AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS

BERTO, Antonio Fernando (1); OLIVEIRA, Carlos Roberto Metzker de (2)

(1) Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, afberto@ipt.br;

(2) Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, carlosmo@ipt.br

Resumo: *Discute-se a abordagem da avaliação de desempenho, relativa à segurança contra incêndio, desde a análise do projeto do sistema construtivo, passando por questões associadas à definição de ensaios e corpos de prova, à análise de resultados obtidos nos ensaios e avaliação de aspectos relativos ao projeto. O presente trabalho descreve a abordagem técnica utilizada na avaliação do desempenho de materiais e sistemas de proteção contra incêndio das edificações, com o objetivo de mostrar a importância da adoção integral dos requisitos e critérios estabelecidos nas normas e regulamentos de segurança contra incêndio.*

Palavras-chave: *Segurança contra incêndio, Desempenho, Sistemas construtivos*

Área do Conhecimento: *Engenharia Civil – Segurança ao Fogo*

1 INTRODUÇÃO

As ações que definem segurança contra incêndio e que devem ser consideradas em uma avaliação técnica, sob a ótica de desempenho (e, naturalmente, balizados no processo de desenvolvimento destes sistemas) têm caráter preventivo, com o sentido de prevenir a ocorrência do início do incêndio, e caráter protetivo, visando limitar os danos ou perdas que poderiam resultar da ocorrência do sinistro.

Entre as ações de caráter protetivo se destacam aquelas associadas às proteções passivas, as quais são constituídas de sistemas construtivos (partes do edifício), e seus respectivos detalhes (soluções de interface), que condicionam o atendimento à segurança contra incêndio das edificações.

O estabelecimento de requisitos e critérios de desempenho com relação à segurança ao fogo devem levar em conta as etapas de evolução do incêndio, devidamente associadas à premissas que caracterizam a segurança das edificações, independentemente da ocupação a que se destinam:

a) Capacidade de limitar o risco de início de incêndio;
b) Capacidade de assegurar o abandono rápido e seguro da população do edifício;
c) Capacidade de dificultar o rápido crescimento de incêndio no ambiente de origem;
d) Disposição de meios para garantir o combate ao incêndio em seu estágio inicial;
e) Capacidade de limitar da propagação do incêndio dentro da edificação;
f) Capacidade de limitar da propagação do incêndio para edificações adjacentes;
g) Capacidade de suportar a ação do incêndio sem sofrer o colapso estrutural;
h) Capacidade de facilitar as ações externas de combate e resgate.

O atendimento a cada uma dessas premissas depende da adoção de ações de prevenção e proteção contra incêndio, que devem ser consideradas no projeto dos edifícios e suas partes (sistemas construtivos) e nas respectivas avaliações.

Nesse sentido, este artigo objetiva discutir a abordagem que deve ser adotada por uma avaliação técnica, cujo enfoque é o desempenho com relação à segurança contra incêndio, sendo que tal avaliação tem como pressuposto a adoção integral dos requisitos e critérios definidos na norma ABNT NBR 15575, partes 1 a 6 (2013), outras normas da ABNT referenciadas e regras de segurança contra incêndio definidas pelos Corpos de Bombeiros.

Este artigo foi desenvolvido com base em revisão bibliográfica, análise de resultados de ensaios e experiência dos autores no tema.

2 ABORDAGEM DA AVALIAÇÃO TÉCNICA

2.1 Análise de projeto: reconhecimento do sistema construtivo e dos detalhes construtivos de interface

A segurança contra incêndio depende de detalhes que compõem o edifício e suas partes, tais como materiais empregados, processo construtivo adotado, sistema estático, composição de cada elemento construtivo, ligações entre elementos construtivos, características das vedações internas e externas, forros empregados, cobertura, revestimentos empregados e respectiva forma de aplicação etc.; enfim todos os detalhes são relevantes e devem ser reconhecidos no processo de avaliação técnica sob a ótica de desempenho.

A avaliação de desempenho pode ser feita, e muitas vezes é isso que ocorre, antes mesmo que qualquer protótipo tenha sido construído. Desta maneira, o projeto será peça fundamental e, por conta disso, deve ser o mais completo possível, incluindo todos os detalhes construtivos possíveis.

Considerando tal situação, uma grande dificuldade que se encontra no processo de avaliação corresponde ao fato de os projetos, em inúmeras situações, apresentarem indefinições e ausência de detalhamento. É necessário destacar que quando se considera sistemas construtivos convencionais, cujos projetos não sejam extensamente detalhados, embora não seja uma situação desejável, os detalhes construtivos são reconhecidos e não geram, de modo geral, dificuldades incontornáveis no processo produtivo (construção da edificação). O mesmo não ocorre relativamente a sistemas construtivos inovadores que devem ser submetidos à avaliação de desempenho.

É comum encontrar situações em que as soluções construtivas não estejam totalmente desenvolvidas e que ainda existem alternativas possíveis ou dúvidas e que, naturalmente, se deseja que a própria avaliação seja capaz de resolver. Essa não é uma abordagem inadequada, na medida em que o processo de avaliação de desempenho também se constitui em ferramenta fundamental para o desenvolvimento/ aprimoramento de sistemas construtivos. Desta forma, a primeira etapa da avaliação de desempenho precisa corresponder à análise de projeto, cujo objetivo é reconhecer as especificações técnicas do sistema construtivo e seus respectivos detalhes construtivos de interface.

Nesta etapa o papel do laboratório de avaliação é importante, pois poderá auxiliar no aprimoramento das definições do projeto, indicando aspectos que devem ser considerados de modo a se alcançar o atendimento às exigências requeridas.

2.2 Análise de projeto: edifício

É necessário comprovar por meio de análise de projeto que a ocorrência de princípio de incêndio é dificultada por meio de premissas adotadas no projeto e na construção da edificação. Essa análise deve envolver a proteção contra descargas atmosféricas, proteção contra risco de ignição nas instalações elétricas e proteção contra risco de vazamento em instalações de gás.

Também é necessário comprovar, analisando-se o projeto arquitetônico, que as rotas de saída de emergência dos edifícios atendem ao disposto na ABNT NBR 9077:2001

No caso da implantação de conjuntos habitacionais, deve ser analisado em projeto a condição de isolamento de risco entre edificações. Caso não seja possível o atendimento ao critério de isolamento de risco à distância ou por proteção, a edificação não é considerada independente e o dimensionamento das medidas de proteção contra incêndio deve ser feito considerando o conjunto de edificações como uma única unidade.

A minimização do risco de colapso estrutural também pode ser analisada em projeto ou por meio de ensaios de resistência ao fogo. Análise do projeto estrutural em situação de incêndio deve comprovar o atendimento das seguintes normas de projeto estrutural: ABNT NBR 14323:2013, para estruturas de aço; ABNT NBR 15200:2012, para estruturas de concreto. Para as demais estruturas, aplica-se o Eurocode correspondente, em sua última edição.

Os sistemas de extinção, alarme, iluminação de emergência e sinalização de emergência, obrigatórios de acordo com as regulamentações dos Corpos de Bombeiros estaduais de acordo com o porte da edificação habitacional multifamiliar, devem ser analisados em projeto, verificando-se o atendimento, respectivamente, das seguintes normas ABNT NBR 12693:2013 e ABNT NBR 13714:2000; ABNT NBR

17240:2010; ABNT NBR 10898:2013; e ABNT NBR 13434:2004 (Partes 1, 2 e 3).

Após essa etapa, a avaliação de desempenho deve prosseguir, envolvendo mais estritamente o sistema construtivo em si.

2.2.1 Reação ao fogo: exigências e ensaios

Os ensaios que a metodologia de avaliação de desempenho de segurança contra incêndio propõe sempre devem ser executados em partes do edifício, ou seja, em elementos ou produtos que o compõem, reproduzindo os detalhes devidamente definidos e reconhecidos no projeto. Trata-se de ensaios de reação ao fogo e de resistência ao fogo destinados a avaliar dois importantes aspectos da proteção passiva contra incêndio.

Os ensaios de reação o fogo estão voltados para a verificação da capacidade de o sistema construtivo dificultar: o surgimento do incêndio; seu crescimento no ambiente de início; sua propagação dentro do edifício; sua propagação pra edificações vizinhas; e, ainda, o desenvolvimento de fumaça, capaz de dificultar o abandono (no estágio inicial do desenvolvimento do incêndio). Esses ensaios aplicam-se aos materiais empregados nos sistemas construtivos, como revestimentos superiores e inferiores de sistemas de piso e de vedações internas e externas, à cobertura e a materiais empregados como isolamento térmico de tubulações e de elementos construtivos de modo geral, bem como a produtos empregados na impermeabilização, e tratamentos acústicos. Em todos esses casos os corpos de prova devem recompor espessuras, formas de aplicação e substratos reais.

Os ensaios de reação ao fogo, quando executados em produtos que compõem integralmente o elemento construtivo, como forros ou mesmo vedações verticais etc., devem incorporar todos os materiais que os constituem, reproduzindo trechos, considerados como críticos, destes elementos. Nesse sentido o reconhecimento do sistema construtivo, por parte do laboratório avaliador, é considerado como de importância fundamental.

Para exemplificar, um revestimento de piso a ser aplicado em uma edificação conforme critérios da norma ABNT NBR 15575-3:2013 deve apresentar classe de reação ao fogo de, no máximo, IV A. O numeral IV está relacionado com o comportamento de queima do produto e a letra A em relação à densidade óptica de fumaça que pode gerar. Tal classificação exige que o produto seja submetido aos ensaios estabelecidos nas normas ABNT NBR 8660:2013 e ISO 11925-2:2010, métodos relacionados ao comportamento de queima, e ASTM E662:2017, método relacionado à liberação de fumaça.

O projeto desse revestimento deve considerar as classes e critérios de segurança contra incêndio e buscar no mercado produtos que comprovadamente atendam as exigências estabelecidas no projeto. Tal abordagem exige que os fabricantes desenvolvam seus produtos, demonstrando por meio de ensaios realizados em laboratórios especializados, apresentem bom comportamento e que atendam a critérios vigentes nas normas de avaliação de desempenho.

Para realizar, por exemplo, o ensaio aplicado a revestimentos de piso, conforme a norma ABNT NBR 8660:2013, o laboratório deve solicitar que sejam preparados três corpos de prova com as dimensões de 230 mm de largura e 1.050 mm de comprimento, respeitando todos os detalhes de aplicação do produto na prática (ver Foto 1). Vale ressaltar que as características de acondicionamento também devem ser consideradas antes da realização do ensaio.

Foto 1: Corpo de prova para ensaio (em revestimento de piso) de fluxo crítico de energia radiante



Fonte: Autores (2019)

2.2.2 Resistência ao fogo: exigências e ensaios

Os ensaios de resistência ao fogo aplicam-se a elementos estruturais e de compartimentação e estão associados à fase em que o incêndio alcançou desenvolvimento pleno em, pelo menos, um ambiente (onde se originou). Tem-se aí o calor, desenvolvido em razão acentuada, penetrando no elemento construtivo, comprometendo suas propriedades mecânicas, ameaçando sua estabilidade e integridade, e definindo transversamente, quando o elemento tiver função de compartimentação (paredes e entrepisos), um gradiente de temperatura que pode favorecer, na face oposta ao fogo, a propagação do incêndio para ambientes adjacentes.

Esses ensaios devem ser executados em corpos de prova de grandes dimensões, que reproduzam vínculos, juntas, espessura, condições de umidade natural etc. e todos os detalhes construtivos, reproduzindo da melhor maneira possível tudo o que está previsto em projeto, onde podem ser aplicados carregamentos de mesma ordem de grandeza daqueles a que os elementos construtivos estariam submetidos em condições de incêndio, gerando esforços de mesma natureza aos reais.

Esses ensaios também se aplicam às selagens dos *shafts* ou de passagem das instalações e também, às selagens perimetrais e a todas as situações particulares que se justificarem, em razão de características especiais decorrentes de aspectos inovadores do sistema construtivo em avaliação.

A norma ABNT NBR 15575-4:2013 propõe que o ensaio de resistência ao fogo desses elementos seja realizado conforme norma ABNT NBR 5628:2001, para componentes construtivos estruturais, e de acordo com a norma ABNT NBR 10636:1989, para elementos construtivos de vedação (sem função estrutural). Os corpos de prova, nesses dois métodos diferem consideravelmente: na situação estrutural, além do corpo de prova ser submetido a carregamento, não deve apresentar vínculos nas bordas laterais, que não devem sequer estar encostadas em no quadro de ensaio; já na situação não estrutural, os corpos de prova devem estar encostados no quadro de ensaio em suas quatro bordas. Realizar ensaios em paredes estruturais vinculadas lateralmente pode falsear os resultados obtidos.

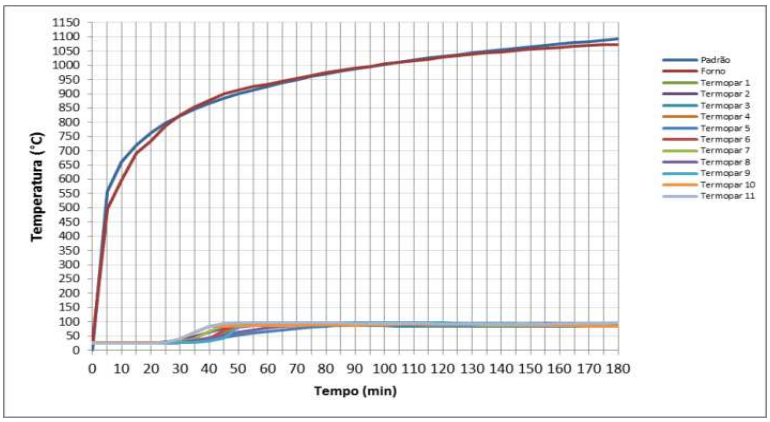
De acordo com os procedimentos do método de ensaio ABNT NBR 10636:1989 para realizar um ensaio de resistência ao fogo em parede de blocos de vedação para compartimentação de ambientes, após a montagem, acondicionamento e definição do tempo de resistência ao fogo, o corpo de prova é colocado em frente a um forno de ensaio com dimensões aproximadas de 3 x 3 m, de modo a expor uma das faces a uma elevação padronizada de temperatura definida nos métodos de ensaio. As dimensões corpo de prova não podem ser inferiores a 2,5 m de largura por 2,5 m de altura e, ainda, não devem ser maiores que as dimensões da boca do forno de ensaios, pois devem ser exposto às condições de aquecimento em toda a sua superfície, incluindo sua região de contato com o quadro de montagem. O corpo de prova é instrumentado com sensores de temperatura (termopares) em pontos definidos na face não exposta ao fogo. O ensaio é iniciado com a elevação de temperatura interna do forno, a partir da temperatura ambiente, até o tempo pretendido de classificação do elemento ou até ter ocorrido a falha de um ou dos dois critérios que condicionam a resistência ao fogo: integridade e isolamento térmico. A Foto 2 mostra o ensaio de resistência ao fogo em parede de vedação de blocos de concreto e a Figura 1 o gráfico de medidas de temperatura obtidas durante a realização do ensaio

Foto 2: Ensaio de resistência ao fogo em parede sem função estrutural



Fonte: Autores (2019)

Figura 1 – Gráfico das medidas de temperatura obtidas durante a realização do ensaio.



Fonte: Autores (2019)

2.2.3 Ensaios não incluídos na norma

Ensaios improvisados ou em escala reduzida, bem como a utilização de métodos de ensaio alternativos levam invariavelmente a avaliações equivocadas e, consequentemente, a avaliações de desempenho equivocadas.

Por exemplo, existem casos que os protótipos são montados, mobiliados e o incêndio é propositadamente promovido. Nesses casos, a evolução da temperatura é observada por meio de um conjunto de termopares. Esta abordagem, quase que invariavelmente, leva a avaliações equivocadas, visto não estarem condizentes com as normas técnicas nacionais vigentes.

Os incêndios, que na vida real, se repetem com frequência muito superior ao que os não especialistas nessa área imaginam e, de modo geral, não encontram condições favoráveis ao seu crescimento. Inúmeras variáveis condicionam essa situação. Algumas vezes, em tantas situações de início de incêndio, o fogo avança e assume, de fato, todo o seu potencial destrutivo. Esta é a situação que a metodologia de avaliação de desempenho estabelece como base de análise. É improvável que essa situação crítica seja obtida em uma única simulação.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de todos os resultados obtidos nas avaliações realizadas em projeto, devidamente complementadas com as avaliações laboratoriais, é possível concluir sobre o desempenho relacionado à segurança contra incêndio de sistemas construtivos. Entretanto, os requisitos, critérios e métodos de ensaios das normas técnicas e regulamentos nacionais precisam ser considerados. Particularmente, para edifícios residenciais, a NBR 15575 (2013) é essencial.

Observa-se ainda que os ensaios devem ser realizados por equipe qualificada, contando com procedimentos de ensaio ajustados aos métodos de ensaio normalizados e com equipamentos calibrados. Adicionalmente, é importante que o laboratório de ensaio atenda ao disposto na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017.

4 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM E662: *Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials*. West Conshohocken, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5628: Componentes construtivos estruturais - Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 2001.p. 13.

_____ NBR 8660: Revestimento de piso - Determinação da densidade crítica de fluxo de energia térmica - Método de ensaio. Rio de Janeiro. 2013.

_____ NBR 9442: Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama

pelo método do painel radiante. Rio de Janeiro. 1986.

_____ NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001.

_____ NBR 10636: Paredes divisórias sem função estrutural - Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 1989.

_____ NBR 10898: Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 2013.

_____ NBR 12693: Sistemas de proteção por extintores de incêndio. Rio de Janeiro, 2013.

_____ NBR 13434: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico Parte 1: Princípios de projeto. Rio de Janeiro, 2004.

_____ NBR 13714: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000.

_____ NBR 14323: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio. Rio de Janeiro, 2013.

_____ NBR 15200: Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio. Rio de Janeiro, 2012.

_____ NBR 15575-1**:** Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro. 2013.

_____ NBR 15575-2**:** Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013.

_____ NBR 15575-3**:** Edificações habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para sistemas de piso. Rio de Janeiro, 2013.

_____ NBR 15575-4**:** Edificações habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.

_____ NBR 17240: Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos. Rio de Janeiro, 2010.

_____ ABNT NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro. 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 11925-2 - *Reaction to fire tests — Ignitability of products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test.* Geneva, 2010.