclusivo para as áreas de transbordo e circulação de pessoas*) e F₇, de classes P₁ a P₃, exceto nas áreas destinadas a outras ocupações, que caracterizem ou não ocupação mista (nestas regiões devem ser respeitados os TRRF constantes da Tabela **A**, conforme a ocupação específica);

A2.3.5 Edificações pertencentes à divisão J₁ de classes P₁ a P₄, com estrutura em concreto armado ou protendido ou em aço.

A2.3.6 Edificações pertencentes às divisões G₁ e G₂, de classes P₁ a P₄, quando abertos lateralmente conforme

item **5.14** desta instrução e com as estruturas dimensionadas conforme Anexo **D** da NBR-14432:2000.

A2.3.7 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, nem como cobertura destas**;
- 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 e não provoque o "colapso progressivo".

A2.3.8 Os mezaninos que apresentem área inferior a 750m² cuja estrutura não dependa da estrutura principal do edifício.

A2.3.9 As escadas abertas (*escadas simples*), desde que não possuam materiais combustíveis incorporados em suas estruturas, acabamentos ou revestimentos.

A2.3.10 Edificações **térreas**, quando:

- a) a cobertura da edificação **não** tiver função de piso ou **não** for usada como **rotas de fuga para saídas de emergência, nem como cobertura destas**;
- 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 (excluem-se desta regra os depósitos e indústrias);
- d) a edificação for de grupo **I** (industrial), com carga de incêndio específica **menor ou igual** a 1200MJ/m²; e
- e) a edificação for de grupo **J** (depósito), com carga de incêndio específica **menor ou igual** a 2000MJ/m².

A2.3.11 As edificações térreas podem ter os TRRF constantes da Tabela **A** reduzidos em 30 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 5000m², com pelo menos duas fachadas para acesso e estacionamento operacional de viaturas, conforme consta na IT-06 (acesso e estacionamento de viatura na edificação e áreas de risco), que perfaçam no mínimo 50% do perímetro da edificação.

c) forem consideradas lateralmente abertas, conforme item **5.14** desta instrução.

A2.3.12 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.

A2.3.12.1 Esta condição não se aplica às edificações com altura superior a 80 metros.

A2.3.13 A opção de escolha para a determinação do TRRF conforme item **5.3** (tempo equivalente) fica a critério do responsável técnico, não podendo haver em qualquer hipótese, sobreposições em função do item **A2** e subitens ou em função de aços não convencionais.

Tabela A

ANEXO A

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

Para a classificação detalhada das ocupações (Grupo e Divisão) consultar a **Tabela 1** do Decreto Estadual 46.076/01.

Grupo	Ocupação/Use	Divisão	Profundidade do Subsolo hs		Altura da edificação h					
			Classe S ₂ hs >10m	Classe S ₁ hs ≤ 10m	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	h > 80m
A	Residencial	A-1 a A-3	90	60	30	30	60	90	120	CT
B	Serviços de hospedagem	B-1 e B-2	90	60	30	60 (30)	60	90	120	CT
C	Comercial varejista	C-1	90	60	60 (30)	60	60	90	120	CT
		C-2 e C-3	90	60	60	60	60	90	120	CT
D	Serviços profissionais, pessoais e técnicos	D-1 a D-3	90	60	30	60 (30)	60	90	120	CT
E	Educacional e cultura física	E-1 a E-6	90	60	30	30	60	90	120	CT
F	Locais de reunião de público	F-1, F-2, F-5, F-6, F-8 e F-10	90	60	60 (30)	60	60	90	120	CT
		F-3, F-4 e F-7	90	60	ver item A2.3.4.			60	CT	CT
		F-9	CT							
G	Serviços automotivos	G-1 e G-2 não abertos lateralmente e G-3 a G-5	90	60 (30)	30	60 (30)	60	90	120	CT
		G-1 e G-2 abertos lateralmente	90	60 (30)	30	30	30	30	60	120
H	Serviços de saúde e institucionais	H-1 e H-4	90	60	30	60	60	90	120	CT
		H-2, H-3 e H5	90	60	30	60	60	90	120	CT
I	Industrial	I-1	90 (60)	60 (30)	30	30	30	60	120	CT
		I-2	120	90	30	30	60 (30)	90	120	CT
		I-3	120	90	60 (30)	60 (30)	90 (60)	120 (90)	120	CT
J	Depósitos	J-1	60	30	ver item A2.3.5.			60	CT	
		J-2	90	60 (30)	30	30	30	30	60	CT
		J-3	90	60 (30)	30	60	60	120 (90)	120	CT
		J-4	120	90	60	60	90 (60)	120 (90)	120	CT
L	Explosivos	L-1, L-2 e L-3	120	120	120	CT	CT			
M	Especial	M-1	150	150	150	CT				
		M-2	CT							
		M-3	120	90	90	90	120	CT		

NOTAS:

1. CT = Utilizar Comissão Técnica junto ao Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo.
2. Os tempos entre parênteses podem ser usados nas edificações nas quais cada pavimento tenha área menor ou igual a 750m², desde que haja compartimentação vertical entre os pavimentos.
3. O TRRF dos subsolos não pode ser inferior ao TRRF dos pavimentos situados acima do solo (ver item 5.10)

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)
						Chapisco		Emboço						Integridade	Estanqueidade	Isolação térmica	
		Cimento	Cal	Areia		Cimento	Areia	Cimento	Cal	Areia							
Parede de tijolos de barro cozido (dimensões nominais dos tijolos 5 cm x 10 cm x 20 cm: Massa: 1,5 kg)	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 2,9 Kg)	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 gaúcho (granizo pedra nº 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 TRRF pode ser determinado conforme a seguinte formulação:

$$t_{eq} = q_{fi} \gamma_n \gamma_s K W \geq 30 \text{ minutos}$$

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 conseqüências do colapso da edificação, determinado conforme tabelas C3 e C4

K – fator determinado conforme tabela C1

Tabela C1 - Fator K

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

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

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

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

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	Profissional	0,9
	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

valores de γ_{s1}				
área do compartimento	Altura da edificação (h)			
	Térreo	$h \leq 12m$	$12m < h \leq 23m$	$h > 23m$
≤ 750	1,00	1,00	1,25	1,50
≤ 2500	1,00	1,30	1,50	2,00
≤ 5000	1,05	1,45	1,75	2,50
≤ 10000	1,10	1,55	-	-
≤ 20000	1,20	1,65	-	-

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